

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Львівська політехніка»**

**М.С. Мальований, В.М. Боголюбов,
Т.П. Шаніна, В.М. Шмандій, Т.А. Сафранов**

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

Підручник

За редакцією М.С.Мальованого

Львів – 2014

УДК 502.17 (075.8)

ББК 20.1я 73

В 65

Затверджено Міністерством освіти і науки України як підручник для вищих навчальних закладів (Лист №

Рецензенти:

Петрук В.Г. - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та екологічної безпеки, директор Інституту екології та екологічної кібернетики Вінницького національного технічного університету

Пляцук Л.Д. - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної екології Сумського державного університету

Адаменко Я.О. - доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекологія: підручник / За ред. М.С.Мальованого. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. – 424 с.

У підручнику викладено теоретичні основи техноекології, показано місце дисципліни в блоці нормативних дисциплін підготовки фахівців напряму «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Підручник містить характеристику основних галузей виробничої діяльності та необхідних для цієї діяльності природних ресурсів, інформацію щодо негативного впливу антропогенної діяльності на довкілля та заходи зі зниження рівня цього впливу чи його попередження, приводиться інформація щодо перспективності впровадження альтернативних екологобезпечних технологій. Видання дасть можливість студентам ширше та глибше опанувати технологічно-виробничу інформацію для вивчення таких дисциплін екологічного спрямування, як «Моніторинг довкілля», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна безпека», «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Організація та управління в природоохоронній діяльності» та ін.

Підручник може бути корисним також студентам інших спеціальностей для вивчення нормативної дисципліни «Екологія» і для всіх, хто вивчає проблеми, пов'язані з впливом виробничої діяльності людини на стан навколишнього середовища.

© Мальований М.С. та ін.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОСФЕРА	12
1.1. Загальна характеристика техносфери	12
1.2. Ресурси техносфери	15
1.2.1. Земельні ресурси	16
1.2.2. Ресурси атмосфери	18
1.2.3. Водні ресурси	18
1.2.4. Біологічні ресурси	23
1.2.5. Енергетичні ресурси	24
1.2.6. Металеві і неметалеві руди, нерудні копалини	28
1.3. Взаємодія техносфери з довкіллям	30
1.3.1. Матеріальне виробництво	30
1.3.2. Матеріальний та енергетичний баланс промислово-виробничого об'єкту	32
1.3.3. Оцінка ступеня техногенного навантаження на довкілля	34
1.4. Джерела впливу на довкілля	35
1.4.1. Техногенні забруднення	35
1.4.2. Загальна характеристика найбільш поширених та небезпечних для довкілля матеріальних забруднювальних речовин	37
1.4.3. Джерела утворення відходів та їх класифікація	40
1.4.4. Антропогенне забруднення атмосферного повітря в Україні	40
1.4.5. Антропогенне забруднення водних об'єктів України	42
1.4.6. Вплив антропогенної діяльності на ґрунти України	43
1.4.7. Забруднення геологічного середовища твердими відходами	45
1.5. Заходи зі зниження рівня негативного впливу на навколишнє середовище та його попередження	47
1.5.1. Забезпечення екологічної безпеки виробництва	47
1.5.2. Очищення промислових викидів	49
1.5.3. Очищення промислових стоків (механічне, хімічне, біологічне)	51
1.5.4. Екологічні заходи з оптимізації відпрацьованих земель та трансформованих екосистем (фітомеліорація)	52
1.6. Збалансоване використання та відтворення природних ресурсів	54
<i>Контрольні питання</i>	58
РОЗДІЛ 2. ЕНЕРГЕТИКА	60
2.1. Загальна характеристика	60
2.2. Використовувані ресурси	68
2.2.1. Основні ресурси теплових електростанцій	68
2.2.2. Основні ресурси атомних електростанцій	70
2.2.3. Гідроенергетичні ресурси	71
2.3. Вплив на довкілля	71
2.3.1. Забруднення довкілля тепловими електростанціями	71
2.3.2. Забруднення довкілля атомними електростанціями	77
2.3.3. Негативний вплив на довкілля гідроелектростанцій	81
2.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу енергетики на	83

навколишнє середовище та його попередження	
2.5. Відновлювальні джерела енергії	85
2.5.1. Енергія вітру	86
2.5.2. Енергія Сонця	88
2.5.3. Біоенергетичні технології	91
2.5.4. Теплові насоси	92
2.5.5. Використання термоядерної енергії	94
2.5.6. Воднева енергетика	95
2.5.7. Перспективи розвитку енергетики України	97
<i>Контрольні питання</i>	98
РОЗДІЛ 3. МЕТАЛУРГІЯ	99
3.1. Загальна характеристика	99
3.2. Використовувані ресурси	118
3.3. Вплив на довкілля	119
3.3.1. Вплив об'єктів чорної металургії	119
3.3.2. Вплив об'єктів кольорової металургії	126
3.3.3. Вплив металургійного виробництва на зміни клімату	128
3.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу металургії на навколишнє середовище та його попередження	129
3.4.1. Чорна металургія	129
3.4.2. Кольорова металургія	130
3.5. Нові екологічно безпечні технології	132
3.5.1. Пряме одержання заліза з руд	132
3.5.2. Пряме одержання чорнової міді	132
3.5.3. Заходи ресурсозбереження в металургії	133
<i>Контрольні питання</i>	134
РОЗДІЛ 4. ГІРНИЧОВИДОБУВНИЙ КОМПЛЕКС	136
4.1. Загальна характеристика	136
4.2. Використовувані ресурси	151
4.3. Вплив гірничовидобувного комплексу на довкілля	155
4.3.1. Вплив видобування корисних копалин відкритим способом	155
4.3.2. Вплив видобування корисних копалин шахтним способом	158
4.3.3. Вплив видобування корисних копалин свердловинними методами	160
4.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу гірничовидобувного комплексу на навколишнє середовище та його попередження	164
4.4.1. Видобування корисних копалин відкритим способом	164
4.4.2. Видобування корисних копалин шахтним способом	167
4.4.3. Видобування корисних копалин свердловинним способом	168
<i>Контрольні питання</i>	170
РОЗДІЛ 5. ТРАНСПОРТ	171
5.1. Загальна характеристика	171
5.2. Використовувані ресурси	178
5.3. Вплив на довкілля	182

5.3.1. Автомобільний транспорт	182
5.3.2. Залізничний транспорт	188
5.3.3. Водний транспорт	190
5.3.4. Авіаційний транспорт	192
5.3.5. Трубопровідний транспорт	194
5.3.6. Транспорт електрики	196
5.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу транспорту на навколишнє середовище та його попередження	196
5.4.1. Система заходів мінімізації негативного впливу від спалювання палива	197
5.4.2. Утилізація найбільш небезпечних відходів та забрудників	199
5.5. Нові екологічно безпечні транспортні технології	201
5.5.1. Використання альтернативних палив	201
5.5.2. Використання нових видів екологічно безпечних транспортних засобів	205
<i>Контрольні питання</i>	207
РОЗДІЛ 6. МАШИНОБУДІВНИЙ КОМПЛЕКС	208
6.1. Загальна характеристика	208
6.2. Використовувані ресурси	223
6.3. Вплив на довкілля	223
6.3.1. Забруднення атмосфери	223
6.3.2. Забруднення гідросфери	229
6.3.3. Забруднення ґрунтів	231
6.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу машинобудівного комплексу на навколишнє середовище та його попередження	233
6.5. Нові екологічно безпечні технології	235
<i>Контрольні питання</i>	236
РОЗДІЛ 7. ХІМІЧНА ТА НАФТОХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ	238
7.1. Загальна характеристика	238
7.2. Використовувані ресурси	254
7.3. Вплив на довкілля	257
7.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу хімічної та нафтохімічної промисловості на навколишнє середовище та його попередження	261
<i>Контрольні питання</i>	264
РОЗДІЛ 8. ЛІСОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС	265
8.1. Загальна характеристика	265
8.2. Використовувані ресурси	278
8.2.1. Ліс	278
8.2.2. Складові компоненти у виробництві паперу	281
8.3. Вплив на довкілля	282
8.3.1. Лісопильно-деревопереробна промисловість	282
8.3.2. Целюлозно-паперова промисловість	287

8.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу лісопромислового комплексу на довкілля та його попередження, нові екологічно безпечні технології	290
8.4.1. Використання відходів деревини у виробництві біопалива	290
8.4.2. Використання відходів целюлозного виробництва у гідролізному виробництві	292
8.4.3. Використання відходів целюлозної промисловості у виробництві дріжджів та антибіотиків	293
8.4.4. Використання відходів целюлозного виробництва у лісохімічній промисловості	294
<i>Контрольні питання</i>	294
РОЗДІЛ 9. АГРАРНОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС	295
9.1. Загальна характеристика АПК	295
9.2. Використовувані АПК ресурси	308
9.3. Вплив АПК на довкілля	313
9.3.1. Вплив рослинництва	313
9.3.2. Вплив тваринництва	319
9.3.3. Вплив на довкілля харчової та легкої промисловості	322
9.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу АПК на довкілля та його попередження	323
9.5. Нові екологічно безпечні агротехнології	330
<i>Контрольні питання</i>	334
РОЗДІЛ 10. БУДІВЕЛЬНИЙ КОМПЛЕКС	335
10.1. Загальна характеристика	335
10.2. Використовувані ресурси	351
10.3. Вплив на довкілля	352
10.3.1. Вплив на довкілля промисловості будівельних матеріалів	352
10.3.2. Вплив будівництва на довкілля	356
10.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу будівельного комплексу на навколишнє середовище та його попередження	358
10.5. Нові екологічно безпечні технології в будівництві	359
<i>Контрольні питання</i>	362
РОЗДІЛ 11. ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО	363
11.1. Загальна характеристика	363
11.2. Використовувані ресурси	382
11.3. Вплив на довкілля	383
11.3.1. Вплив на довкілля систем водопідготовки	383
11.3.2. Вплив на довкілля систем каналізування	383
11.3.3. Вплив на довкілля технологій утилізації ТПВ	385
11.3.4. Вплив на довкілля паливно-енергетичного та транспортного господарства	387
11.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу житлово-комунального господарства на навколишнє середовище та його попередження	387
11.4.1. Каналізація	387

11.4.2. Утилізація ТПВ	390
11.5. Нові екологобезпечні технології	393
11.5.1. Сучасні екологобезпечні технології водопідготовки	393
11.5.2. Сучасні екологобезпечні технології очищення стічних вод	394
11.5.3. Сучасні екологобезпечні технології утилізації ТПВ	396
<i>Контрольні питання</i>	397
ГЛОСАРІЙ	399
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	418

ВСТУП

Людство не загине у атомному жаху –
воно задихнеться у власних відходах

Нільс Бор

Стрімкі темпи промислового розвитку, які характерні для ХХ століття, призводять, як наслідок, до значних антропогенних порушень та понаднормових техногенних навантажень на об'єкти довкілля, до зростання ризиків виникнення кризових екологічних ситуацій. Світовою тенденцією є посилення нераціонального, а в деяких випадках виснажливого використання природних ресурсів. Темпи впровадження природоохоронних заходів поступалися і поступаються темпам використання природних ресурсів, що призводить до зростання негативного дисбалансу в природних екосистемах. Антропогенна діяльність сприяє перетворенню біосфери у техносферу – частину біосфери, в якій природні екосистеми перетворені людиною в техногенні або природно-техногенні комплекси шляхом прямого або опосередкованого впливу інформаційно-технічних засобів.

На межі тисячоліть виникло розуміння ролі екологічних знань та екологічної освіти для підтримання рівноваги біосфери, яка порушується під впливом антропогенної діяльності. З цих позицій важливою науково-технічною дисципліною, яка визначає способи та засоби досягнення екологічно розумного компромісу між людиною та природою, є техноекологія – розділ екології, який вивчає джерела та можливий вплив виробничої діяльності на довкілля. У сучасному суспільстві різко зростає важливість ролі техноекології та екологічної інженерії, які мають на меті оцінювати ступінь шкоди, завданий довкіллю різними галузями виробництва, розробляти та вдосконалювати інженерно-технічні засоби захисту навколишнього середовища, розвивати основи створення замкнутих та безвідходних технологічних циклів та виробництв з мінімізацією або й повним виключенням негативного впливу на довкілля.

Особлива увага в підручнику “Техноекологія” приділяється характеристиці та аналізу впливу окремих галузей виробництва на навколишнє середовище та заходам боротьби зі шкідливим впливом викидів, скидів та накопиченням відходів. Вивчення дисципліни базується на знаннях, одержаних у результаті вивчення таких навчальних дисциплін, як «Вступ до фаху», «Гідрологія», «Ґрунтознавство», «Геологія з основами геоморфології», «Біологія», «Хімія з основами біогеохімії», «Загальна екологія (та неоекологія)», «Екологія людини». Оскільки базисом для викладання цієї дисципліни є вчення про біосферу (з урахуванням всіх її складових) та знання про вплив антропогенної виробничої діяльності на довкілля, то дисциплінами, що забезпечують вивчення цього курсу, можна вважати переважну більшість дисциплін усіх циклів підготовки бакалавра.

Нормативна дисципліна “Техноекологія” становить фундамент для вивчення інших дисциплін професійно-наукового циклу, що розглядають

“людський фактор” (охорона праці, моніторинг довкілля, нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище та ін.), а також спеціальних дисциплін, які розвивають її положення в рамках проектних, технологічних, конструкторських, управлінських та інших рішень щодо запобігання руйнування біосфери (інженерна екологія або екологічна інженерія, екологічний менеджмент, екологічна політика тощо). Тому матеріал навчальної дисципліни «Техноекологія» слугує базою або використовується в дисциплінах «Моніторинг довкілля», «Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище», «Екологічна безпека», «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Організація та управління в природоохоронній діяльності» та ін.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є загальна характеристика національного господарства, основних технологічних процесів окремих його галузей, характеристика природних ресурсів, які використовуються окремими галузями виробництва, характеристика та аналіз впливу цих виробництв на навколишнє середовище, заходи боротьби зі шкідливим впливом викидів, скидів та накопиченням відходів, альтернативні екологобезпечні технології.

Метою навчальної дисципліни «Техноекологія» є формування знань щодо структури національного господарства, впливу його окремих галузей на навколишнє природне середовище, а також методів запобігання техногенному забрудненню довкілля.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Техноекологія» є:

- набуття здібностей визначати вплив виробничої сфери на навколишнє природне середовище;
- усвідомлення проблем та шляхів покращення стану природного середовища;
- формування фундаментальних знань про особливості використання природних ресурсів різними виробництвами та впливу цих виробництв на навколишнє природне середовище.
- формування знань про альтернативні екологобезпечні виробництва та набуття компетентностей щодо екологізації виробничих процесів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні знати:

- фактори середовища та місце серед них техногенних факторів;
- техногенез та його характерні риси;
- енергетичні ресурси: первинні (відновлювані та невідновлювані) та вторинні (продукти збагачення та сортування вугілля, гудрони, мазут та ін.);
- принцип роботи теплових електричних станцій та їх негативний вплив на довкілля;
- заходи зменшення шкідливого впливу атомних електричних станцій на довкілля;
- проблеми вичерпності мінеральних ресурсів (фізична межа вичерпності, екологічна, економічна);
- соціально-економічні проблеми, пов'язані зі спорудженням водосховищ;
- шляхи забруднення навколишнього середовища в процесі пошуків, розвідування та експлуатації нафтових та газових родовищ;
- проблеми забруднення довкілля у зв'язку з транспортуванням нафти та нафтопродуктів;

- способи видобування вугілля, їх вплив на навколишнє середовище;
- загальну схему металургійного циклу;
- джерела забруднення атмосфери у доменному виробництві (ливарний цех, коксівний газ, доменний газ);
- основні шляхи утилізації відходів сталеплавильного виробництва;
- особливості, пов'язані з розміщенням підприємств кольорової металургії;
- особливості розміщення підприємств целюлозно-паперової промисловості;
- технологічні процеси легкої промисловості та їх вплив на навколишнє природне середовище;
- географія хімічної промисловості України та її основні показники;
- вплив хімічної промисловості на навколишнє природне середовище;
- основні показники впливу сільськогосподарського виробництва на довкілля;
- вплив агропромислового комплексу на навколишнє природне середовище;
- транспортний комплекс та заходи боротьби з його шкідливим впливом на навколишнє природне середовище;
- вплив житлово-комунального господарства на довкілля та проблеми поводження з твердими побутовими та промисловими відходами.

Підготовлений фахівець повинен вміти:

- характеризувати природні ресурси;
- класифікувати техногенні забруднення за походженням та ступенем небезпечності;
- приймати обґрунтовані рішення щодо покращання технологій виробництв та закриття екологічно небезпечних виробництв;
- аналізувати процеси формування антропогенних гірничопромислових ландшафтів;
- давати оцінку проблемам, пов'язаним із порушенням земель;
- розуміти та пояснювати зміни в ресурсному потенціалі (земельні, лісові), пов'язані з будівництвом гідроелектричних станцій;
- обґрунтовувати можливості та переваги різних видів нетрадиційної енергетики (сонячної, вітрової та ін.);
- оцінювати фактори, що зумовлюють розміщення металургійних підприємств;
- класифікувати ресурси, необхідні для металургійного виробництва;
- аналізувати методи захисту природного середовища від шкідливого впливу чорної металургії;
- аналізувати шляхи зменшення шкідливого впливу ливарного виробництва на навколишнє природне середовище;
- аналізувати вплив підприємств хімічної та легкої промисловості на навколишнє природне середовище та рекомендувати шляхи його зменшення;
- пояснювати вплив лісозаготівлі на компоненти природного середовища;
- аналізувати галузеву структуру сільського господарства та забруднення ним компонентів навколишнього середовища;
- аналізувати вплив будівництва та експлуатації автомобільних доріг на навколишнє природне середовище;
- аналізувати вплив на навколишнє природне середовище паливно-енергетичного господарства та міського наземного транспорту.

Знання та вміння, що отримані студентами внаслідок вивчення дисципліни «Техноекологія», можуть знадобитися їм як фахівцям в процесі роботи на промислових підприємствах або в організаціях та інших структурах національного господарства.

На думку авторів, це видання дасть можливість студентам глибше усвідомити необхідність екологізації всіх виробничих процесів і сприятиме розширенню їхнього науково-технічного кругозору.

У роботі над підручником було використано матеріали Т.А.Акімової і В.В.Хаскіна (2000), Г.О.Білявського (2004), А.П.Войцицького і В.П.Дубровського (2009), В.М.Удод (2005, 2007), Л.Г.Мельника (2003), а також Національних доповідей України про стан навколишнього природного середовища у 2003 – 2011 рр., статистичні дані Міністерства аграрної політики (www.minagro.gov.ua), Міністерства палива та енергетики (www.mpe.gov.ua), Міністерства охорони навколишнього природного середовища (www.menr.gov.ua), Міністерства транспорту і зв'язку (www.mintrans.gov.ua) та Міністерства промислової політики (www.industry.gov.ua) України.

Розділ 1. ТЕХНОСФЕРА



- 1.1. Загальна характеристика
- 1.2. Ресурси техносфери
- 1.3. Взаємодія техносфери з довкіллям
- 1.4. Джерела впливу на довкілля
- 1.5. Заходи зі зниження рівня негативного впливу на навколишнє середовище та його попередження
- 1.6. Збалансоване використання та відтворення природних ресурсів

1.1. Загальна характеристика техносфери

З появою людей на Землі почався вплив їх діяльності на кругообіг речовини та енергії в біосфері. Це сприяло зміні як процесів міграції речовин, так і зміні потоків енергії в навколишньому природному середовищі. На шлях, який посилює конфронтацію з біосферою, предки сучасної людини вступили близько 1,5 – 3 млн. років тому, коли вперше запалили вогнище. Практично з цього моменту шляхи людини та біосфери почали розходитись, почалося їх протистояння. Але найбільш суттєво вплив людини на довкілля почав відчуватись з появою землеробства та тваринництва (сільськогосподарського виробництва) в епоху голоцену майже 10000 років до н.е. Це стало початком безперервних антропогенних змін в біосфері через трансформацію біогеохімічних циклів – як великого, геологічного, так і малого, біологічного. Геохімічну діяльність людини академік О.Є. Ферсман назвав техногенезом. В сучасному розумінні, *техногенез* – процес зміни природних комплексів під впливом виробничої діяльності. Техногенез має велике значення, особливо під час розгляду питань забруднення й охорони довкілля. Процес суттєво активізувався після “революції машин” у 18 столітті і надзвичайно загострився в середині ХХ століття, поступово перетворивши біосферу на *техносферу*.

Техносфера – це сукупність штучних та природних об’єктів, створених або змінених цілеспрямованою діяльністю людини. Техносфера є складовою частиною біосфери, яка з часом може перетворитись в ноосферу, що за теорією В.І. Вернадського повинно стати основною метою сучасного суспільства. Однак, на сьогодні, господарська діяльність людини зумовила деградацію та вичерпування природних ресурсів, що призвело до трансформації сформованих протягом багатьох мільйонів років матеріальних та енергетичних потоків на планеті.

Активне перетворення біосфери в техносферу пов’язане з активізацією діяльності людини та появою факторів негативного впливу на довкілля. Промислова, сільськогосподарська, лісогосподарська, рекреаційна та інші види виробничої діяльності супроводжуються не тільки одержанням бажаних результатів (економічне зростання), але й посиленням еколого-економічних та еколого-соціальних проблем, виникнення яких визначило кризову для розвитку суспільства екологічну ситуацію в багатьох регіонах світу та на земній кулі в

цілому. Стан навколишнього природного середовища нашої планети у ХХІ ст. продовжує неухильно погіршуватись внаслідок зростаючого техногенного впливу. Людина і біосфера все більше втрачають спроможність адаптуватися до швидких глобальних змін. Окрім того, загострюється демографічна проблема, пов'язана як із зростанням чисельності населення, так і з обмеженістю природних ресурсів та життєвого простору на Земній кулі. Масштаби впливу суспільства на природу зростали так швидко, що людство поступово перетворилося у визначальну геологічну силу світового масштабу, яка дедалі більше впливає на природні процеси (за Вернадським). Експлуатуючи природні ресурси, людство значною мірою погіршило умови власної життєдіяльності.

Про це свідчать відомі цифри і факти. Так, за останні 100 років людство більше ніж у 1000 разів збільшило використання енергетичних ресурсів, а за останні 40 років у 2 рази збільшились обсяги світового виробництва індустріальної та сільськогосподарської продукції. У розвинених країнах загальний обсяг товарів та послуг зростає в 2 рази через кожні 15 років. Відповідно збільшується і кількість відходів виробничої діяльності, які забруднюють атмосферу, водойми, ґрунт. У розрахунку на кожного мешканця індустріально розвинутих країн, щорічно видобувається близько 30 тонн природних ресурсів, з них лише 11 – 15% набирає форми продукту, що використовується (споживається), а решта потрапляє у відходи.

Протягом ХХ сторіччя з надр Землі видобуто корисних копалин більше, ніж за всю історію людства, причому значну частину сировини одержано за останніх 25 – 30 років. Видобуваючи із земних надр щорічно понад 10 млрд. тонн гірських порід, людство тисячами свердловин, шахт, різних гірських виробок порушує земну поверхню, послаблює міцність верхньої частини земної кори та невпізнанно змінює її вигляд кар'єрами, териконами, горами відвальних порід, шлаконакопичувачами та звалищами. Загальна маса речовин, яка щорічно переміщується під впливом господарської діяльності людини, становить близько $2 \cdot 10^{11}$ т, що перевищує сумарні наслідки дії на поверхню суші всіх екзогенних рельєфоутворюючих сил.

В процесі технологічної діяльності постійно зростає забруднення біосфери відходами виробничої діяльності. Так, щорічні втрати нафти під час видобування становлять близько 25 млн. тонн на суші, 8 млн. тонн в океані, та близько 17 млн. тонн її надходить до атмосфери у вигляді парів бензину та інших вуглеводнів. Підраховано, що за рік у світі спалюється близько 9 млрд. тонн умовного палива, близько 70 кг на один м^2 поверхні планети, а в таких індустріальних районах, як Рурський або Донецький, надходження диоксиду сірки досягає 100 т/км^2). Щорічно світова промисловість скидає в річки понад 160 км^3 забруднених стоків.

Для інтенсифікації сільського господарства у ґрунти щорічно вноситься близько 500 млн. тонн мінеральних добрив, 4 млн. тонн пестицидів, значна частина яких осідає в ґрунтах та виноситься поверхневими водами в річки, озера, моря та океани і накопичується в штучних водосховищах, які живлять водою промислові центри. На сьогодні в Україні накопичено близько 11 тисяч тонн застарілих пестицидів. Проблема їхньої утилізації досі не вирішена. Багато

сховищ, де вони зберігаються, знаходяться в катастрофічному стані. Щорічно в світі близько 6 млн. га сільськогосподарських угідь перетворюються на пустелі, під час сільськогосподарських робіт розпушується і вивітряється понад 3 тис. км³ ґрунту.

За останні 100 років людство винищило майже половину лісів планети. На жаль, винищення лісів продовжується не тільки в Азії, Африці та Південній Америці, але й в Україні. В Україні вкриті лісом території становлять близько 16% проти науково рекомендованих 30 - 36%.

Зростання викидів вуглекислого газу через спалювання різних видів палива об'єктами господарської діяльності, може призвести на початку ХХІ століття до підвищення середньорічної температури на 1,5–2 °С, що може у свою чергу призвести до танення льодовиків, підвищення рівня Світового океану, до зростання площі пустель тощо.

Штучно створені радіоактивні речовини, випробування ядерної зброї, аварії на АЕС призвели до значного підсилення радіаційного фону планети. Під час аварій атомних реакторів, розгерметизації сховищ радіоактивних відходів, радіаційний бруд поширюється на десятки й сотні кілометрів, а внаслідок вибухів ядерної зброї - всією планетою. Важко переоцінити трагічні наслідки Чорнобильської катастрофи, що стала для України фатальним фактором, який спричинив загрозу здоров'ю нації.

Десятиліттями в Україні пріоритетними були такі ресурсомісткі та енергоємні галузі, як гірничо-металургійна, енергетична, нафтохімічна. До того ж підприємства роками не модернізувалися, застарілі виробничі процеси. Морально та фізично зношені підприємства стають потужними джерелами забруднення довкілля і становлять небезпеку для населення.

Серед промислових підприємств найбільше забруднюють довкілля гірничо-металургійні. Найбільшої шкоди ці підприємства завдають *повітряному басейнові*, спричинюючи появу кислотних дощів, а також *земельним ресурсам* через утворення кар'єрів, відвалів, шламонакопичувачів тощо (1 га металургійних шлаків у відвалах забруднює близько 5 га сусідніх земель, виділяючи в атмосферу пил, сірчисті та інші гази). Окрім того, відбувається значне *теплове забруднення* навколишнього середовища. Великої шкоди довкіллю завдають також гірничо-видобувні підприємства України.

Навіть у разі використання маловідходних та надсучасних ресурсозберігаючих технологій кількість сировинних ресурсів, витрачених на виробництво продукції (зокрема, води та органічного палива), буде значно перевищувати кількість кінцевих продуктів виробництва. У видобувній промисловості, енергетиці, хімічній промисловості, металургії, машинобудуванні, будівництві виникають відходи, об'єми і маса яких у світі постійно зростає. Головною небезпекою цих відходів, які називають техногенними, є те, що основна маса їх не переробляється і не може бути перероблена на тих підприємствах, де вони утворюються. В таблиці 1.1 наведені дані техногенного впливу різних галузей промисловості на природно-господарські регіони України наприкінці ХХ ст.

Таблиця 1.1

Техногенний вплив на природно-господарські регіони України

Природно-господарські регіони	Об'єм шкідливих речовин, що надійшли в атмосферу	Об'єм скидання забруднених стічних вод у водні об'єкти	Забруднення ґрунтів		Розорані ґрунти	Порушені ґрунти	Інтегральний показник
			Мінеральними добривами	пестицидами			
	т/га	м ³ /га	кг/га	кг/га	%	%	
Західне Полісся	0,09	2,0	218	5,2	36,0	55	4,68
Українські Карпати	0,17	9,0	257	7,3	29,4	25	5,21
Поділля	0,07	2,9	168	5,3	69,0	21	4,18
Київське Придніпров'я	0,06	5,4	144	5,0	51,6	35	4,14
Лівобережне Придніпров'я	0,09	8,2	150	4,5	62,6	19	4,13
Промислове Придніпров'я	0,56	104,6	121	3,5	70,4	71	12,1
Донбас	0,07	24,4	155	3,7	59,3	65	8,73
Причорномор'я	0,05	17,6	124	4,6	67,8	15	4,25
Крим	0,19	8,8	123	16,9	45,1	29	6,38

Поблизу деяких підприємств за багато років утворилися гори з техногенних відходів, які раніше не знищували. Такі скупчення іноді називають *техногенними родовищами*. Якщо склад відходів дає змогу їх використовувати на тому самому виробництві, де вони утворилися, то застосовують “виробничий рециклінг”, поширений, зокрема, у чорній металургії.

Таким чином, можна зробити висновок, що людина давно живе не в “природному”, а в антропогенно-зміненому середовищі, трансформованому під впливом своєї ж діяльності, тобто в *техносфері*.

1.2. Ресурси техносфери

Природними ресурсами називають компоненти природи, які на даному рівні розвитку продуктивних сил використовуються або можуть бути використані як засіб виробництва чи предмет використання. Природними ресурсами можуть бути об'єкти та явища, що прямо чи опосередковано використовуються для створення матеріальних благ суспільства та підтримки умов існування людства. Використання природних ресурсів має тенденцію до постійного розширення і зміни пріоритетів – до цього спонукає як науково-технічний прогрес, так і зростання чисельності населення Землі. Величезні обсяги використання людством природних ресурсів надзвичайно загострили проблеми їх раціонального використання і охорони.

Існує безліч класифікацій природних ресурсів. Наприклад, класифікація природних ресурсів, що ґрунтується на особливостях їх походження, економічного значення та специфіки господарського використання, передбачає:

1) *природну класифікацію* за природними групами (земельні, водні, мінеральні, біологічні, кліматичні тощо); 2) *екологічну класифікацію* за ознаками вичерпності і відновлюваності природних ресурсів (невичерпні і вичерпні, в складі останніх – відновлювані і невідновлювані); 3) *господарську класифікацію* природних ресурсів, що враховує можливості їх використання (реальні та потенційні природні ресурси). Теоретично всі речовини Землі можна розглядати як потенційні корисні копалини.

За способом використання у матеріальному виробництві (у промисловості, сільському господарстві, тощо) природні ресурси розподіляють на:

- а) *відновлювані* (біологічні, земельні, водні та ін.) та *невідновлювальні* (мінеральні – підземні корисні копалини);
- б) *вичерпні*, у тому числі відновлювані (біологічні, земельні, нафта, кам'яне вугілля) та *практично невичерпні* (сонячна енергія, енергія припливів та відпливів, внутрішнє тепло Землі, енергія води та вітру);
- в) *замінювані* (кам'яне вугілля, може бути замінене в багатьох випадках нафтою або газом) та *незамінювані* (вода, кисень, вуглекислий газ тощо).

Таким чином, *ресурси* — це матеріали, потоки речовини, енергії та інформації, які утворюють вхідні ланки природних та господарських циклів, є їх необхідними компонентами, а відтак носіями функції корисності. Ресурси мають кількісну характеристику, яку можна визначити (маса, обсяг, щільність, концентрація, інтенсивність, потужність, вартість). Ресурси підпорядковуються фундаментальним законам збереження речовини та енергії.

З екологічної точки зору ресурси класифікують на:

- *ресурси біосфери*, які є відновлюваними і, як правило, вичерпними ресурсами речовини, енергії, інформації і знаходяться під контролем живих організмів;
- *ресурси техносфери*, до яких входить частина відновлюваних ресурсів біосфери, що знаходяться під контролем людини (використання цих ресурсів призводить до вилучення їх з біотичного кругообігу) та вичерпні невідновлювані ресурси, що видобуваються в основному з надр і які знаходяться поза контролем біоти біосфери.

Використання ресурсів характеризують терміни: *природоємність*, що характеризує обсяг ресурсів, які використовуються техносферою, та *природоємність виробництва*, тобто співвідношення між технічною та біотичною енергетикою.

1.2.1. Земельні ресурси. Під земельними ресурсами слід розуміти землі, які використовуються, або можуть бути використані у різних галузях народного господарства (сільському господарстві, промисловості, рекреації тощо). Територіальний аспект земельних ресурсів характеризується земельним фондом, тобто категоріями земель відповідно до їх цільового використання (землі сільськогосподарського призначення; землі населених пунктів; землі підприємств промисловості, транспорту, зв'язку тощо), які перебувають у власності відповідних власників землі і землекористувачів на території певної країни. Для

кожної категорії земельних ресурсів встановлено відповідний правовий режим, який повинен забезпечувати ефективно та раціональне їх використання.

Згідно з даними аерокосмічних зйомок площа планетарного суходолу, яка не охоплена господарською діяльністю, становить приблизно 30 - 35% (табл. 1.2). Можна стверджувати, що наслідком техногенезу є порушення природних екосистем на значній території суходолу – велика кількість “дірок” у зеленому покриві планети більш небезпечна, ніж “озонові діри”.

Таблиця 1.2

Площа земель, яка не охоплена господарською діяльністю

Континенти	За критерієм Hannah (1994)	За даними зйомок з космосу
Європа	15,6	5,7
Азія	43,5	22,9
Африка	48,9	27,0
Північна Америка	56,3	34,0
Південна Америка	62,5	20,9
Австралія	62,3	27,1
Увесь суходіл*	56,0	28,3

* Без Антарктиди та інших льодяних і скельних поверхонь.

Використані та придатні для господарського освоєння землі становлять близько 60 млн. км², притому, що вся площа суші становить 149 млн. км² (табл.1.3).

Таблиця 1.3

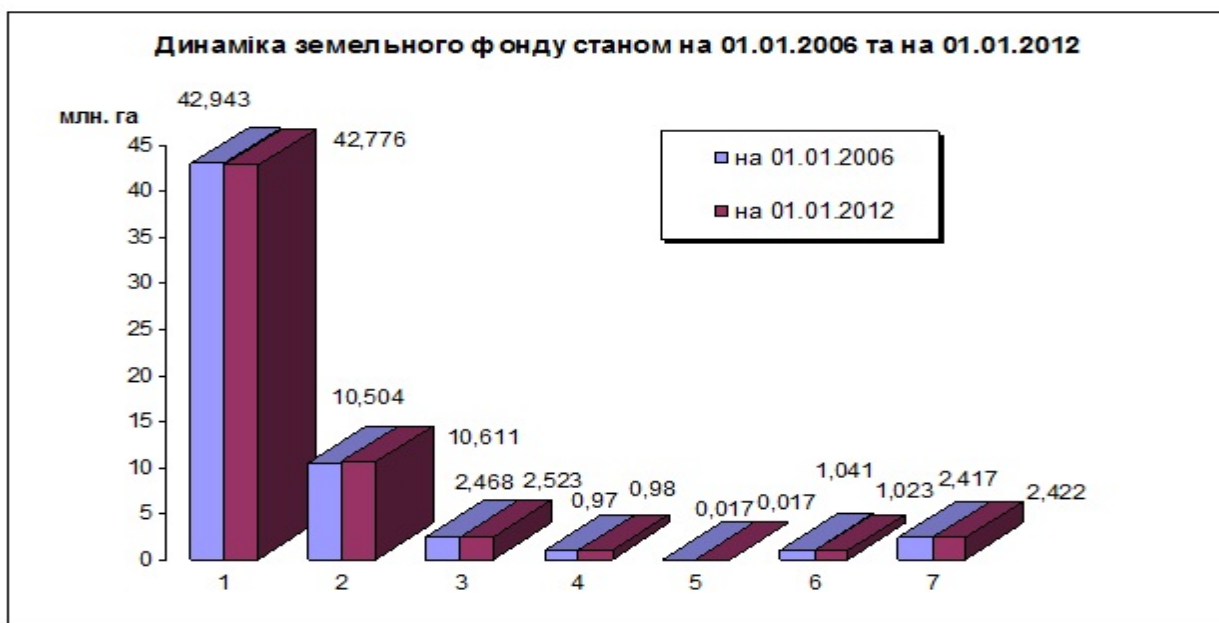
Ландшафтно-господарська структура земель усього світу

Категорія земель	Млн. км ²	%
Сільськогосподарські угіддя, у тому числі:	3218	21,6
рілля	1518	10,2
Ліси та чагарники	4550	30,5
Нелісові рослинні ландшафти	1132	7,6
Під водою та болотами	1030	6,9
Під спорудами, шляхами тощо	980	6,6
Пустелі	2270	15,2
Інші	1720	11,6
Всього	14900	100,0

Аналіз структури земельного фонду планети показує, що під прямим контролем людини знаходиться майже 50 млн. км² земної поверхні (28,2%). На думку екологів, ця площа вже перевищує нормативні показники для господарського використання.

Землі України. За даними Державного агентства земельних ресурсів України на 1.01.2012 р. земельний фонд країни становив 60354,9 тис. га (сільськогосподарські угіддя – 70,9%, ліси та лісовкриті площі - 17,6%, забудовані площі – 4,2%, відкриті заболочені землі – 1,6%, території, що покриті

поверхневими водами - 4%, інші землі – 1,7%). За 6 років, починаючи з 1.01.2006р. площа сільськогосподарських земель зменшилася на 165,7 тис. га, на 107,6 тис. га збільшилися площі лісів та лісовкритих територій, забудованих земель стало на 55,7 тис. га більше, відкритих заболочених – на 14,1 тис. га, площа територій, вкритих поверхневими водами, збільшилася на 5,9 тис. га. На діаграмі (рис. 1.1) можна побачити динаміку змін структури земельного фонду України за основними видами угідь та економічної діяльності станом на 1 січня 2012 р. порівняно з даними на 1 січня 2006 р.



- 1 - Сільськогосподарські землі
- 2 - Ліси та інші лісовкриті площі;
- 3 - Забудовані землі;
- 4 - Відкриті заболочені землі;
- 5 - Сухі відкриті землі з особливим рослинним покривом;
- 6 - Відкриті землі без рослинного покриву або з незначним рослинним покривом (кам'янисті місця, піски, яри інші);
- 7 - Води (території, що покриті поверхневими водами)

Рис. 1.1. Динаміка земельного фонду України станом на 01.01.2006 р. та 01.01.2012 р.

1.2.2. Ресурси атмосфери. Атмосферне повітря широко використовується як сировина в різних видах людської діяльності, однак його склад, структура та особливості в цьому курсі не розглядаються.

1.2.3. Водні ресурси – це всі води гідросфери, тобто води рік, озер, каналів, водоймищ, морів та океанів, підземні води, ґрунтова волога, вода (льоди) гірських і полярних льодовиків, водяні пари атмосфери. У поняття «водні ресурси» входять і самі водні об'єкти - ріки, озера, моря, оскільки для деяких цілей (судноплавство, гідроенергетика, рибне господарство, відпочинок і туризм) вони використовуються без вилучення з них води.

Загальні запаси водних ресурсів становлять близько 1454,3 млн. км³ (з них менше 2% – прісні води, а доступними для використання є лише 0,3%). Водні ресурси використовують для водокористування та водоспоживання в різних галузях промисловості, сільського господарства, енергетики, судноплавства, побуту. Виснаження водних ресурсів в результаті втрати їх якості є більшою загрозою ніж їх кількісне виснаження (1 м³ неочищених стічних вод забруднює і робить непридатними 40 - 50 м³ природної річкової води).

Згідно «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2009 році» водні ресурси України складають поверхневі, підземні та морські води. В Україні налічується 63119 річок, у тому числі великих (площа водозбору більше ніж 50 тис. км²) – 9, середніх (від 2 до 50 тис. км²) – 81 і 63029 малих річок (менше ніж 2 тис. км²). Загальна довжина річок становить 206,4 тис. км, з них 90% припадає на малі річки.

До великих річок належать (за довжиною в межах України) Дніпро, Південний Буг, Дністер, Сіверський Донець, Десна, Західний Буг, Тиса, Прип'ять, Дунай. Більшість річок впадає в басейни Чорного та Азовського морів і лише 4,4% – у басейн Балтійського моря. Найбільша кількість річок припадає на басейн Дніпра – 27,7%, Дунаю – 26,3%, Дністра – 23,7% і Південного Бугу – 9,3%. Сумарна величина доступних для використання запасів річкових вод в Україні в середньому за водністю рік складає близько 88 млрд м³, з них на території України – лише 52 млрд м³. У маловодні роки ці запаси значно менші і складають відповідно 56 і 32 млрд м³.

Враховуючи різні природно-кліматичні умови регіонів України, проблема їх водозабезпечення вирішується за рахунок міжбасейнового перерозподілу водних ресурсів з використанням унікальних водогосподарських систем – Північнокримського та Каховського магістральних каналів, каналів Дніпро-Донбас та Дніпро-Інгулець, міжобласних, міжрайонних та міжгосподарських водорегулюючих та водотранспортуючих систем.

З метою забезпечення населення та галузей економіки необхідною кількістю води в Україні збудовано 1122 водосховища загальним об'ємом понад 56 млрд м³ та близько 40 тис. ставків, 7 великих каналів довжиною 1021 км та 10 водоводів великого діаметру, якими вода надходить у маловодні регіони України. Більша частина зарегульованого стоку в Україні припадає на Дніпровський каскад водосховищ – загальним об'ємом 43,8 км³ і корисним – 18,5 км³. Всі шість водосховищ Дніпровського каскаду мають комплексне призначення. За рахунок водних ресурсів Дніпра значно підвищена водозабезпеченість у Криму (у 3 рази), в Херсонській (у 5,5 рази), Кіровоградській (у 2,5 рази), Дніпропетровській (у 3 рази) областях.

Сьогодні щорічна потреба населення та галузей економіки у водних ресурсах становить близько 15 млрд м³. Основними водокористувачами є промисловість – 36%, сільське господарство – 41%, комунальне господарство – 23%. У 2009 році з природних джерел було забрано 14478 млн м³ води (прісної – 13656 млн м³), з них 2007 млн м³ – з підземних водних джерел, у тому числі 729 млн м³ шахтно-кар'єрних вод. Порівняно з 2008 р. загальний забір зменшився на 1251 млн м³ (або на 8,0%). Зменшення загального забору сталося за рахунок:

- зменшення обсягів використання морської води (на 103,1 млн м³), в основному підприємствами чорної металургії у Донецької області (на 96,5 млн м³);
- зменшення обсягів використаної води на господарсько-питні потреби у комунальній галузі (на 108 млн м³).
- зменшення обсягів використаної води на виробничі потреби теплоелектростанціями (412 млн м³).

У цілому використання прісної води у 2009 році на різні потреби становило 8691 млн м³. Із них питної – 2382 млн м³, технічної – 6309 млн м³. Причому 455 млн м³ води питної якості було використано на виробничі потреби, з них 174,5 млн м³ із комунальних водопроводів (тобто води, спеціально підготовленої до якості питної).

У 2009 році використано 390 млн м³ стічних вод, 91 млн м³ колекторно-дренажних вод та 51 млн м³ шахтно-кар'єрних вод. У системах оборотного та повторно-послідовного водопостачання налічувалося 41379 млн м³ води.

Втрати в процесі транспортування склали 2285 млн м³ води (15,7% від забраної). Половина обсягів води, які втрачаються, припадає на житлово-комунальну галузь (51%). Відсоток втрат у цій галузі становить 35,5% (порівняно з 2008 р. втрати збільшилися на 0,6% за рахунок збільшення об'єму забору води цією галуззю). Більша частина води, яка втрачається у комунальній галузі, вже підготовлена для споживання.

За запасами місцевих водних ресурсів Україна відноситься до малозабезпечених водою регіонів Європи – менше 1000 м³ на 1 жителя в рік (для порівняння: у Швеції та Німеччині – 2500 м³, Франції – 3500, Великобританії – 5000, Європейській частині Росії – 5900).

Внутрішні регіональні відмінності полягають у тому, що до середньо забезпечених (6,19 тис. м³ на 1 жителя) за міжнародною класифікацією належить лише Закарпатська область. У Чернігівській, Житомирській, Волинській та Івано-Франківській областях цей показник низький (2-2,6 тис. м³), а у решті – дуже низький і надзвичайно низький (0,11-1,95 тис. м³ на 1 жителя).

Гальмівним фактором використання водних ресурсів є їх мінливість у часі: в природних умовах на частку весняного стоку припадає 60-70% на півночі і північному сході і до 80-90% на півдні країни.

У ХХ ст. питне водоспоживання населення здійснювалося переважно з підземних джерел. На них базується водне господарство більше 25% міст світу. Використовують частіше прісні води із зон активного водообміну та артезіанських басейнів з мінералізацією менше 1 г/дм³. Практично вся вода, яка надходить до магістралей питного водоспоживання, повинна піддаватися спеціальній водопідготовці через високий рівень техногенного забруднення поверхневих, а іноді і підземних природних вод.

Водні ресурси використовуються також як транспортні засоби: серед 35 трлн. тонно-кілометрів у рік водного вантажообігу світу приблизно 4% відносять до внутрішнього водного транспорту. Значна частина стоку річок світу проходить скрізь греблі гідроелектростанцій. Сучасне техногенне втручання у кругообіг води наближається до критичного рівня, перевищення

якого може суттєво вплинути на географічний розподіл опадів та якість води природних джерел.

Найбільшим водоспоживачем виступає промисловість, частка якої у загальному водоспоживанні країни перевищує 36%. Особливо виділяються три найбільш водоемкі галузі: енергетика, чорна металургія та хімічна промисловість, які використовують 83% всієї води, забраної промисловістю. Водоемність різних виробництв залежить від виду продукції, технічних засобів та технічних схем водоспоживання. Так, на виробництво 1 т різних видів готової продукції необхідні такі середні об'єми води (у м³): вугілля – 0,6; нафти – 3; сталі – 40; синтетичних волокон – 300; паперу – 900; гуми – 2300.

Значні об'єми води потрібні для охолодження енергоблоків: для роботи ТЕС потужністю 1 ГВт – 1,2–1,6 км³ води у рік, а для роботи АЕС потужністю 1 ГВт – до 3 км³. У сільському господарстві України щорічно використовується близько 9,2 км³ води (39% загального водоспоживання), причому 1,5 км³ води призначається безпосередньо для сільськогосподарського водопостачання, а 5,4 км³ надходять на зрошення.

Підземні води утворюються в основному за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Випавши на поверхню Землі, атмосферні опади стікають по її ухилу в річки і моря, випаровуються і просочуються (інфільтруються) через пори і тріщини в породах, поповнюючи запаси підземних вод. Підземні води приурочені до зони аерації і зони насичення. Зона аерації знаходиться в самій верхній частині земної кори від поверхні землі до рівня ґрунтових вод. В цій зоні пори заповнені як повітрям, так і водою. Деякий об'єм пор зайнятий фізично зв'язаною та капілярною водою. Під час випадання атмосферних опадів та сніготанення через зону аерації фільтруються гравітаційні води зверху вниз у вигляді окремих крапель та струминок. За ступенем насиченості різними видами води гірських порід у розрізі зони аерації виділяються: рослинний шар, шар капілярної кайми, проміжний шар. У зоні аерації розрізняють: води шару родючих ґрунтів, що сформовані внаслідок інфільтрації атмосферних опадів і різних поверхневих вод; верховодку – води, що утворюються на невеликій глибині, що затримуються лінзами і прошарками водотривких порід. Зона насичення розташована нижче зони аерації. В цій зоні всі пори (порожнечі) заповнені водою. Рівень ґрунтових вод є границею між цими двома зонами. Якщо кількість ґрунтових вод збільшується або зменшується, то рівень ґрунтових вод, відповідно, піднімається або опускається. Якщо обидві зони під поверхнею насичуються, то починається повінь, оскільки всі наступні опади змушені залишатися на поверхні. У зоні насичення розрізняють: ґрунтові води, міжпластові (ненапірні) підземні води; напірні («артезіанські») підземні води. На державному водогосподарському обліку знаходиться понад 110 тис. свердловин, якими щорічно постачається 5 км³ підземних вод (головним чином для питних та побутових потреб населення). Проте з ними пов'язана ціла низка проблем, які помітно відбиваються на умовах господарювання у різних регіонах країни. Мова йде насамперед про виснаження підземних водоносних горизонтів, від якого вже зараз відчутно потерпають не тільки значні промислові центри (Донбас, Харків, Одеса, Львів), а й населені пункти

менших розмірів, серед яких і численні обласні центри, у тому числі і деякі міста, розташовані у так званій зоні “надмірного зволоження” (Рівне, Луцьк та ін.). Помітно погіршується під антропогенним впливом (через забруднення) і якісний стан підземних вод, особливо підгрунтового горизонту, що в свою чергу, обмежує можливості їх подальшого використання. Станом на початок 2005 рік на Державному балансі запасів перебувало 386 родовищ прісних, 124 - мінеральних, два - термальних і одне промислових підземних вод.

Таблиця 1.4

Динаміка забору та використання води з поверхневих та підземних джерел
України

	2005	2006	2007	2008	2009
Забір води з природних джерел, млн. м³					
- всього	15083	15327	16352	15729	14478
- у тому числі прісної води	14255	14416	15356	14804	13656
- у тому числі з підземних водних джерел (вкл. шахтно-рудничні)	2449	2408	2315	2175	2007
- у тому числі морської води	828,0	911,0	995,7	925,2	822,1
Забезпечення валових потреб у воді у % за рахунок					
-забору прісних вод з поверхневих джерел	78	78	80	80	80
-забору вод з підземних джерел	16	16	14	14	14
У тому числі забору шахтно-рудничних вод	6	6	5	5	5
- забору морської води	6	6	6	6	6
- використання води в оборотних і повторно-послідовних системах	313	311	299	294	285
Використано води всього, млн.м³					
-на господарсько-питні потреби	2409	2298	2192	2103	1956
-на виробничі потреби	4878	4872	5167	5045	4327
-на зрошення	1186	1181	1625	1224	1411
-на сільськогосподарське водопостачання	248,8	246,6	236,1	208,0	203,5
Використано підземних вод					
-у тис.м ³ в добу	3518	3408	3268	3137	2884
- у відсотках до забору підземних вод	52	52	52	53	48
У тому числі використано підземних вод, тис.м³ в добу					
-на господарсько-питні потреби	2153	2035	1976	1934	1784
-на виробничі потреби	632	617	595	583	492
-на зрошення	7	9	16	11	13
-на сільськогосподарське водопостачання	822	637	593	527	514

Продовження таблиці 1.4

	2005	2006	2007	2008	2009
Скинуто підземних вод без використання (шахтно-рудничних)					
-у тис.м ³ в добу	2106	2470	2361	2120	1997
-у відсотках від забору підземних вод	31	37	37	36	36
Використано стічних вод, млн. м ³	397,6	388,5	438,6	353,3	389,9
Використано колекторно-дренажних вод, млн.м ³	94,05	100,3	100,0	105,0	90,98
Оборотне та повторно-послідовне водо забезпечення, млн.м ³	41167	47716	48883	46260	41379

*за даними «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2009 році».

1.2.4. Біологічні ресурси. Біологічними ресурсами називають сукупність живих організмів планети, які забезпечують існування біосфери. Діяльність живих організмів забезпечує найважливіші процеси, що протікають у природі (фотосинтез, дихання, біогеохімічні кругообіги тощо) і з якими тісно пов'язане формування всіх інших природних ресурсів: сировинних, кліматичних, водних, земельних, рекреаційних. Біологічні ресурси можна розглядати як сукупність живих організмів усіх чотирьох царств природи: рослин, тварин, грибів та мікроорганізмів. Експлуатація біоресурсів планети включає такі основні види діяльності людини як сільське господарство, лісівництво, збирання продукції лісів, промисел звірів, птахів, риби та морепродуктів. Така діяльність часто призводить до порушення та знищення природних біоценозів, зменшує біологічне різноманіття. Згідно з оцінкою Лісового департаменту ФАО ООН на початок ХХ ст. ліси світу займали близько 40 млн. км² (на період виникнення землеробства — 62 млн. км²) поверхні суші. Процес вирубування лісів продовжується і надалі. Особливо інтенсивно зменшується площа тропічних лісів. За оцінками ФАО, глобальне скорочення лісів у 18 разів перевищує їх відновлення. На жаль, зараз і в Україні щорічно вирубується більше лісів, ніж висаджується.

Сумарне споживання деревини у світі в наші дні складає приблизно 3 млрд. м³/рік. Це рівнозначно видаленню 4,5 млрд. т сухої речовини рослинної маси, або 7% річної біологічної продукції усіх лісів. Більша половина біологічної продукції видобувається з тропічних лісів Азії, Африки та Латинської Америки, де майже 80% деревини використовують як паливо. У країнах, що розвиваються, щорічно “переходить у дим” приблизно 12 млн. га лісу. Вологі тропічні ліси займають до 7% поверхні суші, і в них знаходиться до 2/3 усіх видів тварин та рослин. За 10 тисячоліть цивілізації людство значною мірою перетворило усі простори нелісових рівнинних екосистем – 30 – 50 млн. км² степів, лісостепів, саван, прерій. Заміна природних фітоценозів агроценозами призвела до радикальної зміни наземних екосистем. Замість стійких угруповань десятків видів рослин виникли штучні монокультури, які не здатні до самопідтримки і саморегуляції.

Значне господарське значення мають водні біоресурси. На сьогодні у світі виловлюють щорічно 100 млн. т риби та 10 млн. т інших морепродуктів. За даними ФАО, в процесі вилову риби завдаються збитки 70% світових експлуатаційних запасів промислових риб. Водним біоресурсам збитки наносяться не лише промислом, але й техногенним порушенням нерестилищ, шляхів міграції, забрудненням акваторій та іншими впливами техногенезу на біосферу.

Рослинні ресурси України представлені вищими рослинами, мохами, лишайниками та водоростями, які використовуються для матеріальних та культурних потреб суспільства. В Україні налічується понад 25 тис. видів рослин, з яких вищих судинних рослин – 4,5 тис. видів, мохоподібних – близько 800 видів, лишайників – понад 1 тис., грибів – понад 15 тис. видів, водоростей – близько 4 тис. видів.

Ресурси тваринного світу України. Під тваринним світом розуміють сукупність всіх особин тварин різних видів, які постійно або тимчасово мешкають у межах будь-якої території чи акваторії. Загалом в Україні налічується понад 44 тис. видів тварин, у тому числі близько 700 видів хребетних (серед останніх 103 види ссавців, 367 видів птахів, понад 270 видів риб, майже 40 видів плазунів земноводних) та понад 27 тис. видів безхребетних (серед них домінують комахи — понад 20 тис. видів).

1.2.5. Енергетичні ресурси.— це всі доступні для промислового та побутового використання джерела різноманітних видів енергії: механічної, теплової, хімічної, електричної, ядерної.

До *невідновлюваних енергоресурсів* відносяться в першу чергу різні види мінерального палива: нафта, природний газ, вугілля, горючі сланці, торф, інші каустобіоліти (горючі вкопні гірські породи органічного походження) нафтового та вугільного рядів, а також радіоактивні (переважно уранові) руди. Вони використовуються в сучасному світовому господарстві як паливно-енергетична сировина особливо широко і тому нерідко називаються «традиційними енергоресурсами», тобто джерелами енергії для традиційної енергетики (теплоенергетики, гідроенергетики, ядерної енергетики). В принципі всі перелічені енергоресурси здатні до відновлення, але терміни їх відновлення вимірюються в масштабах геологічного часу.

До *відновлюваних енергоресурсів* (ресурсів «одного урожаю») належать: енергія Сонця; енергія вітру; енергія течій води (переважно гідравлічна енергія річок), хвиль, припливно-відпливна енергія; тепла енергія Землі (в тому числі геотермальна), повітря, морів та океанів; енергія біомаси. Вони є джерелами енергії для нетрадиційної енергетики (малої гідроенергетики, вітроенергетики, геліоенергетики, геотермальної енергетики, біоенергетики тощо). Відновлювані енергоресурси постійно відновлюються за рахунок природного надходження за терміни, які співрозмірні з термінами їх експлуатації, тому їх умовно можна віднести до «невичерпаних» природних ресурсів.

Вуглеводнева сировина. У межах території України виділяються три нафтогазоносні райони: Східний (Дніпровсько-Донецька западина і північно-західна частина Донбасу), Західний (Волино-Подільська плита, Прикарпаття,

Карпати і Закарпаття) і Південний (Причорномор'я, Крим та шельф у межах виключної (морської) економічної зони Чорного та Азовського морів). Державним балансом запасів корисних копалин враховано запаси нафти, газу і газового конденсату за 381 родовищем. Основна їх кількість - 211 - зосереджена у Східному регіоні, 112 - у Західному, 45 - у Південному. Обсяг щорічного видобутку рідких вуглеводнів за останні роки в середньому становив 4 млн. т нафти з конденсатом, що дорівнює 10%, що споживаються в країні. В цілому протягом 2011 - 2020 рр. планується приростити 32,5 млн. т, а протягом 2021 - 2030 рр. – 40 млн. т нафти і конденсату. Видобуток природного газу з середини 1970-х років в Україні знизився з 68,3 до 20 млрд. м³ і продовжує знижуватися, а видобуток нафти зменшився з 11,6 до 3,5 млн. т. Основними причинами скорочення видобутку вуглеводневої сировини є різке зменшення обсягів геологорозвідувальних робіт (що призвело до значного зниження приросту запасів вуглеводневої сировини) і виснаження нафтогазових родовищ. Обсяг щорічного видобутку природного газу в Україні за останні роки в середньому становив 18 - 20 млрд. м³, що становить 20% від споживаних в країні. В цілому протягом 2011 - 2020 рр. планується приростити 127 млрд. м³, а протягом 2021 - 2030 рр. - 160 млрд. м³ газу (Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року).

Крім традиційної газоподібної вуглеводневої сировини інтерес представляють *нетрадиційні джерела природного газу* (сланцевий газ, метан вугільних пластів, газогідрати). Слід зауважити, що значні резерви нетрадиційного газу України становлять: газ низько-проникних колекторів центрально-басейнового типу, ресурси якого складають більше 8 трлн. м³; метановий газ родовищ вугілля Донбасу - від 12 до 25 трлн. м³; газ сланцевих товщ, ресурси якого, за різними джерелами, складає від 2 до 32 трлн. м³. Перспективи газоносності пов'язуються з аргілітами, алевроліто-глинистими породами та щільними піщаниками девонсько-карбонів та пермського періодів. Станом на 1.01.2010 р. в Україні балансові запаси категорій А+В+С₁+С₂ оцінені в 313,9 млрд. м³ метану вугільних пластів (на балансі діючих шахт - 140,8 млрд. м³). У цьому напрямі передбачаються: розробка методів вивчення і оцінки запасів метану вугільних пластів; проведення геологорозвідувальних робіт з оцінкою запасів і ресурсів метану вугільних пластів окремих ділянок; одержання промислових категорій запасів метану вугільних пластів для забезпечення його видобутку в обсязі 8 млрд. м³ у 2020 р. та 16 млрд. м³ у 2030 р. В центральній глибоководній частині Чорного моря кількість метан-гідрату оцінюються в 20 - 30 трлн. м³, а в цілому в морському басейні в 60 - 80 трлн. м³. За даними академіка НАНУ Є.Ф. Шнюкова (2012), запаси метан-гідрату досягають 25 трлн. м³, та із них на Україну припадає приблизно 7 трлн. м³.

Вугілля в Україні – єдина енергетична сировина, запасів якої потенційно достатньо для забезпечення енергетичної безпеки держави. Видобуток вугілля та його переробка в готову вугільну продукцію на прогнозований період залишається основним джерелом забезпечення потреб України в енергоносіях. Загальні ресурси вугілля України: балансові, позабалансові, прогнозовані (за

станом на 1.01.2010 р.) становлять 117,12 млрд. т, у т. ч. розвідані запаси - 56,25 млрд. т, з них коксівних марок - 17,21 млрд. т (30,6%), антрацитів - 7,60 млрд. т (13,5%). Разом з тим вугільні родовища України характеризуються дуже складними природними умовами їх розробки, а наявний шахтний фонд – високою зношеністю і низьким технічним рівнем, внаслідок чого вітчизняна вугільна промисловість є збитковою і потребує державної підтримки.

В Україні можуть використовуватися горючі сланці Бовтиського родовища (запаси 4 млрд. т) і менілітові сланці олігоцен-міоценових відкладів складчастих Карпат і Передкарпатського прогину.

На 5 українських АЕС працюють 14 реакторів, які нині виробляють близько 50% загального обсягу електроенергії, що виробляється в Україні. Задоволення потреб у сировині для атомної енергетики на 30% досягається за рахунок розробки Ватутінського, Центрального та Мічурінського родовищ, Кіровоградського урановорудного району Українського кристалічного щита. Готується для введення в експлуатацію Новокосятинівське родовище. Загальний стан уранової мінерально-сировинної бази оцінюється як задовільний. Основу її становлять великі за запасами родовища у Кіровоградському рудному районі, уранові руди яких за якістю належать до рядових і бідних. Друге місце за своїм промисловим значенням займають родовища у вуглисто-піщаних відкладах палеогену Дніпровського басейну, які придатні для відпрацювання методом підземного вилуговування на місці їх залягання. Хоча окремі родовища цього типу невеликі за запасами, але їх загальні ресурси значні. До резервних належать невеликі за запасами родовища на Українському кристалічному щиті - Южне, Лозоватське і Калинівське, руди яких разом з ураном містять торій, молібден та рідкісноземельні метали. Геотермальні електростанції завжди були географічно «прив'язані» до районів геотермальних родовищ. В Україні першу геотермальну циркуляційну систему (на основі застосування підйомних та нагнітальних свердловин) збудовано у 1988 р. на території с. Іллінки Сакського району Криму. Станом на 2004р. в Україні введено 9 геотермальних установок із сумарною тепловою потужністю 10,6 МВт. Звичайно, в загальному балансі енергетики України цей вид енергії не може відігравати значну роль, але для районів зі сприятливими геотермічними умовами геотермальні електростанції можуть задовольнити потреби в електроенергії; їх можна застосовувати в технологічних процесах харчової та місцевої переробної промисловості, для виробництва будівельних матеріалів, в сушильних установках тощо).

В Україні розвиток вітроенергетики та сонячної енергетики поки що знаходяться на початковому етапі. Згідно «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» орієнтовно частка відновлюваних джерел енергії до 2010р. повинна становити 2 - 3%, до 2030 р. – 6 - 7% і більше. В «Комплексній програмі розвитку вітроенергетики», що розроблена і затверджена КМУ в 1996р. в рамках «Національної енергетичної програми України» (Постанова ВР України №191/96-ВР 1996р.) до 2010р. сумарна потужність вітроустановок України повинна бути 1990 МВт. До 2002 р. було розроблено 14 галузевих керівних документів, які стосуються специфіки забезпечення процесів виробництва вітроустановок (ВЕУ), проектування і експлуатації ВЕУ; 3 Державних стандарти

України (ДСТУ 3896-99, ДСТУ 4037-2001, ДСТУ 4051-2001), адаптовані до умов Системи ДСТУ 9 міжнародних стандартів з вітроенергетики, які введені в дію в 2003р. В Україні перспективи вітроенергетики насамперед пов'язуються з узбережжями морів, південним берегом Криму, вершинами гір, Донецькою височиною, Приазовською та Причорноморською низовинами, які характеризуються середньорічною швидкістю вітру 5,5 - 6,0 м/с і мають дуже високий вітроенергетичний потенціал. Є перспективи для використання їх в інших регіонах України з постійними вітрами. Встановлена потужність вітрових електростанцій України складає 0,75 - 17,3 МВт (разом 58,38 МВт). В Україні вітрові електростанції доцільно розміщувати в місцях, де постійно дмуть вітри: на узбережжях морів, великих озер і водосховищ, в степах, передгір'ях та у гірських районах, тобто в районах зі значним вітроенергетичним потенціалом.

В Україні нараховується понад 63 тис. малих річок і водотоків загальною довжиною 135,8 тис. км. При використанні енергетичних ресурсів малих річок важливе значення має тривалість льодяного покриву взимку, що впливає на кінетичну енергію потоку річок. На початку 1950-х рр. кількість малих ГЕС в Україні становила 956 одиниць із загальною потужністю 30 тис. кВт. Однак через концентрування виробництва електроенергії на потужних ТЕС і ГЕС їх будівництво було призупинено, почалася їх консервація, демонтаж, сотні малих ГЕС були зруйновані. Залишилось лише 48 малих ГЕС, які характеризуються незадовільним технічним станом. АО «Київенергомаш» в рамках «Програми розвитку малої енергетики України» розробляє проекти з відновлення та реконструкції існуючих та будівництва нових малих ГЕС. Мала гідроенергетика через її незначну питому вагу (0,2%) в загальному енергобалансі не може істотно впливати на умови енергопостачання країни, однак експлуатація малих ГЕС дає можливість виробляти майже 250 млн. кВт електроенергії на рік, що еквівалентно щорічній економії до 75 тис. т дефіцитного органічного палива.

Перспективна біоенергетика – одержання корисної енергії або палива шляхом використання біомаси. За рахунок перетворення біомаси можна генерувати електроенергію, теплоту, виробляти рідке, газоподібне та тверде паливо. У 2004 р. енергетичне використання біомаси становило: в США 3,2%, Данії – 8%, Австрії – 11%, Швеції – 19% і Фінляндії – 21% загального споживання первинних енергоносіїв (в основному шляхом використання відходів деревини). В Україні цей показник був лиш 0,6%, але перспективний енергетичний потенціал становить 122 млн. МВт·год/рік. Одним із перспективних напрямів у процесі забезпечення себе доступними джерелами енергії в Україні вважається використання енергії біопалива, але виключно за рахунок переробки відходів, збагачених органічними речовинами.

Саме використання альтернативних джерел енергії дозволяє економити непоновлювані ресурси і значно зменшувати забруднення природних систем. Сьогодні у світі використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії досягло промислового рівня. Вітроенергетика успішно розвивається в Данії, Німеччині та інших західноєвропейських країнах. В Україні в теперішній час внесок нетрадиційних джерел енергії дуже низький і становить в останні роки 0,3 - 3,0% у структурі загального енергетичного балансу. Наприклад є значні

передумови для одержання енергії із біомаси, насамперед, із відходів лісопереробної, харчової та інших галузей промисловості, відходів тваринницьких комплексів, твердих побутових відходів.

1.2.6. Металеві і неметалеві руди, нерудні копалини. Ці запаси поступово виснажуються, але ресурси значні, крім ряду металів (міді, свинцю, срібла, золота тощо), запаси яких перспективні на 15-20 років. Накопичення на поверхні землі важких металів, що добуваються із надр, має кризовий характер, загрожує геохімічними та екологічними катастрофами. Потрібна негайна регуляція та пильна увага. Сучасне індустріальне суспільство потребує металевих і неметалевих корисних копалин, які утворюються виключно повільно, тому використовуються одноразово. Це найважливіші ресурси у житті людського суспільства, про що свідчать найменування періодів розвитку людства: кам'яний, бронзовий та залізний віки. Запаси різних металів в літосфері обмежені. В даний час з надр видобувається близько 200 видів корисних копалин, що включають усі стабільні хімічні елементи, а річний обсяг світового видобутку мінеральної сировини досягає 17 - 18 млрд. т/рік. Співвідношення запасів та потреби в них для деяких видів мінеральної сировини виглядають таким чином: *Au, Cd* - 1,1; *S* - 1,0; *Ba*, асбест, гіпс - 0,8; *Br, Ge* - 0,7; *Zn* - 0,6; графіт - 0,5; *Bi, Ag, F* - 0,3; слюда - 0,1. За прогнозами експертів США скрута з кольоровими металами (*Cu, Pb, Zn, Sn, Al*) виникне іще до кінця XXI сторіччя. За існуючого стану видобутку золота (приблизно 940 т у 1975 р.) розвіданих запасів золота вистачить на 50 - 60 років. Однак слід враховувати, що удосконалення технологій дозволить розробляти родовища з дуже низьким вмістом корисних компонентів, що у наш час чи недоступно, чи економічно недоцільно. Проводяться роботи щодо використання вторинних ресурсів, впровадження маловідходних технологій, комплексного використання мінеральної сировини (деметалізація нафти і природних вод, видалення побіжних компонентів і т.д.), що дозволяє економити мінеральну сировину. Відкриті невідомі раніше залізисто-марганцеві конкреції на дні океанів (їх запаси становлять 1,5 трлн. т, у той час як на суші світові запаси заліза дорівнюють 141000 млн. т, а марганцю 450 млн. т), нові типи родовищ рудних корисних копалин (наприклад, стратиформні). Розробляються технології більш повного видобування широкого спектру корисних компонентів, що дозволяє доволі оптимістично оцінювати потенційні ресурси багатьох видів мінеральної сировини (заліза, марганцю, алюмінію, кобальту і ін.).

У зв'язку із обмеженими ресурсами мінеральної сировини великий інтерес представляють відвали розкривних порід та порід відпрацьованих родовищ, відходи гірничо-збагачувальних фабрик і т. п., тобто реальні або перспективні вторинні матеріальні ресурси. Щорічно на земній поверхні накопичується техногенна маса з вмістом заліза - 350, фосфору - 7,4, міді - 5,7, свинцю - 2,8 та барію - 2,5 млн. т, урану - 230, миш'яку - 190, ртуті - 7,9 тис. т, утилізація яких дозволила б поліпшити екологічну ситуацію в багатьох регіонах.

Україна посідає провідні місця щодо інтенсивності експлуатації надр. Вона видобуває, наприклад, металевих корисних копалин на одиницю території більше, ніж її сумарно видобувають усі країни Західної Європи (табл. 1.5), а

перспективу використання у часі розвіданими запасами корисних копалин показано у таблиці 1.6.

Таблиця 1.5

Видобування основних корисних копалин в Україні в 1991–2009 роках, млн т

Група корисних копалин	1991	1996	2005	2006	2997	2008	2009
Горючі	142,4	73,3	82,3	81,8	78,6	84,9	74,0
Металеві	229,5	120,3	176,7	176,2	187,1	173,8	147,8
Гірничо-хімічні	36,8	7,8	8,9	8,9	8,3	5,8	6,1
Гірничорудні	7,5	1,7	2,9	2,7	3,1	2,4	1,8
Нерудні для металургії	56,0	30,6	53,1	54,5	58,4	53,5	30,0
Для будівництва	352,0	66,0	105,5	114,7	144,6	156,2	94,1
Питні і технічні підземні води	5104,0	1799,3	1015,3	966,3	918,4	895,9	781,2
Мінеральні і столові підземні води	2,7	0,6	1,4	1,7	2,2	2,5	2,1
Разом	5930,9	2099,9	1406,8	1406,8	1400,7	1376,0	1137,1

Таблиця 1.6

Розрахункова забезпеченість України запасами корисних копалин, роки

Назва корисних копалин	Забезпеченість балансовими запасами	Резерв	
		родовища, що не розробляються	забезпеченості запасами, років
Залізна руда	217	24	70
Марганцева руда	292	1	204
Сіль калійна	2650	11	1362
Сіль кухонна	1867	3	59
Сірка	1549	7	586
Графіт	1246	4	285
Каолін	293	12	148
Глина вогнетривка	321	12	185
Доломіт для металургії	493	4	336
Каміння облицювальне	2550	76	857
Каміння будівельне	609	321	185
Пісок будівельний	597	231	274
Скляна сировина	254	18	359
Цементна сировина	423	15	132
Цегельно-черепична сировина	835	979	497

1.3. Взаємодія техносфери з довкіллям

Взаємодія господарської діяльності людини з ресурсами навколишнього середовища відбувається на декількох рівнях: технологічний процес - установка - виробництво - підприємство - галузь виробництва (випалення сировини - цементна піч, що обертається, - виробництво цементу - цементний завод - будматеріали). Найбільш характерною ланкою, що визначає умови взаємодії, є виробництво, оскільки розглядаючи окремі виробництва можна врахувати різні взаємодії технологічних процесів і установок, що входять у виробництво, а, розглядаючи сукупність виробництв з урахуванням взаємних зв'язків, можна визначити їх сумарний вплив в масштабах галузі або регіону.

1.3.1. Матеріальне виробництво — це комплекс процесів діяльності людини, які впливають на речовини природного або штучного походження за допомогою певного обладнання з метою виготовлення продукції, необхідної для забезпечення належних умов для забезпечення життєдіяльності. Матеріальне виробництво передбачає передусім діяльність, спрямовану на освоєння навколишнього природного середовища і є основою суспільного розвитку, оскільки саме воно задовольняє найрізноманітніші людські потреби (фізіологічні, духовні, соціальні, особистої безпека, престижу тощо). Матеріальне виробництво не може існувати без природних та людських ресурсів. Останнім часом велику увагу приділяють саме використанню умовно невичерпних, відновлюваних та вторинних ресурсів, як основи розвитку цивілізованого суспільства. Матеріальне виробництво включає сільськогосподарське та промислове виробництво і науково-інформаційну діяльність.

Особливу роль у життєдіяльності людини відіграють промислові виробничі підприємства, які є невід'ємною частиною матеріального виробництва. Сьогодні основними джерелами формування техносфери є промислові підприємства, сільське господарство, військова діяльність та транспорт. Середовище, в якому людина здійснює свою трудову діяльність для задоволення повсякденних різноманітних потреб, носить назву виробниче середовище. Воно містить комплекс підприємств, організацій, установ, засобів транспорту, комунікацій тощо. Виробниче середовище характеризується специфічними параметрами для кожного виробництва і визначається його призначенням:

- вид продукції, яка виробляється;
- обсяг виробництва;
- кількість працівників;
- продуктивність праці;
- енергоємність;
- сировинна база;
- відходи виробництва, тощо.

Крім цих параметрів, є й такі, що визначають техногенний вплив виробництва на довкілля. Це:

- газоутворення;
- пилоутворення;

- шум та вібрації;
- радіаційне випромінювання ;
- електромагнітне випромінювання, тощо.

В свою чергу, виробниче середовище існує поряд з середовищем проживання людей (селітебні зони), що містить сукупність житлових будівель, споруд культурного та спортивного призначення, а також комунально-побутові підприємства. До основних параметрів побутового середовища відносять:

- розмір житлової площі людини;
- ступінь електрифікації та газифікації житла;
- наявність централізованого опалення, холодної та гарячої води;
- розвиток громадського транспорту;
- харчове забезпечення та інше.

Ці середовища формуються людиною фактично в односторонньому напрямку без участі природи, але переважно за рахунок її ресурсів. Отже, сукупність цих середовищ можна назвати побутово-виробничим, штучним, антропогенним або ж — *техногенним середовищем*.

Головною причиною створення та розвитку техногенного середовища було і є прагнення людей задовольняти свої потреби, які весь час зростають. Однак дуже часто через незнання або нехтування законами природи людська діяльність призводить до небажаних, а інколи навіть до трагічних екологічних наслідків.

Промислове виробництво (ПВ) — це відносно самостійна система, до структури якої входять:

- виробничі об'єкти підприємства (цехи, складські приміщення, дільниці, лабораторії тощо);
- комунально-побутові об'єкти;
- об'єкти водопостачання;
- локальні очисні споруди;
- накопичувачі відходів;
- енергетичні об'єкти тощо.

Усі потреби для забезпечення ПВ задовольняються шляхом постійного обміну речовиною, енергією та інформацією з природним середовищем.

Обмін речовиною проходить шляхом залучення визначених технологічних та природних ресурсів у матеріально-технічне виробництво, в процесі якого створюється продукція господарського споживання та утворюються відходи.

Обмін енергією відбувається шляхом перетворення природних енергетичних ресурсів у енергетичні ресурси виробництва, а також шляхом виділення у навколишнє середовище частки енергії, яка не використана у виробництві в первинному або інших видах.

Обмін інформацією дозволяє корегувати процеси обміну речовиною та енергією і робити висновки про стан окремих компонентів ПВ. Інформація природного характеру виражається через властивості природних компонентів, технічну інформацію отримують через використання автоматизованих систем контролю, прогнозу та управління процесами виробництва та станом природних об'єктів та їх параметрів.

Таким чином, процеси обміну речовиною та енергією у ПВ можуть контролюватись та цілеспрямовано керуватись за допомогою визначених технічних засобів, за рахунок чого ПВ перетворюється у промислово-природні комплекси. Можливість контролю та управління процесом обміну речовиною та енергією між природним середовищем та промисловим виробництвом є основою для підвищення ефективності використання та охорони природних ресурсів в процесі будівництва та експлуатації промислових об'єктів і забезпечення заданого рівня якості навколишнього середовища в зоні їх дії.

Кожне підприємство (кар'єр, шахта, завод, тощо) є складною виробничою системою, яка призначена для виготовлення певного виду продукції. Так, кар'єри призначені для добування піску, глини, бурого вугілля; шахти для добування кам'яного вугілля, солі, руди; заводи для виготовлення машин, фабрики для шиття одягу тощо.

Отримання кожного виду продукції є результатом певного виробничого процесу.

Виробничий процес – це сукупність дій пов'язаних з науково-технічними та конструкторськими розробками, проектуванням, прогнозуванням, транспортуванням та зберіганням сировини, виготовленням проміжної та готової продукції, її випробуванням, пакуванням, обліком та зберіганням, ремонтом обладнання тощо. Виготовлення проміжної та готової продукції належить до технологічного процесу, який є складовою частиною виробничого процесу.

Технологічний процес – це послідовний набір технологічних операцій, в ході кожної з яких із сировини отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями. У ході цих операцій змінюються форма, розміри і/або властивості сировини. Внаслідок цих змін сировина перетворюється на напів- або готову продукцію.

Кожний технологічний процес складається з дрібніших технологічних процесів або сам є частиною більш складного процесу. Наприклад, технологічний процес складання автомобільного двигуна, з одного боку, можна поділити на дрібніші, які відрізняються один від одного: технологічні процеси складання шатунно-поршневої групи, блоку циліндрів або коробки зміни швидкостей; з іншого боку, технологічний процес складання двигуна є частиною технологічного процесу складання автомобіля в цілому.

Технологічні процеси постійно вдосконалюють, оскільки наука, техніка та технології пропонують нові, ефективніші способи обробки сировини, нове продуктивніше обладнання та більш досконалі інструменти. Для виконання технологічного процесу потрібно обладнати місце праці (роботи).

Місцем праці (роботи) називають відповідно обладнану територію, яка призначена для виконання певного технологічного процесу одним або групою працівників (робітників).

1.3.2. Матеріальний та енергетичний баланс промислово-виробничого об'єкту. Можна виділити *матеріальні, енергетичні та трудові* ресурси ПВ. Для аналізу та визначення якісних та кількісних характеристик, необхідних для оцінки ефективності матеріально-енергетичних ресурсів ПВ, застосовують

балансовий метод. Структурна схема матеріального балансу промислового виробництва (рис. 1.2) дозволяє за рівнянням матеріального балансу промислово-виробничого об'єкта розраховувати витрати матеріальних ресурсів на одиницю продукції, що випускається. Такі розрахунки використовують, зокрема, для розробки та оформлення екологічного паспорту промислового об'єкту.



Рис. 1.2. Схема матеріального балансу промислового виробництва.

За кожним видом ресурсів ПВ визначаються обсяги їх використання для виготовлення готової продукції, а також втрати сировини та енергії з викидами, скидами та відходами виробництва. Дефіцит балансу характеризує невраховані втрати матеріальних ресурсів.

Для конкретного виду ресурсів формула матеріального балансу має вигляд:

$$M_{\text{внв}} = M_{\text{зн}} + M_{\text{в}} + M_{\text{втр}}, \quad (1.1)$$

де: $M_{\text{внв}}$ — матеріальні ресурси на вході процесу виробництва;

$M_{\text{зн}}$ — матеріальні ресурси в складі готової продукції;

$M_{\text{в}}$ — матеріальні ресурси в уловлених або складованих відходах;

$M_{\text{втр}}$ — матеріальні ресурси, які втрачені через, викиди, скиди тощо.

Аналіз матеріального балансу дозволяє отримати дані для оцінки ступеня впливу промислового виробництва на навколишнє середовище та ефективність використання ресурсів.

Невід'ємною складовою промислового виробництва є різні енергетичні ресурси. В загальному випадку енергетичні ресурси у технологічному процесі ПВ можуть брати участь або у вигляді електроенергії, гарячої води, пари,

повітря високого тиску тощо, або у вигляді енергетичної сировини (вугілля, нафта, нафтопродукти, природний газ, ядерне паливо тощо).

Загальний енергетичний баланс E_{ex} (в умовних одиницях) визначається за рівнянням:

$$E_{ex} = E_{en} + E_{ep} + E_{emp}, \quad (1.2)$$

де: E_{ex} — витрати енергетичних ресурсів на вході виробництва;

E_{en} — витрати енергетичних ресурсів на виробництво готової продукції;

E_{ep} — витрати на утворення вторинних енергетичних ресурсів;

E_{emp} — втрати енергетичних ресурсів.

Очевидно, що чим більше утворених вторинних енергетичних ресурсів, тим менша ефективність використання первинних енергетичних ресурсів. Резервом росту ефективності використання енергетичних ресурсів є не тільки підвищення ККД технологічного обладнання, але можливість утилізації та рекуперації вторинних енергетичних ресурсів.

Процес обміну речовиною та енергією між матеріальним виробництвом та навколишнім середовищем (тобто процес їх взаємодії) призводить до появи в природних компонентах нових речовин та нових видів енергії, які виділяються із технологічного процесу виробництва. Якщо ця речовина та енергія, частково включається у природний процес та не приводить до якісних змін у навколишньому середовищі, такий процес носить позитивний характер взаємодії навколишнього середовища з промислово-виробничим об'єктом.

У разі коли обмін речовиною та енергією між матеріальним виробництвом та навколишнім середовищем носить негативний характер, то речовина та енергія виступає в ролі шкідливих чинників довкілля та створює або посилює умови техногенного характеру.

1.3.3. Оцінка ступеня техногенного навантаження на довкілля. Критерій техногенної дії, за допомогою якого можна оцінити ступінь впливу на довкілля виробництва $K_{тд}$ визначають за формулою:

$$K_{тд} = B_{тв} / B_{ф} = B_{тв} / (B_{тв} + B_{д}), \quad (1.3)$$

де: $B_{тв}$ — теоретичний вплив на довкілля, який визначається впровадженою технологією виробництва;

$B_{ф}$ — фактичний вплив на довкілля цього підприємства;

$B_{д}$ — додатковий вплив, який залежить від ступеня реалізації екологічно чистих технологій на конкретному підприємстві.

Максимальне значення $K_{тд} = 1$, визначається за умови $B_{ф} = B_{тв}$ тобто коли фактичний вплив відповідає теоретичному. Він досягається впровадженням чистих екологічних технологій.

До показників екологічної ефективності технологічних процесів відносять: екологоемність процесу E_e , його ресурсоемність E_p , та коефіцієнт екологічності об'єкта K_{eo} . Коефіцієнт екологічності визначають за формулою:

$$K_{eo} = (1 - E_e) / E_p, \quad (1.4)$$

де: $E_e = P_n / Q_n$; $E_p = R_n / Q_n$,

P_n – величина шкідливого впливу на довкілля;

R_n – втрати енергії, води, повітря, земельних та інших природних ресурсів;

Q_n – питома одиниця корисної продукції або послуги.

Коефіцієнт екологічності характеризує ступінь замкнутості об'єкта щодо довкілля. За умови $K_{eo} = 1$, порушується природний потенціал без отримання корисного ефекту. При $0 < K_{eo} < 1$ в технологічному процесі відсутні неутілізовані відходи виробництва, тобто має місце 100% замкнутість процесу.

1.4. Джерела впливу на довкілля

1.4.1. Техногенні забруднення. *Забруднення* — це внесення у навколишнє середовище або виникнення в ньому нових, зазвичай не характерних хімічних та біологічних речовин, агентів (або внесення в надлишковій кількості будь-яких уже відомих речовин), яке призводить до негативних наслідків для людей чи природних систем.

Забруднювальна речовина — фізичний чи інформаційний агент, зокрема, біологічний вид, що потрапляє у навколишнє середовище або виникає в ньому у кількостях, які перевищують межі звичайного вмісту і яких природа не здатна позбутися шляхом самоочищення.

Таким чином можна зробити висновок, *забруднення* - це негативне явище (природного або антропогенного походження), яке робить об'єкти навколишнього середовища частково або повністю небезпечними для людей чи природних систем, а *забруднювальна речовина* - агент, який породжує забруднення.

Забруднювальні речовини, що потрапили в атмосферне повітря чи води Світового океану, здатні переміщуватися на значні відстані. Більшість з них хімічно та біологічно активні й здатні взаємодіяти з живою речовиною.

Для сучасних процесів в екосистемах або у біосфері в цілому забруднення довкілля класифікуються за:

- *походженням* - на природні, антропогенні;
- *видом* - матеріальні, енергетичні;
- *впливом* - механічні, хімічні, фізичні, біологічні;
- *характером* - умисні, супутні, аварійні, випадкові;
- *поширенням* - локальні, регіональні, глобальні.

Природні забруднення - спричинені будь-якими природними явищами без впливу людини (виверження вулканів, повені, селевий потік, вивітрювання ґрунтів, розкладання рослин і тварин тощо).

Антропогенні забруднення - викликають несприятливі зміни навколишнього середовища, спричиненні людською діяльністю.

Матеріальні забруднення - вид забруднення, яке об'єднує механічні, хімічні та частково біологічні.

Енергетичні забруднення - фізичні забруднення з енергетичними властивостями.

Механічні забруднення - привнесення в екосистему різних чужорідних для неї предметів, відходів, сміття, абіотичних наносів тощо, які порушують її природне функціонування без фізико-хімічних наслідків.

Фізичні забруднення - привнесення в екосистему джерел енергії (тепла, світла, шуму, вібрації, гравітації, електромагнітного, радіоактивного випромінювання тощо), яке проявляється у відхиленні від норми її фізичних властивостей.

Хімічне забруднення - привнесення в екосистему чужорідних для неї хімічних елементів і сполук в концентраціях, що перевищують фонові.

Біологічні забруднення - спричиняють появу в природі (як правило у результаті антропогенної діяльності) нових різновидів живих організмів, патогенів та збудників хвороб, а також спровоковане людиною катастрофічне розмноження окремих видів (наприклад, внаслідок необґрунтованої інтродукції, порушень карантину тощо).

Умисні забруднення - цілеспрямовані антропогенні зміни стану довкілля: протизаконні викиди й скиди шкідливих відходів виробництва у водні об'єкти, повітря та ґрунт, знищення лісів, пасовищ, браконьєрство, утворення кар'єрів, неправильне використання земель, природних вод тощо.

Супутні забруднення - поступові зміни стану атмосфери, гідросфери, літосфери й біосфери в окремих районах, регіонах і планети в цілому в результаті антропогенної діяльності - опустелювання, висихання боліт, зникнення малих річок, поява кислотних дощів, парникового ефекту, руйнування озонового шару, тощо).

Аварійні забруднення - виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, порушення технологічних процесів на виробництві або пошкодження споруд та устаткування у результаті природних явищ.

Випадкові забруднення - виникають внаслідок аварійних викидів (токсичних газів тощо) або скидів (стічних вод) промисловістю, сільським та комунальними господарствами тощо.

Локальне - забруднення невеликого району, населеного пункту, транспортної магістралі тощо.

Регіональне - забруднення, яке спостерігається в межах значного простору, але не охоплює усю планету.

Глобальне - забруднення, яке виявляється в будь-якій точці планети вдалині від його джерела.

Класифікувати *забруднювальні речовини* складно через їх велику кількість і різноманітність. Умовно їх можна об'єднати в такі головні групи:

- *за видом* - механічні, хімічні, фізичні, біологічні;
- *за часом дії* - стійкі, нестійкі, середньої стійкості;
- *за впливом* - прямої та непрямой дії;
- *за характером* - первинні, вторинні.

Механічні забруднювальні речовини - це різні тверді частинки або предмети (викинуті як непотрібні, відпрацьовані, невикористані) на поверхні Землі, в ґрунтах, воді та в Космосі (пил, уламки космічних апаратів).

Хімічні забруднювальні речовини - тверді, газоподібні й рідкі речовини, хімічні елементи та сполуки штучного походження, які надходять у біосферу й порушують природні процеси кругообігу речовин та енергії.

Фізичні забруднювальні речовини - теплові, електромагнітні, шумові, вібраційні та радіаційні поля.

Біологічні забруднювальні речовини - патогенні мікроорганізми, збудники хвороб тощо.

Стійкі забруднювальні речовини - це такі, які довго зберігаються в природі (пластмаси, поліетилен, деякі метали, скло, радіоактивні речовини з великим періодом напіврозпаду тощо).

Нестійкі забруднювальні речовини - це такі, які швидко розкладаються, розчиняються, нейтралізуються в природному середовищі під впливом різних факторів та процесів.

Середньої стійкості забруднювальні речовини - негативний вплив, яких відбувається певний термін часу, а потім зникає.

Первинні забруднювальні речовини - утворюються безпосередньо під час природних та техногенних процесів.

Вторинні забруднювальні речовини - утворюються під час фізико-хімічних процесів, які відбуваються в навколишньому середовищі. Наприклад, фреони (хімічно інертні гази біля поверхні Землі) - досягнувши поверхні озонового шару утворюють іон хлору, у результаті фотохімічної реакції під впливом ультрафіолетового випромінювання, який спричиняє руйнування озонового екрану планети.

1.4.2. Загальна характеристика найбільш поширених та небезпечних для довкілля матеріальних забруднювальних речовин. До основних забруднювальних речовин відносяться:

- гази, газоподібні речовини, аерозолі, пил, які викидаються в атмосферу об'єктами енергетики, промисловості та транспорту;
- радіоактивні, електромагнітні, магнітні та теплові випромінювання;
- шум та вібрації;
- промислові стоки "збагачені" шкідливими хімічними сполуками, комунальні та побутові відходи;
- хімічні речовини (передусім пестициди та мінеральні добрива, що у величезній кількості використовуються в сільському господарстві), нафтопродукти.

Механічні забруднювальні речовини - це різні тверді частинки або предмети викинуті як непотрібні, відпрацьовані або невикористані.

Хімічні забруднювальні речовини. Сьогодні довкілля забруднюють більше ніж 70 тис. хімічних сполук, що утворюються в процесі промислового виробництва, багато з яких токсичні, мутагенні та канцерогенні. Найбільш поширеними із них є:

Оксид вуглецю (CO), або чадний газ, не має кольору й запаху, утворюється в результаті неповного згоряння кам'яного вугілля, природного газу, деревини, нафти, нафтопродуктів. Якщо в повітрі міститься близько 1% CO, то це небезпечно для біоти, а 4% – є летальною дозою для багатьох видів.

Оксиди азоту (NO, NO₂, N₂O) майже в 10 разів небезпечніші для людини, ніж CO₂ спричиняють утворення кислотних дощів. Вони викидаються в повітря переважно підприємствами, які виробляють азотну кислоту, нітрати, анілінові барвники, целулоїд, віскозний шовк, а також викидами автомобілів, ТЕС і ТЕЦ, металургійних заводів.

Шкідливі вуглеводні (ароматичні, парафіни, нафтени, бенз(а)пірени) містяться у вихлопних газах автомобілів (недосконалість процесів згоряння бензину в циліндрах двигунів), картерних газах, випарах бензинів. Дуже шкідливі також сажа (оскільки добре адсорбує забруднювальні речовини). Етилен та інші вуглеводні становлять 35% загальної кількості вуглеводневих викидів і є однією з причин утворення смогів - фотохімічних туманів у містах-гігантах.

Діоксид сірки (SO₂), або сірчистий газ, виділяється під час згоряння вугілля, нафти з домішкою сірки, переробки сірчаных руд, горіння териконів, виплавляння металів.

Триоксид сірки (SO₃), або сірчаний ангідрид, утворюється внаслідок окиснення SO₂ в атмосфері під час фотохімічних та каталітичних реакцій і є аерозолем або розчином сірчаної кислоти в дощовій воді, яка підкислює ґрунти, посилює корозію металів, руйнування гуми, мармуру, вапняків, доломітів, спричинює загострення захворювань легень та дихальних шляхів. Накопичується в районах хімічної, нафтової та металургійної промисловості, ТЕЦ, цементних та коксохімічних заводів. Вкрай шкідливий також і для рослин, оскільки легко засвоюється ними й порушує процеси обміну речовин.

Сірководень (H₂S) і *сірковуглець* (CS₂) викидаються в повітря окремо та разом з іншими сірчистими сполуками, але в менших кількостях, ніж SO₂ підприємствами, які виробляють штучне волокно, цукор, а також нафтопереробними та коксохімічними заводами. Характерна ознака цих забруднювальних речовин – різкий, неприємний, подразнювальний запах. Мають високу токсичність (у 100 разів більш токсичні, ніж SO₂). В атмосфері H₂S повільно окиснюється до SO₃. Сірководень потрапляє в атмосферу також у районах діяльності вулканів. Крім того, в природних умовах сірководень є кінцевим продуктом діяльності сульфатредуючих бактерій — накопичується на дні боліт і річок, озер і морів і навіть у каналізаційних системах.

Сполуки хлору з іншими елементами концентруються навколо хімічних заводів, які виробляють соляну кислоту, пестициди, цемент, суперфосфат, оцет, гідролізний спирт, хлорне вапно, соду, органічні барвники тощо. В атмосфері містяться у вигляді молекулярного хлору та хлористого водню.

Сполуки фтору з іншими елементами накопичуються в районах виробництва алюмінію, емалі, скла, кераміки, фарфору, сталі, фосфорних добрив. У повітрі вони містяться у вигляді фтористого водню (HF) або пилуватого флюориту (CaF₂). Сполуки фтору надзвичайно токсичні, до них дуже

чутливі комахи. Фтор нагромаджується в рослинах, далі, трофічними ланцюгами потрапляє в організми тварин і людини.

Свинець – токсичний метал, який міститься у відходях газів автомобілів. В організмі людини міститься в середньому близько 120 мг свинцю, який розподілений у всіх органах, тканинах, кістках. Із кісток він виводиться дуже повільно (десятки років). Органічні сполуки свинцю надходять в організм людини крізь шкіру, слизові оболонки, з водою та їжею, а неорганічні – дихальними шляхами. Сьогодні житель великого міста щодня вдихає близько 20 м³ повітря і отримує свинець з відходями газів, та їжею (до 45 мкг). В організмі людини затримується до 16 мкг свинцю, який проникає, в кров і розподіляється в кістках (до 90%), печінці й нирках. Іноді загальна кількість свинцю в організмі городянина становить 0,5 г і більше, тоді як його ГДК в крові – 50 – 100 мкг/100 мл.

Кадмій (Cd) є однією з найбільш токсичних речовин. Так, у 1956 р. в Японії було вперше зафіксовано тяжке захворювання кісток, відоме як *итай-итай*, викликане хронічним отруєнням людей кадмієм, що містився в рисі. Цей рис вирощувався неподалік гірничодобувного комбінату, який сильно забруднював околиці відходами з вмістом кадмію. В організм японців, котрі мешкали поблизу, щодня потрапляло до 600 мкг цієї отрути. Підвищений вміст кадмію спостерігається в морських фосфоритах, морських рослинах та кістках риб. Накопичується він у золі під час спалювання сміття на звалищах.

Ртуть (Hg) — високотоксична речовина, особливо токсичні ртутьорганічні сполуки. В довкілля ртуть потрапляє з відпрацьованих люмінесцентних ламп, гальванічних елементів тощо.

Ксенобіотики – створені людиною сполуки, яких в природі раніше не було, за своєю фізико-хімічною структурою чужі всьому живому й не можуть перероблятися, втягуватися в біогеохімічні цикли. До таких небезпечних забруднювальних речовин належать поліхлорбіфеніли (ПХБ), полібромні біфеніли (ПББ), ароматичні вуглеводні (ПАВ) (їх виробляють понад 600 видів), нітросоаміни та вінілхлориди (містяться в різних плівках, поліетиленових упаковках, пакетах, трубах), майже всі синтетичні пральні порошки. Більшість із цих речовин є канцерогенними, вони впливають на генетичний апарат людей.

Біологічні забруднювальні речовини. Серед біологічних чинників виробничого середовища, які можуть шкідливо впливати на організм людини, є мікроорганізми, продукти їхнього метаболізму та мікробіологічного синтезу, макроорганізми, органічні речовини природного походження.

Енергетичне забруднення довкілля головним чином поділяється на *шумове, вібраційне, електромагнітне, теплове, радіоактивне та радіаційне.*

Шумове забруднення - перевищення природного рівня шуму та ненормована зміна звукових характеристик на робочих місцях, у населених пунктах та інших місцях внаслідок роботи, промислових пристроїв, транспорту, поведінки людей тощо.

Вібраційне забруднення - це перевищення природного рівня механічних коливань поверхонь, на яких знаходяться робочі місця працівників або місця проживання чи відпочинку населення.

Електромагнітне забруднення - наслідки зміни електромагнітних властивостей середовища.

Теплове забруднення - результат розсіювання у довкілля теплоти, яка виділяється у різноманітних теплових процесах, зокрема, пов'язаних зі спалюванням.

Радіоактивне забруднення - перевищення природного рівня вмісту радіоактивних речовин (радіонуклідів) у довкіллі.

Радіаційне забруднення - перевищення рівня іонізуючого випромінювання над фоновим рівнем.

1.4.3. Джерела утворення відходів та їх класифікація. В Україні, накопичено близько 20 млрд. т виробничих та побутових відходів, їх переробка та утилізація є однією з актуальних проблем захисту довкілля від шкідливих речовин. Усі види промислових і побутових відходів поділяють на тверді, рідкі та газоподібні. Тверді відходи класифікують за трьома категоріями: промислові, сільськогосподарські та відходи міського господарства (побутові). Основна маса твердих промислових відходів утворюється на підприємствах:

- гірничої та гірничо-хімічної промисловості (шлаки, відвали та ін.);
- чорної та кольорової металургії (шлаки, шлами, пил та ін.);
- металообробної промисловості (стружка, браковані вироби та ін.);
- лісової та деревообробної промисловості (лісозаготівельні відходи, відходи лісопиляння, деревостружкових, деревоволокнистих плит, шаруватих пластиків, карболітових, королітових плит, відходи клеїв, смол і лакофарбових матеріалів);
- енергетичного господарства – теплових електростанцій (зола, шлаки);
- хімічної та суміжних галузей промисловості (фосфогіпс, шлаки, шлами, цементний пил, відходи виробництв органічної хімії);
- харчової промисловості (кості, шерсть та ін.);
- легкої промисловості (тканини, шкіри, гуми, пластмаси та ін.).

До рідких відходів належать осади стічних вод після їх обробки, а також шлами пилу мінерального та органічного походження в системах мокрого очищення газів. Для повного використання відходів як вторинної сировини розроблена їх промислова класифікація. Наприклад, лом та відходи металів за фізичними ознаками поділяють на класи, за хімічним складом – на групи та марки, за показниками якості - на сорти. Оскільки тверді відходи скидають на ґрунт контрольованих та неконтрольованих звалищ, полігонів та ін. або захороняють у ґрунті, важливе значення мають показники нормативів гранично допустимих концентрацій токсичних речовин у ґрунті (ГДК_ґ).

1.4.4. Антропогенне забруднення атмосферного повітря в Україні. Згідно з даними «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2009 році» протягом 2009 року в атмосферу України надійшло 6,4 млн. т забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення. У сумарній кількості забруднюючих речовин викиди метану та оксиду азоту, які належать до парникових газів, становили відповідно 848,8 та 7,1 тис.т. Крім цих речовин, у атмосферу в 2009 р. стаціонарними та пересувними джерелами було викинуто 185,2 млн т диоксиду вуглецю, який

також впливає на зміну клімату. Понад 61% забруднюючих речовин, що потрапили у повітря, припало на стаціонарні джерела забруднення промислових підприємств. Від них в атмосферу надійшло 3,9 млн т забруднюючих речовин, що на 0,6 млн т (на 13,2%) менше, ніж у 2008 р.

Від роботи двигунів пересувних джерел забруднення, у 2009 р. у повітря надійшло 2,5 млн т забруднюючих речовин, переважна частина яких (2285,0 тис. т, або 90,9%) – викиди автомобільного, 52,2 тис. т, або 2,1% – залізничного, 11,8 тис. т, або 0,5% – водного, 10,7 тис. т, або 0,4% – авіаційного транспорту та 155,1 тис. т, або 6,1% – виробничої техніки. Із загальної кількості 1,7 млн т забруднюючих речовин викинуто автомобілями, що перебувають у приватній власності населення. Основними токсичними речовинами, якими забруднювалося повітря під час експлуатації транспортних засобів та спеціальної виробничої техніки, були:

- оксид вуглецю (74,4%, або 1872,0 тис. т), -
- діоксид азоту (11,3%, або 282,9 тис. т),
- неметанові леткі органічні сполуки (11,6%, або 291,6 тис. т),
- сажа (1,2%, або 30,4 тис. т),
- діоксид сірки (1,1%, або 27,5 тис. т).

Решта викидів припала на оксид азоту, метан, бенз(а)пірен та аміак (0,4%, або 10,4 тис. т).

Зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у 2009 році можна пояснити світовою економічною кризою та зниженням обсягів промислового виробництва. Найбільшого антропогенного навантаження на атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення зазнали Донецька, Дніпропетровська, Луганська, Харківська, Івано-Франківська, Запорізька області. Порівняно з попереднім роком збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу виявлено у Черкаській (на 13,0 тис. т, або на 30%), Кіровоградській (на 4,0 тис. т, або на 28%) областях, у Києві (на 16,9 тис. т, або на 63%). Майже в усіх областях спостерігалось зменшення обсягів викидів порівняно з 2008 роком, за винятком Кіровоградської й Черкаської областей та м. Києва.

Порівняно з попереднім роком збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу виявлено у Черкаській (на 13,0 тис. т, або на 30%), Кіровоградській (на 4,0 тис. т, або на 28%) областях, у Києві (на 16,9 тис. т, або на 63%).

Щільність викидів від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на 1 км² території країни становила 6,5 т забруднюючих речовин, у розрахунку на душу населення – 85,3 кг. Проте, в ряді регіонів ці показники значно перевищили середній рівень в країні. Зокрема, у Донецькій області обсяги викидів у розрахунку на 1 км² були більшими у 7,5 рази, на душу населення – у 3,4 рази, Дніпропетровській – відповідно у 3,8 та 2,8, Луганській – у 2,9 та 2,6, Івано- Франківській – у 2,4 та 1,8 рази. Підприємствами м. Києва у розрахунку на 1 км² території було викинуто 52,5 т забруднюючих речовин, що перевищило середній показник у країні у 8 разів. Серед населених пунктів країни найбільшого антропогенного навантаження від стаціонарних джерел

забруднення (понад 100 тис. т забруднюючих речовин) зазнала атмосфера цілого ряду промислових міст.

Таблиця 1.7

Викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення у 2009 році

Регіон (область)	Всього, тис.т	% до 2008р.	Розподіл, %	кг/км ²	кг/особу
Україна	3928,11	86,8	100	6508,4	85,3
АР Крим	26,36	84,6	0,7	1010,8	13,4
Вінницька	114,34	87,7	2,9	4315,9	69,3
Волинська	7,6	76,1	0,2	377,2	7,3
Дніпропетровська	792,09	83,2	20,2	24812,4	235,4
Донецька	1299,78	84,8	33,1	49016,7	289,9
Житомирська	18,6	97,6	0,5	623,7	14,4
Закарпатська	21,44	92,4	0,5	1680,8	17,2
Запорізька	180,75	82,8	4,6	6649,4	99,5
Івано-Франківська	214,5	88,8	5,5	15401,9	156,3
Київська	101,88	94,9	2,6	3623,1	59,1
Кіровоградська	18,18	127,9	0,5	739,2	17,8
Луганська	506,62	89,5	12,9	18986,6	218,2
Львівська	120,99	95,7	3,1	5542,2	47,4
Миколаївська	24,43	94,8	0,6	993,9	20,5
Одеська	25,88	75,1	0,7	776,8	10,8
Полтавська	82,44	88,2	2,1	2867,3	54,8
Рівненська	9,97	61,5	0,3	497,3	8,7
Сумська	29,19	98,4	0,7	1224,6	24,8
Тернопільська	16,25	84,6	0,4	1175,7	14,9
Харківська	139,44	80,5	3,6	4438,2	50,2
Херсонська	9,44	79,6	0,2	331,6	8,6
Хмельницька	17,78	72,5	0,5	861,8	13,2
Черкаська	56,13	130,0	1,4	2684,3	43,2
Чернівецька	3,44	88,1	0,1	425,4	3,8
Чернігівська	42,98	96,8	1,1	1347,0	38,5
м.Київ	43,91	162,8	1,1	52517,5	15,8
м.Севастополь	3,71	82,6	0,1	4297,1	9,8

1.4.5. Антропогенне забруднення водних об'єктів України. Практично всі поверхневі джерела водопостачання України впродовж останніх десяти років, інтенсивно забруднювалися. Через низьку якість очищення стічних вод надходження забруднених стоків у поверхневі водойми не зменшується, хоча використання води порівняно з початком 90-х років зменшилося більше ніж удвічі. Усього у 2009 році скинуто в поверхневі водні об'єкти 7381 млн м³, що

на 961 млн м³ менше порівняно з 2008 роком. За категоріями забруднення скинуто:

- забруднених – 1766 млн м³ (що на 962 млн м³ менше, ніж у 2008 році), у тому числі забруднених без очищення – 270,5 млн м³ та забруднених недостатньо очищених – 1496 млн м³;
- нормативно очищених – 1711 млн м³ (на 354 млн м³ більше, ніж у 2008 р.);
- нормативно чистих без очищення – 3904 млн м³ (що на 353 млн м³ менше, ніж у 2008 році).

Треба зазначити, що якість зворотних (стічних) вод значною мірою не відповідає встановленим нормативам гранично допустимих стоків (ГДС), у ряді областей спостерігається неякісна робота очисних споруд, а подекуди вони зовсім не працюють. Разом з тим, існує практика необґрунтованого збільшення нормативів ГДС (встановлення тимчасових ГДС), яка дозволяє водокористувачам переводити стічні води з категорії забруднених до нормативно - очищених, не змінюючи якість технологічних процесів очищення. Крім того, зменшення скиду забруднених стічних вод зумовлено тим, що у 2009 році не було проведено продувки ставка-охолоджувача Запорізької АЕС. Найбільше забруднених вод скинуто водокористувачами Дніпропетровської (522 млн м³), Донецької (530,6 млн м³), Луганської (100,3 млн м³), Запорізької (82,83 млн м³) та Одеської (134,5 млн м³) областей.

Найбільші забруднювачі – це промислові підприємства – 944,6 млн м³ (в основному за рахунок підприємств енергетики, чорної металургії та вугільної промисловості міст Запоріжжя, Дніпропетровська, Донецької області) та об'єкти житлово-комунального господарства – 779,4 млн м³ (в основному за рахунок комунальних підприємств Дніпропетровська – 142,9 млн м³, Одеси – 102 млн м³ та Львова – 42,22 млн м³). Основні показники використання та відведення води окремими секторами економіки наведені у табл. 1.10.

1.4.6. Вплив антропогенної діяльності на ґрунтовий покрив України. На сучасному етапі надзвичайно загострюються екологічні аспекти землекористування в Україні. Більшість екологічних негараздів, пов'язаних з використанням земельних ресурсів, мають природно-техногенну основу, однак їх активізація зумовлена не стільки циклічністю природних явищ, скільки антропогенним впливом, точніше – наслідками нерозважливого господарювання, орієнтованого не на перспективу, а на сьогоденну віддачу. Серед основних несприятливих факторів, що позначаються на кількісній та якісній сторонах земельних ресурсів, є хімічне забруднення ґрунтів та ерозійні процеси (водні, вітрові, агротехнічні), які полягають у руйнуванні ґрунтового покриву сільськогосподарськими машинами, переміщенні та перетиранні твердих частинок ґрунту під дією води, вітру або під час обробітку ґрунту.

Станом на 01.01.2006 р. в Україні майже 58% сільськогосподарських угідь становили еродовані землі, у тому числі 10,6 млн. га ріллі (31,6%), Щорічно внаслідок ерозії втрачається близько 11 млн. тонн гумусу, 0,5 млн. тонн азоту, 0,4 млн. тонн фосфору та 0,7 млн. тонн калію, а кількість еродованих земель збільшується на 80–90 тис. га.

Таблиця 1.8

Використання та відведення води окремими секторами економіки, млн м³

	Використано води всього	З неї на		Відведено зворотних вод у поверхневій водній об'єкти		
		Побутово-питні потреби	Виробничі потреби	всього	в т.ч. забруднених	з них без очищення
Всього	9513	1956	5149	7692	1766	270
У тому числі						
електроенергетика	2896	35	2860	2306	25	10
вугільна промисловість	54	11	17	446	314	10
металургійна промисловість	1399	60	1338	1125	521	92
хімічна та нафтохімічна промисловість	120	13	106	141	27	21
машинобудування	78	24	53	42	21	6
нафтогазова промисловість	16	2	11	12	5	1
житлово-комунальне господарство	1993	1671	302	2324	780	85
сільське господарство	2580	35	254	1110	33	31
харчова промисловість	124	12	107	48	7	2
транспорт	40	22	18	19	3	2
промисловість будівельних матеріалів	21	4	17	35	8	4
інші галузі	192	67	66	84	22	5

Другий за поширенням (після ерозії) антропогенний вплив на земельні ресурси в Україні – інтенсивне забруднення ґрунтів. Основними причинами цього явища, яке підлягає постійному польовому та лабораторному контролю, можна вважати накопичення у ґрунтовому покриві залишків засобів захисту рослин (пестицидів), мінеральних добрив та важких металів. На практиці одним з основних екологічних показників погіршення якості ґрунтів є нагромадження різноманітних важких металів, що потрапляють у ґрунт з мінеральними добривами, з повітря або через підземні води (досить згадати, що в одній лише вугільній золі міститься до 70 хімічних елементів, серед яких значна кількість може бути віднесена до групи важких металів). На чільні позиції виходять навіть не кількісні показники накопичення у ґрунтах важких металів, а їхня токсичність. Кількісними критеріями допустимого вмісту важких металів у ґрунтах є граничнодопустимі концентрації (ГДК), а за їх відсутності (ГДК встановлено не для усіх важких металів) використовують особливі показники – кларки, які

показують середній вміст хімічного елемента в природному геологічному середовищі регіону.

Аналіз інформації щодо забрудненості різними токсичними сполуками свідчить, що близько 20% території України перебуває у незадовільному стані. Найнебезпечнішим для довкілля окрім іонів важких металів, є забруднення ґрунтів радіонуклідами, пестицидами, збудниками інфекційних хвороб тощо. В Україні найбільш поширене забруднення земель пестицидами.

Тривожним є гумусовий стан ґрунтів. За останні 35-40 років вміст гумусу в ґрунтах України зменшився на 0,3-0,4% (зараз становить близько 3,1%).

Серед екологічних ускладнень, пов'язаних із земельними ресурсами України, треба відзначити також процеси засолення та вторинного заболочування ґрунтів, активізація яких теж тісно пов'язана з господарською діяльністю людини.

Окремою проблемою є вплив нафтогазового комплексу на ґрунти. В Україні відкрито та експлуатується близько 150 нафтових і газових родовищ. За статистичними даними кількість аварійних ситуацій на підприємствах цієї галузі щорічно сягає 1,5 тис. випадків, значна частина яких супроводжується аварійними викидами нафти, нафтопродуктів та інших речовин. Родючість ґрунтів на локальних осередках забруднених нафтою земельних ділянок відновлюється дуже повільними темпами (потрібно до 20 років для самоочищення ґрунтів від нафтопродуктів).

Істотним фактором техногенного забруднення ґрунтів є транспорт. Викиди виходячих газів суттєво підвищують вміст свинцю у ґрунтах біля автотрас (навіть на відстані більше 100 м від траси його вміст у 3 – 4 рази перевищує ГДК). У промислових зонах урбанізованих територій та уздовж доріг з інтенсивним рухом перевищення вмісту свинцю в ґрунтах придорожньої смуги (до 100 - 200 м від середини проїзної частини) досягає 50 - 70 фонових значень.

Внаслідок спаду обсягів виробництва в останні роки зменшилось загальне фонове забруднення ґрунтів токсичними речовинами. Проте ситуація на локальних рівнях і надалі залишається складною. Навколо промислових підприємств радіус забруднення становить від 1 – 2 до 5 – 20 км. Рівень забрудненості цих територій важкими металами часто у 5 – 10 разів перевищує гранично допустимий. Суттєвим є також вплив на ґрунти наслідків аварії на ЧАЕС. Загальна площа сільськогосподарських угідь, забруднених радіонуклідами, складає в Україні близько 6,7 млн. га, з них з рівнем забруднення до 1 Кі/км² - 5,6 млн. га; 1 - 5 Кі/км² - 1 млн. га; 5 - 15 Кі/км² - 100 тис. га; понад 15 Кі/км² - 27 тис. га. Зона відчуження займає 58 тис. га.

1.4.7. Забруднення геологічного середовища твердими відходами. В Україні триває процес прогресуючого накопичення відходів. Загальний їх обсяг на цей час оцінено в 35 млрд тонн. Основна маса відходів утворюється на підприємствах вугільної промисловості, гірничо-металургійних, хімічних, машино-будівних, паливно-енергетичних, будівельної індустрії та агропромислового комплексу.

Домінуючу частку утворених відходів (понад 75%) становлять промислові відходи – розкривні супутні породи, шлами та інші продукти збагачення корисних копалин, металургійні шлаки тощо. Лише у гірничо-металургійній галузі загальний обсяг утворення відходів сягає 100 – 120 млн т на рік. Річні обсяги складування розкривних порід гірничодобувних підприємств становлять 70 млн м³, у тому числі відходів збагачення та пустих (розкривних) порід – майже 52 млн т. У відвалах гірничорудних підприємств у 2009 р. було складовано понад 2,2 млрд м³ пустих порід, у хвостосховищах накопичено 2,6 млрд т відходів збагачення, 250 млн т шлаків, 30 млн тонн шламів. У 2009 р. утворилося: розкривних порід – 62 млн м³, що на 4,6 млн м³ більше проти обсягів 2008 р.; відходів збагачення та пустих порід, які підняли з шахт, – 43,1 млн т, що менше на 3,9 млн т порівняно з обсягами 2008 року.

Найбільш напружена ситуація з цим видом відходів спостерігається у гірничо-добувних Донецькому, Криворізькому, Львівсько-Волинському басейнах і частково в деяких інших регіонах. Площа, яку вони займають, становить 160 – 165 тис. га.

Так, у процесі збагачення залізистих кварцитів утворюються відходи, які складуються у хвостосховищах, що займають приблизно 7 – 10 тис. га тільки в Кривбасі. Сумарний об'єм відходів збагачення – до 1,5 – 3,0 млрд м³, загальна маса – 4 – 6 млрд т. Кількість накопичених на об'єкті шламів у шламонакопичувачі, що розташований у південно-західній частині території ВАТ МК «Азовсталь» (акваторія Азовського моря), станом на 01.01.2010 р. становила 1575668 т. За даними Мінпаливенерго, обсяг накопичення золошлакових відходів ТЕС у 2009 році досяг понад 320,0 млн т (у 2009 р. утворилося 5,2 млн т).

На підприємствах вугільної галузі на цей час у породних відвалах накопичено близько 3,2 млрд т породи. Крім цього, у 87 шламонакопичувачах (з яких 52 – діючі) накопичено за 2009 рік більше, ніж 15,5 млн т відходів вуглезбагачення. З видобутих у 2009 році вугільними підприємствами 17,0 млн т породи заскладовано у відвали 14,6 млн т.

У хвостосховищах та шламонакопичувачах хімічних підприємств міститься більше 84 млн м³ небезпечних відходів, серед яких є, зокрема, відходи сірки, калійні відходи, гідролізна кислота, фосфогіпс, які негативно впливають на навколишнє природне середовище.

Проблема поводження з твердими побутовими відходами належить до однієї з найскладніших і багатогранних, розв'язання якої потребує постійних системних зусиль. За даними Мінжитлокомунгоспу в Україні за 2009 рік утворилося близько 50 млн м³ твердих побутових відходів (ТПВ), або близько 12 млн т. Захоронюють ці відходи на 4,5 тис. сміттєзвалищ та полігонів, загальною площею майже 7,8 тис. га, 22% з яких не відповідають нормам екологічної безпеки, тобто є осередками забруднення довкілля. Таке становище призводить до забруднення підземних та поверхневих вод, атмосферного повітря, погіршення стану земельних ресурсів, зрештою, згубно діє на здоров'я людей. Найбільша кількість таких полігонів у Луганській, Львівській, Одеській,

Херсонській, Харківській, Кіровоградській, Тернопільській, Запорізькій, Вінницькій, Сумській, Закарпатській областях.

1.5. Заходи зі зниження рівня негативного впливу на навколишнє середовище та його попередження

1.5.1. Забезпечення екологічної безпеки виробництва. Реальним напрямком вирішення екологічних проблем є реалізація досягнень науково-технічного прогресу, що передбачають зміни техніко-технологічної основи виробництва шляхом переходу на маловідходні, ресурсо - та енергозберігаючі технології. Практично це означає зміну курсу, орієнтованого на ліквідацію несприятливих наслідків, зумовлених зміною якості природного середовища, на курс боротьби із забрудненням та попередженням наслідків. Цей є не тільки найбільш логічним, але й економічно найбільш ефективним рішенням, оскільки витрати на усунення екологічних наслідків найчастіше значно перевищують превентивні заходи.

Під ресурсозберігаючою технологією розуміють такий технологічний процес, який передбачає мінімізацію використуваних природних ресурсів та мінімальні порушення природних умов, тобто відрізняється від традиційних технологій значно меншою питомою витратою сировини та енергії. Для маловідходних (безвідходних) технологій головним є перехід на замкнуті технологічні цикли, які в якійсь мірі відтворюють природні, що дозволяє отримати мінімум твердих, рідких, газоподібних і теплових відходів та викидів. У Декларації про маловідходні і безвідходні технології та використання відходів, прийнятій на загальноєвропейській нараді Європейської Економічної Комісії з співпраці в галузі охорони навколишнього середовища, дається таке визначення: «Під маловідходними та безвідходними виробництвами розуміють такий метод виробництва продукції (процес, підприємство, територіально-виробничий комплекс), за якого вся сировина і енергія використовується найбільш раціонально та комплексно в циклі сировинні ресурси - виробництво - споживання - вторинні сировинні ресурси, і будь-які дії на навколишнє середовище не порушують її нормального функціонування». Як впливає з визначення, про замкнутість виробництва можна говорити в двох аспектах: стосовно до індивідуального виробничому процесу (в рамках одного підприємства) і в рамках групи підприємств, коли відбувається об'єднання різних технологій в послідовні та паралельні ланцюжки з метою більш повного використання сировини і скорочення кількості відходів.

Технологічні принципи організації екологічних технологій залежать від характеру виробничих процесів та від груп галузей промисловості. Для галузевої добувної промисловості, де характерні великі обсяги переміщення порід, такі технології пов'язані з переходом до принципово нових технологій видобутку корисних копалин, наприклад, це може бути підземне вибуговування, електроліз, газифікація та гідроударний видобуток, впровадження яких зазвичай вимагає досить високих стартових капітальних вкладень. Для обробної промисловості (зокрема металургія) можуть виявитися перспективними переходи до більш глибокої обробки вихідної сировини та максимального

використання відходів, що утворюються. Іноді складається ситуація, коли більш ефективним виявляється доцільність зниження ступеня вилучення основного компоненту, щоб забезпечити виграш в цілому на комплексній переробці сировини і отриманню побічних продуктів. Подібні ситуації важко уявити без виходу за рамки окремого підприємства. Такий розвиток подій більше ймовірний за умови великого інвестування в рамках холдингу або іншого промислового об'єднання. Для галузей з періодичними виробничими процесами, заснованими переважно на механічній обробці сировини (машинобудування, деревообробка, легка промисловість), організація екологічних технологій пов'язана, як правило, з істотним зниженням загальної кількості відходів на основі зміни засобів впливу на предмет праці. Приклад - виготовлення деталей для машин з металевих порошків (порошкова металургія). Ця технологія підвищує коефіцієнт використання металу до 95%.

Структурна перебудова економіки на базі революційних перетворень техніко-технологічної основи вимагає величезних інвестицій, виділення яких в найближчі роки і навіть у найближчому майбутньому неможливе і нереальне. Тому найбільш перспективним є еволюційний шлях поліпшення експлуатаційних характеристик діючих зразків, видів техніки та технологій. Поетапна трансформація традиційних технологій у цьому випадку є поступовим переходом від відкритих виробничих систем до напівзакритих з частковим використанням ресурсів та відходів, а в подальшому - до систем закритого типу з повним використанням ресурсів і відходів та припиненням останніми забруднення навколишнього середовища. Високий рівень відходів у вітчизняній промисловості свідчить і про суттєві потенційні можливості екологізації технології для вирішення проблем переходу на модель сталого розвитку. Варіантами зміни техніко-технологічної основи виробництва є:

1. Вдосконалення існуючої техніки та технології виробництва з метою перетворення діючих виробництв з дискретних в безперервні замкнуті виробництва, інтенсивні у своїй основі. Цей шлях передбачає «ступінчасту» екологізацію виробництва: поліпшення існуючого виробництва - введення маловідходних ресурсо- та енергозберігаючих технологій; утилізація відходів, створення системи комплексного безвідходного виробництва з доповненням його спеціалізованими комбінатами з переробки всіх промислових та побутових відходів на матеріали, придатні для засвоєння природою або придатні для подальшого господарського використання.

2. «Біологізація» виробництва: підключення біологічних процесів до існуючого виробництва (за типом природного кругообігу речовин).

3. Створення принципово нових технологій і техніки, застосування яких в процесі праці якісно змінить характер природокористування в цілому.

Перші два напрямки не є повною мірою ефективними, тому що допускають еволюційний поступ засобів впливу на природу (техніки) за незмінних або незначно модифікованих принципів, методів та способів (технологій) цього впливу, але є менш затратними за розміром необхідних інвестицій.

Реальним напрямком досягнення бажаного результату (інтенсифікація виробництва та збереження середовища) є створення екологічних технологій і

техніки, під якими розуміють такі технологічні процеси, технічні засоби і агрегати, які в процесі свого функціонування виключають витрати суспільної праці на усунення, компенсацію або запобігання шкоди, заподіяваної суспільству в результаті непродуктивного використання природних ресурсів та забруднення навколишнього середовища.

1.5.2. Очищення промислових викидів в атмосферу. Способи очищення викидів в атмосферу від шкідливих речовин можна об'єднати в такі групи:

- очищення викидів від пилу та аерозолів шкідливих речовин;
- очищення викидів від газоподібних шкідливих речовин;
- зниження забруднення атмосфери вихлопними газами від двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів та стаціонарних установок;
- зниження забруднення атмосфери в процесі транспортування, навантаження та вивантаження сипких вантажів.

Механічні методи застосовують для очищення вентиляційних та інших газових викидів від грубодисперсного пилу. Основними механізмами осадження завислих частинок є дія сил гравітації, інерції, дифузії, а також відцентрових сил та сил зчеплення.

Осадження під дією сил гравітації (седиментація) зумовлено вертикальним осіданням частинок внаслідок дії сили ваги в процесі переміщення їх через газоочисний апарат.

Осадження під дією відцентрової сили відбувається в процесі криволінійного руху аеродинамічного потоку, коли виникають відцентрові сили, під дією яких частинки пилу відкидаються на внутрішню поверхню апарату.

Інерційне осадження відбувається у випадку, коли маса частинок або швидкість руху настільки незначні, що вони вже не можуть рухатися разом з газом за лінію течії, що охоплює перешкоду. Намагаючись за інерцією продовжувати свій рух, частинки пилу стикаються з перешкодою і осаджуються на ній.

Дифузійне осадження відбувається внаслідок того, що дрібні частинки пилу зазнають безперервної взаємодії з частинками газів, які знаходяться в броунівському русі. В результаті цієї взаємодії відбувається осадження частинок на поверхні обтічних тіл або стінок пиловловлювача.

Осадження частинок за рахунок зчеплення спостерігається тоді, коли відстань від частинки, що рухається у газовому потоці, до обтічного тіла, не перевищує її радіуса.

В технологічних вентиляційних та енергетичних викидах на підприємствах найбільш часто зустрічаються диоксид сірки, оксиди азоту, оксид та диоксид вуглецю, сірководень, хлор, хлористий водень, пари ртуті, фенолів, синтетичних та лакофарбних матеріалів тощо.

Методи очищення викидів від газоподібних речовин за характером фізико-хімічних процесів з середовищами, які очищуються, поділяються на групи:

- промивання викидів розчинниками, що не вступають в хімічну взаємодію з забруднювачами (метод абсорбції);
- промивання викидів розчинами, які вступають в хімічну взаємодію з забруднювачами (метод хемосорбції);

- поглинання газоподібних забруднювачів твердими активними речовинами (метод адсорбції);
- використання каталізаторів;
- термічна обробка викидів;
- біохімічне очищення газів;

В процесі абсорбції проходить конвективна дифузія паро- та газоподібних компонентів газу в рідині поглиначі (абсорбенті). Абсорбцію застосовують в основному для очищення вентиляційного повітря, яке відсмоктується від травильних та гальванічних ванн, а також для очищення технологічних газів. Процес абсорбції може здійснюватись періодично або безперервно. В першому випадку абсорбція протікає до повного насичення розчинника газоподібним компонентом, в другому газ, який очищається, перебуває в постійному контакті зі свіжою промивною рідиною.

Хемосорбція полягає в промиванні газу, який очищається, розчинами, які вступають у хімічну реакцію з окремими газоподібними компонентами, що містяться в газі. Хемосорбція знаходить застосування в основному для очищення технологічних газів від сірководню, хлору, парів ртуті, сірчистого ангідриду.

Адсорбція - це процес поглинання газів або парів поверхнею твердих тіл (адсорбентів) - активованого вугілля, силікагелів та алюмогелів, штучних та природних цеолітів, природних сорбентів і т.п. Застосовуються за незначного вмісту паро- та газоподібних компонентів в газі, який очищається. Адсорбенти використовуються у вигляді зерен розміром 2 - 8 мм або в пилоподібному стані. Адсорбція поділяється на фізичну адсорбцію та хемосорбцію.

Каталітичні методи використовують для перетворення токсичних компонентів промислових викидів у нешкідливі чи менш шкідливі речовини. Застосовують каталітичні процеси окиснення, відновлення та розкладання. Наприклад, вихлопні автомобільні гази очищають від оксиду вуглецю шляхом його окиснення до вуглекислого газу на мідно-мангановому каталізаторі, що є сумішшю оксидів мангану та купруму. Каталітичне відновлення оксидів нітрогену до N_2 здійснюють за допомогою відновників - водню, метану або аміаку в присутності платино-паладієво-родієвих каталізаторів в каталітичних реакторах.

Термічне знешкодження газів ґрунтується на високотемпературному спалюванні горючих домішок, тобто окисненні знешкоджуваних компонентів киснем. Перевагою методів термічного знешкодження є невеликі розміри установок та простота їх обслуговування, можливість автоматизації, висока ефективність знешкодження за низьких затрат коштів, недоліком – можливе вторинне забруднення атмосфери продуктами спалювання.

Біохімічне очищення газів полягає в сорбційному вловлюванні шкідливих домішок з газів, аеробному їх розкладі та асиміляції мікроорганізмами. Застосовується для дезодорації повітря, видалення з промислових газових викидів домішок аміаку, формальдегіду, фенолу, ціанистого водню, азото- та сірковмісних сполук тощо.

1.5.3. Очищення промислових стоків (механічне, хімічне, біологічне).

Методи очищення стічних вод можна розділити на механічні та механохімічні, хімічні та фізико-хімічні і біологічні. Коли ж вони застосовуються разом, то метод очищення і знешкодження стічних вод називається комбінованим. Використання того або іншого методу у кожному конкретному випадку визначається характером забруднення і ступенем шкідливості домішок. Класифікація методів очищення стічних вод представлена на рис.1.3.

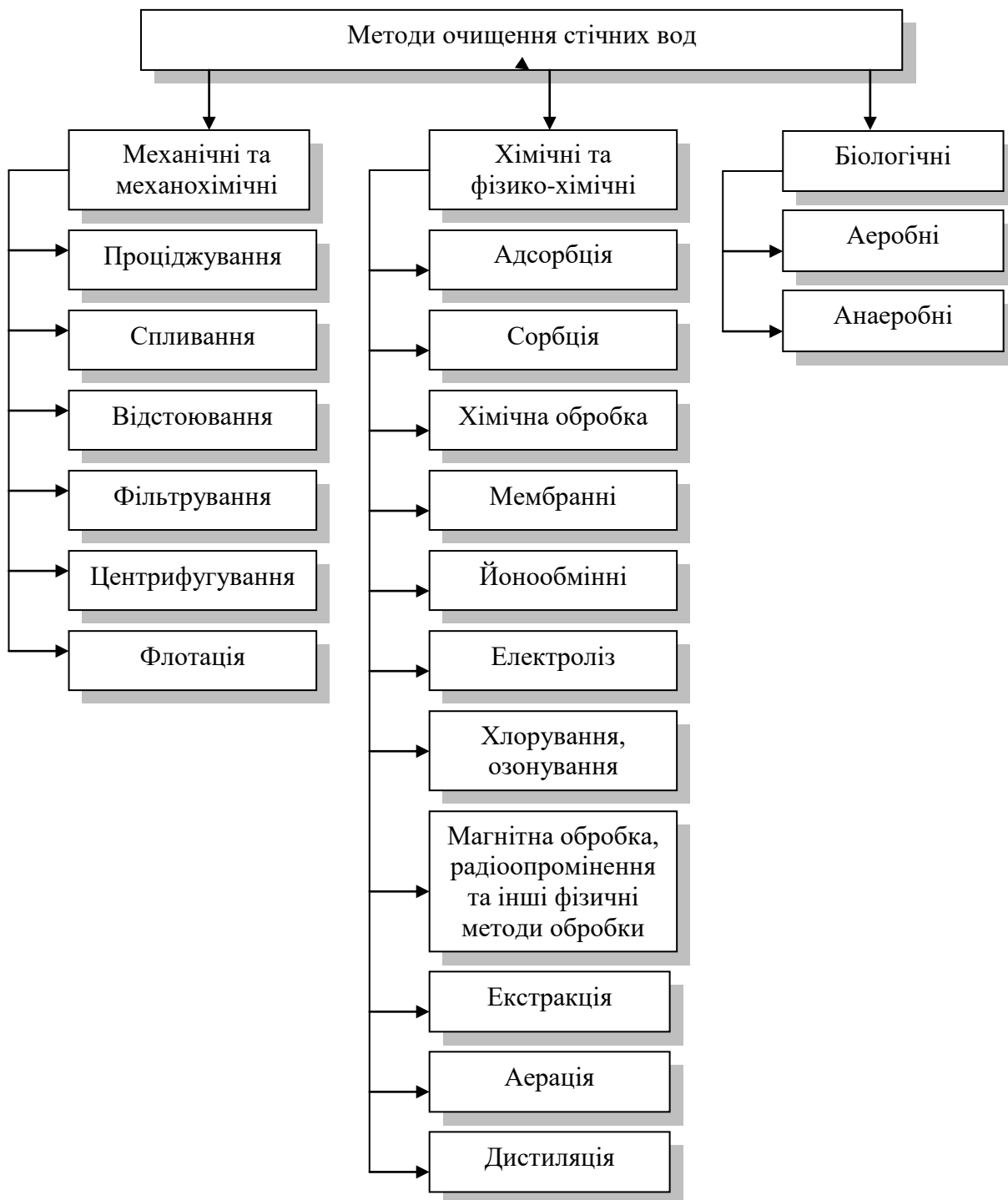


Рис.1.3. Класифікація методів очищення стічних вод.

Зміст механічних та механохімічних методів полягає в тому, що із стічних вод відділяються механічні домішки. Багато вловлених домішок, як цінні речовини, використовуються у виробництві повторно.

У випадку застосування фізико-хімічних методів очищення стічних вод видаляються тонкодисперсні та розчинені неорганічні домішки, руйнуються органічні речовини і ті, речовини, які погано окиснюються.

Серед методів очищення стічних вод значну увагу приділяють біологічним методам, які засновані на використанні закономірностей біохімічного та фізіологічного самоочищення річок та інших водоймищ. Стічні води перед біологічним очищенням проходять механічне, а після неї, для видалення хвороботворних бактерій, і хімічне очищення, хлорування рідким хлором або хлорним вапном.

Ступінь очищення стічних вод у випадку скидання їх у водоймища визначається нормативами якості води водойми в розрахунковому створі і у значній мірі залежить від фонових забруднень. Для зниження концентрацій шкідливих домішок, що містяться в стічних водах, до необхідних величин потрібне достатньо глибоке очищення.

1.5.4. Екологічні заходи оптимізації відпрацьованих земель та трансформованих екосистем (фітомеліорація). Землю часто називають годувальницею, однак не можна стверджувати, що ставлення до неї адекватне цій назві. Якщо говорити про Україну, то за останні десятиріччя значно погіршилися показники земельного фонду. Незначний приріст продукції землеробства досягається за рахунок стійкого виснаження та деградації ґрунтів. Зростає хімічне забруднення земельних ресурсів. Продовжується значне вилучення цінних сільськогосподарських земель під промислове та інше будівництво, що становить понад 100 тис. га щорічно. Величезна кількість відпрацьованих земель та трансформованих екосистем внаслідок використання їх в гірничохімічній промисловості, для різного виду складовищ (полігонів твердих побутових відходів, виробничих відходів і т.п.) потребує їх оптимізації та відтворення. Зазвичай заходи відтворення порушених та трансформованих екосистем включають фізичну рекультивуацію (за необхідності) та біологічну рекультивуацію – фітомеліорацію.

Фітомеліорація – це процес використання природної перетворювальної функції рослинності в оптимізації ноосфери. Фітоценотичний покрив, або автотрофний блок екосистеми, є біосферно активним. Він виробляє біомасу, фіксує вуглекислий газ і молекулярний азот, продукує кисень, бере участь у біохімічних циклах та ґрунтових процесах.

Виділяють три групи фітомеліорантів:

- 1) спеціальні, в яких фітомеліоративна функція має провідне значення (парки, лісопарки, захисні смуги тощо);
- 2) продуктивні, в яких перше місце відводиться одержанню продукції, а фітомеліорація має другорядне значення (ліси, поля, луки, сади, виноградники тощо);
- 3) рудеральні (бур'яни), які спонтанно виконують фітомеліоративні функції.

Всі три категорії фітомеліорантів тою чи іншою мірою виконують перетворювальні функції: меліоративну (лісові культури, посадки і посів рослин на рекультивованих землях), сануючу (санітарно-захисні смуги і просто лісові масиви), рекреаційну (парки і лісопарки), інженерно-захисну (полезахисні та протиерозійні смуги), архітектурно-планувальну (міська система озеленення), етико-естетичну (духовне виховання людини). Важливе місце відводиться фітомеліорації девастрованих ландшафтів – еродованих земель, кар'єрів, звалищ, териконів тощо.

Меліоративний напрям фітомеліорації забезпечує підвищення меліоруючої ефективності фітоценозу, спрямованої на "поліпшення" едафотопу, кліматопу та біотичних компонентів: зооценозу і мікробіоценозу. Одночасно відбувається "самополіпшення" того ж таки фітоценозу. Це може відбуватися завдяки самій природі (саморегулювання), а може здійснюватися за допомогою людини (керовані біогеоценози: плантації, газони, квітники, сади, польові культури тощо).

Інженерно-захисна фітомеліорація з перевагою латерально-активної функції спрямована на протидію різним геофізичним потокам, зокрема: а) вітросніговим; б) вітропилопінним; в) вітропилодимовим; г) вітроводопінним; д) водним; е) водно-грунтовим. Кожному з цих латеральних потоків відповідають різні методи та способи фітомеліоративних заходів.

Сануюча фітомеліорація виконує санітарно-гігієнічні функції – кисневидільні, фільтруючі, фітонцидні, іонізуючі тощо. Найвищу сануючу фітомеліоративну ефективність має висока зелень лісів і парків (деревні посадки).

Рекреаційна фітомеліорація пов'язана з використанням рослинного покриву міст та приміських зон для відпочинку населення: лісопарки, парки, лугопарки, гідропарки, сади і сквери, набережні і бульвари. Сюди варто віднести і зелень колективних садів і городів, де праця поєднана з фізичним і психологічним відпочинком людей, які часто страждають на гіподинамію.

Етико-естетична фітомеліорація базується на досягненнях фітодизайну, виховує в населенні високу духовність, розвиває естетичні смаки.

Архітектурно-планувальна фітомеліорація забезпечується системою озеленення міст. В Україні ця система озеленення одержала назву комплексної зеленої зони міст і робітничих селищ. Слід зазначити, що в умовах урбанізованого ландшафту весь рослинний покрив відіграє фітомеліоративну функцію.

Ефективність фітомеліоративної системи визначається як:

- відношення кількості поглинутої забруднюючої речовини до загальної кількості речовини, яка надходить ззовні за визначений час (у випадку фільтруючої функції - за механізмом опору зовнішнім впливам);
- відношення кількості виділеної рослинами за визначений час у визначеному обсязі речовини з меліоративними властивостями до кількості речовини в деякий вихідний момент часу в обсязі до початку роботи фітомеліоративної системи (у випадку роботи системи за принципом посилення);

- відношення кількості виділеної рослинами речовини в визначеному обсязі за визначений час до кількості цієї речовини в тому ж обсязі, спожитої людиною за той же період часу (у випадку компенсуючої дії фітомеліоративної системи).

Для визначення фітомеліоративної ефективності рекультивуючих систем використовуються непрямі показники, такі як, наприклад, вміст гумусу в ґрунті до рекультивації і після протікання визначеного періоду після введення в дію фітомеліоративної системи, тобто швидкість гумусоутворення в нових умовах.

Найбільшою ефективністю вирізняються багатовидові, багатоярусні фітомеліоративні системи деревинно-чагарникових насаджень. Трав'янисті рудеральні угруповання в цілому поступаються за ефективністю природнім трав'янистим і деревинно-чагарниковим, але, проте, виконують ряд важливих функцій в урбоєкосистемі: закріплюють порушені субстрати, перешкоджаючи запиленню атмосфери, поглинають значну кількість токсичних речовин, що надходять у навколишнє середовище з викидами підприємств і вихлопних газів від автотранспорту, наприклад, до 400 г свинцю/га в рік.

Різні фітомеліоративні системи функціонально доповнюють одна одну, тому в кожному випадку доцільно використовувати всі можливі фітомеліоранти в комбінаціях, що дозволяють максимізувати бажаний ефект.

1.6. Збалансоване використання та відтворення природних ресурсів

У процесі еколого-економічного розвитку України в 1992 –2012 роках виділяють (певною мірою умовно) два етапи:

- 1) загальна еколого-економічна криза з одночасним суттєвим скороченням використання головних природних ресурсів (1992 – 1998 рр.), зокрема, водних, мінерально-сировинних, частково земельних, зниження викидів у повітря тощо;
- 2) відносна стабілізація та початок відродження (з 1999 р.) промислового та аграрного виробництва зі зростанням в окремих регіонах об'ємів скидання забруднених вод, викидів шкідливих речовин та ін.

За період 1992 – 2002 років використання водних ресурсів скоротилося з 28,6 млрд м³/рік до 21,2 млрд м³/рік, щорічний видобуток основних видів мінерально-сировинних ресурсів відповідно зменшився:

- вугілля - з 180 до 78,5 млн. т/рік;
- залізних руд - з 110 до 56,0 млн. т/рік;
- марганцевих руд - з 5,6 до 2,7 млн. т/рік;
- нафти з конденсатом - з 5,8 до 4,1 млн. т/рік;
- газу - з 18,2 до 17,8 млрд. м³/рік.

Аналіз розвитку природно-техногенних систем “техногенний об'єкт-навколишнє середовище” свідчить, що перехід до збалансованого використання та відтворення природних ресурсів є найбільш складним у гірничо-видобувних районах Донецького і Криворізького басейнів, Прикарпаття. Це пов'язано, зокрема, з тим, що видобування природних копалин відкритим способом призводить до надзвичайно великих руйнувань геологічного середовища.

Екологічно незбалансоване закриття нерентабельних шахт з їх повним або частковим затопленням призводить до регіонального підйому рівнів підземних вод з наступним підтопленням та затопленням значних площ. За попередніми оцінками, погіршення екологічного стану й ускладнення умов використання життєзабезпечуючих ресурсів (земельних, водних), а також порушення звичного для нас рівня життя може мати місце на 30% території гірничо-видобувних регіонів, більшості з яких властивий містоутворюючий характер.

У цьому зв'язку актуалізація політики збалансованого використання і відтворення природних ресурсів та об'єктів у межах усіх виробничо-територіальних комплексів України, що вирізнялися високою ресурсо- та енергоємністю, була пов'язана з необхідністю подолання еколого-економічних кризових явищ.

Сучасне використання земельних ресурсів України також вимагає прискореного впровадження принципів раціонального природокористування. Значна питома вага земельних ресурсів (понад 40%) в економічному потенціалі держави та наявність площ з високородючими ґрунтами (до 65% ґрунтового покриття – чорноземи), обумовлює подальше впровадження таких механізмів сталого розвитку агропромислового сектору економіки:

- активізація заходів щодо зменшення площ розорюваних земель;
- додержання екологічних вимог охорони земель у процесі землеустрою територій;
- досягнення екологічно збалансованого розподілу земельних угідь в зональних системах землекористування та у водоохоронних зонах поверхневих і підземних водних об'єктів;
- удосконалення земельного законодавства та розробка сучасних нормативних актів щодо охорони земель та механізмів їх реалізації.

Чільне місце в системі заходів, спрямованих на оптимізацію використання земельних ресурсів, в останні роки займає поступове скорочення зрошення й оптимізація структури осушених земель.

Разом з тим, враховуючи водовідтворюючу та інші функції земель, конче потрібна активізація заходів, спрямованих на зниження інтенсивності ерозії в 1,8 – 2,0 рази, впровадження комбінованих біологічних методів захисту рослин на 60 – 65% посівних площ.

Суттєве зменшення обсягів водокористування, скорочення техногенного навантаження поки що не призвели до очікуваного ефекту – більша частина поверхневих водних об'єктів залишається 4 - 6 класу якості (від води “забрудненої” до “дуже забрудненої”).

Основними причинами надто повільного поліпшення екологічного стану поверхневих водних об'єктів, навіть в умовах зниження техногенного навантаження, є регіональне геохімічне забруднення водозбірних ландшафтів важкими металами, нафтохімічними продуктами, залишками міндобрив і пестицидів тощо.

За оцінками УІДНСіР та Держгеолслужби Мінекоресурсів негативний вплив на екологічний стан поверхневих водних об'єктів підсилюється скиданням недостатньо очищених комунально-побутових та промислових

стічних вод. Відносному уповільненню вказаної тенденції можуть сприяти кліматичні зміни останніх років і пов'язане з ними підвищення кількості опадів та поверхневого стоку.

Останніми роками відзначається суттєве уповільнення динаміки забруднення підземних вод глибоких горизонтів у більшості басейнів підземних вод, пов'язаного головним чином зі зменшенням агрохімічних та техногенних навантажень на ґрунтовий (незахищений з поверхні) горизонт. Виникнення локальних ділянок забруднення підземних вод спостерігається переважно в гірничо-видобувних регіонах внаслідок впливу мінералізованих вод шахт, що закриваються, та фільтруючих накопичувачів промислових та стічних вод.

Основними засадами екологічно збалансованого водокористування і сталого відтворення водних ресурсів та об'єктів України є:

- пріоритетність соціальної сфери водокористування, забезпечення прав людини на питну воду належної якості та сприятливе водне середовище;
- запровадження водозберігаючих форм розвитку економіки, у тому числі на основі гранично допустимих водно-екологічних навантажень та змін стану водних об'єктів;
- переведення переважаючої кількості водоресурсних об'єктів у природний стан;
- дотримання норм міжнародного права, співробітництво у галузі використання і охорони транскордонних водоресурсних систем.

Відомо, що екологічний стан навколишнього середовища та його здатність до відтворення значної кількості природних ресурсів (водних, земельних, повітряних, біорізноманіття) залежить від лісистості території держави. Аналіз змін екологічного стану лісів свідчить про те, що до початку 90-х років головні негативні зміни їхньої структури були пов'язані з впливом гідроенергетики, процесами осушення сільськогосподарських (1,7 млн. га) і лісових (0,3 млн. га) земель Полісся, а також радіогеохімічним забрудненням унаслідок катастрофи на Чорнобильській АЕС, яке охопило понад 3,5 млн. га лісів.

Нинішнє уповільнення темпів відтворення лісів на рівні 5 – 7 тис. га і збереження темпів заготівлі деревини в обсязі до 12 млн. м³/рік (у тому числі до 5 – 6 млн. м³/рік за рахунок вирубок площ головного користування) зумовлене, з одного боку, зниженням обсягів лісовідновлення в результаті зменшення площ вирубок головного користування (в 2 – 2,5 рази порівняно з 60-ми роками). З другого – зниженням обсягів фінансування внаслідок погіршення економічного стану країни протягом 90-х років.

З метою створення мінімально необхідної лісистості та поліпшення стану земель і малих річок в останні роки проводяться заходи з першочергового заліснення еродованих земель, непридатних для рільництва угідь тощо (орієнтовна площа — до 3 млн. га). Розрахунки свідчать, що це дасть можливість стабілізувати екологічну ситуацію в регіонах Степу і Лісостепу, які мають знижену лісистість (4,0% та 12,6%, відповідно), та збільшити відтворення ресурсів деревини в державі.

У світлі тих тенденцій, які простежувалися на шляху зниження техногенного навантаження на природне середовище та поліпшення

використання головних еколого-формуючих та життєзабезпечуючих природних ресурсів (грунти, води, надра, повітря, біорізноманіття), виникає можливість визначити наступні орієнтири збалансованого природно-ресурсного розвитку України (табл. 1.9).

Таблиця 1.9

Орієнтовні показники збалансованого природно-ресурсного розвитку України на період до 2020-2025 рр. (Доповідь, 2003)

№ п/п	Вид природного ресурсу	Рівень використання		Заходи щодо збалансованого розвитку
		Існуючий	Оптимальний	
1.	Сільськогосподарські землі (млн. га) у т.ч. орні	43,5 32,9	36,5-37,5 26,5-57,2	Зміна виду користування; заліснення еродованих земель; використання прогресивних технологій
2.	Водні ресурси (млрд.м ³ /рік): - підземні води - поверхневі води - відсоток якісних вод у системі водопостачання*	4,4 21,0 40-50%	7,0-8,0 12,0-15,0 90-100%	Зниження водоемкості у промисловості та сільському господарстві. Покращення екологічного стану поверхневих і підземних вод. Впровадження сучасних систем водопідготовки та водопостачання.
3.	Мінерально-сировинні ресурси	Порушення стану надр, ґрунтів і водних ресурсів	Підвищення рівня використання сировини до 50-70%; комплексне використання і переробка відходів; збереження надр і ландшафтів	Поступове скорочення видобутку основних видів мінерально-сировинних ресурсів (вугілля, залізних, титанових, марганцевих руд), зниження енергоємності гірничо-видобувних робіт.
4.	Лісові ресурси (млн.га): -середовищно-захисні; -полезахисні лісосмуги; -ліси екологічної мережі; -ліси господарського використання; -ліси заповідного фонду.	13,45 4,00 0,45 0,90 5,70 2,40	31,00 3,50 1,10 7,00 9,90 6,50	Лісорозведення на низькопродуктивних та еродованих землях, створення цілісних систем полезахисних смуг, розвиток екологічної мережі з включення до неї середовищно-захисних та рекреаційних лісів (разом із заповідно-генетичними).

* таких, що відповідають вимогам Державного стандарту "Вода питна".

Показники збалансованого використання та відтворення природних ресурсів і об'єктів України мають прогностичний характер і ґрунтуються як на тенденціях змін природно-ресурсних показників економіки за період з 1992 до 2002 рік, так і на гармонізації показників еколого-економічного розвитку України з європейськими і національними індикаторами сталого розвитку. Водночас не можна недооцінювати того, що процес еколого-економічної оптимізації використання природних ресурсів має значні відмінності як за здатністю середовища до відновлення, так і за можливістю держави економічно підтримати цей процес. Так, скажімо, процес екологічного відновлення гірничо-видобувних районів Донбасу, Прикарпаття, інших територій країни має найбільшу складність, яка викликана порушенням стану надр і значним руйнуванням їх рівноважного зв'язку з біосферою. Внаслідок цього закриття шахт та кар'єрів часто пов'язане з фрагментацією ландшафтів, зниженням біорізноманіття, розвитком небезпечних екзогенних процесів тощо.

Діюча в Україні система показників оцінки екологічного стану навколишнього середовища та використання природних ресурсів значною мірою ґрунтується на параметрах статистичної звітності 70-х років. Реалізація рішень Всесвітнього самміту в Йоганнесбурзі (2002 р.), 3-ї міністерської конференції “Довкілля для Європи” (Софія, 1995 р.) вимагає концентрації зусиль на наступних напрямках щодо формування засад збалансованого використання і відтворення природних ресурсів:

- наукове обґрунтування внутрішніх потреб України в різних видах природних ресурсів;
- прискорене впровадження заходів щодо попередження незворотних порушень екологічного стану середовища в гірничо-видобувних регіонах та промислово-міських агломераціях, забезпечення його стійкого покращання та екологічно урівноваженого стану;
- виконання екологічно обґрунтованих оцінок питомої забезпеченості населення різними видами природних ресурсів, у тому числі життєзабезпечуючими;
- удосконалення економічних важелів управління ресурсокористуванням та природоохоронною діяльністю.

Україна належить до числа країн, розвиток яких значною мірою залежить від збалансованості використання наявної бази природних ресурсів, у першу чергу життєзабезпечуючих (земельних, водних, мінерально-сировинних). Дослідження й аналіз підтверджують, що, незважаючи на успадковані проблеми розвитку, Україна має власні можливості їх вирішення, насамперед шляхом ефективного використання всіх видів природних ресурсів.

Контрольні питання

1. Загальна характеристика техносфери.
2. Який сучасний екологічний стан України?
3. Класифікація природних ресурсів.
4. Охарактеризуйте світові земельні ресурси та їх стан.

5. Земельні ресурси України.
6. Водні ресурси та їх характеристика.
7. Біологічні ресурси.
8. Дайте характеристику енергетичних ресурсів.
9. Охарактеризуйте мінеральні ресурси.
10. Дайте загальну характеристику матеріального виробництва.
11. Матеріальний та енергетичний баланс промислово-виробничого об'єкту.
12. Оцінка ступеня техногенного впливу виробництва на довкілля.
13. Техногенні забруднення та їх джерела.
14. Дайте загальну характеристику найбільш поширених та небезпечних для довкілля матеріальних забруднювальних речовин.
15. Джерела утворення відходів та їх класифікація.
16. Антропогенне забруднення атмосфери України.
17. Антропогенне забруднення гідросфери України.
18. Вплив антропогенної діяльності на ґрунти України.
19. Забруднення літосфери твердими відходами.
20. Опишіть принципи екологізації виробництва.
21. Очищення промислових викидів в атмосферу.
22. Очищення промислових стоків (механічне, хімічне, біологічне).
23. Екологічні заходи щодо оптимізації відпрацьованих земель та трансформованих екосистем.
24. Збалансоване використання та відтворення природних ресурсів.

Розділ 2. ЕНЕРГЕТИКА



- 2.1. Загальна характеристика
- 2.2. Використовувані ресурси
- 2.3. Вплив на довкілля
- 2.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу енергетики на навколишнє середовище та його попередження
- 2.5. Відновлювальні види енергії

2.1. Загальна характеристика

Характеристика складових енергетичного комплексу. Енергетика – галузь народного господарства, що охоплює енергетичні ресурси, вироблення, перетворення, передачі та використання різних видів енергії. Від стану енергетики залежать темпи науково-технічного прогресу та виробництва, а отже, і життєвий рівень людей. Джерела енергії, які використовує людство, поділяються на: *відновлювальні* – енергія Сонця, вітру, води, морських припливів, гідроенергія річок, внутрішнього тепла Землі та *невідновлювані* – викопне органічне та мінеральне паливо.

Відновлювальні не порушують теплового балансу Землі, оскільки під час їх використання відбувається лише перетворення одних видів енергії на інші (наприклад енергія Сонця перетворюється спочатку на електроенергію, а потім на тепло або навпаки).

Використання невідновлювальних джерел енергії супроводжується процесами окиснення (горіння), у цьому випадку більша частина енергії виділяється в біосферу у вигляді теплової енергії, що спричиняє додаткове нагрівання атмосфери та гідросфери. Існує тепла межа, яку людство не повинно переступати, інакше це матиме для нього катастрофічні наслідки. За розрахунками вчених небезпечної теплової межі буде досягнуто в разі використання енергії невідновлюваних джерел в кількості 100 млрд. кВт (0,1% енергії, що надходить на Землю від Сонця). Поки що людство виробляє енергію на базі невідновлюваних джерел в 10 разів менше за гранично допустиму кількість. Якщо темпи збільшення виробництва енергії залишаться незмінними, то теплової межі буде досягнуто в середині XXI століття.

Як уже згадувалось, енергетика охоплює енергетичні ресурси, добування, перетворення, передачі та використання різних видів енергії. Найпоширенішою галуззю енергетики є електроенергетика. Вона включає в себе всі типи електростанцій: теплові, атомні, сонячні, гідравлічні, вітрові, теплоелектроцентралі та господарство електромереж.

Провідне місце в електроенергетиці України належить атомним (АЕС) та тепловим електростанціям (ТЕС) – разом вони дають більше 90% всієї виробленої електроенергії. Перші ТЕС були побудовані наприкінці XIX ст., набули масового поширення у XX ст. і до переходу на газ розміщувались поблизу джерел паливних ресурсів.

Теплові електростанції потужністю понад 2 млн. кВт·год називають державними районними електростанціями (ДРЕС) – їх розташовують у великих промислових регіонах (рис. 2.1).

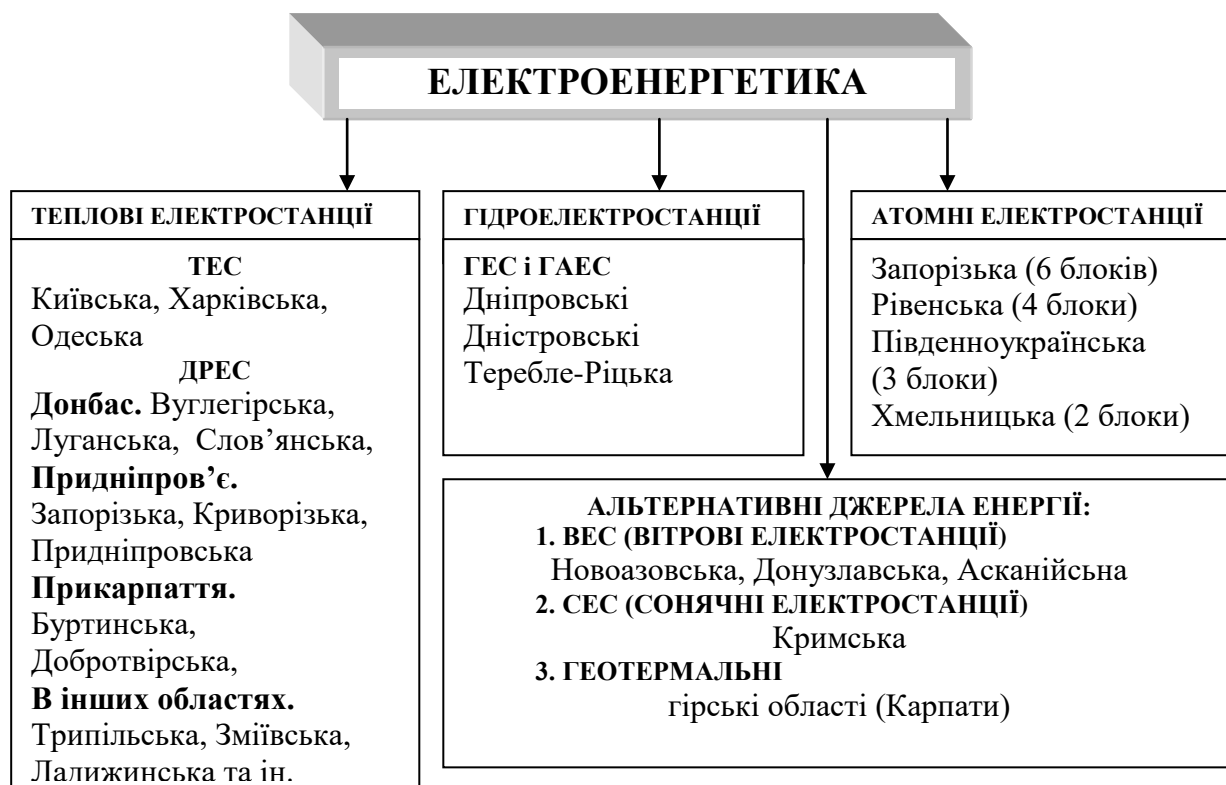


Рис. 2.1. Географія розташування електростанцій України

Найбільшими споживачами електроенергії є промисловість (65%), транспорт та сільське господарство (по 10%), будівництво, побут та інші галузі.

У великих містах працюють теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які є результатом комбінування двох виробництв: електроенергії та гарячої води для опалення приміщень у холодну пору року.

Перша у світі атомна електростанція була приведена в експлуатацію 27 червня 1954 р. в м. Обнінськ Калузької області. Від того часу ядерна енергетика у всьому світі стала бурхливо розвиватися. За даними МАГАТЕ (міжнародного агентства з атомної енергетики) на початок 90-рр. ХХ ст. у світі працювало понад 430 енергоблоків ефективною потужністю біля 318 тис. МВт, які забезпечували 17% світового виробництва електроенергії, на різних стадіях будівництва знаходилося ще 100 реакторів загальною потужністю 80 тис. МВт. На сьогоднішній день в Україні функціонує чотири АЕС - це Запорізька (6 млн. кВт.), Хмельницька та Південноукраїнська (по 3 млн. кВт.) та Рівненська (1,818 МВт.). Будівництво Кримської та Чигиринської АЕС зупинено, а Чорнобильська АЕС не експлуатується з 15 грудня 2000 р.

За сучасних технологій та дотримання норм безпеки атомна енергетика є незамінною для промислового Придніпров'я та південних, бідних на енергетичні ресурси, районів України. На жаль, складність експлуатації та

надзвичайно високі ризики роботи з ядерним паливом стримують більш широке поширення та використання атомних електростанцій.

Роль гідроенергетики в Україні відносно незначна. Великі гідроелектростанції (ГЕС) розміщені на Дніпрі: Київська, Канівська, Кременчуцька, Дніпровська, Дніпродзержинська, Каховська; на Дністрі - Дністровська. Єдина велика ГЕС на гірських річках була споруджена у Карпатах – це Терембле-Ріцька. Всі ГЕС України дають близько 7% електроенергії (табл. 2.1). Загалом на долю ГЕС припадає близько 20% електроенергії, одержуваної на Землі.

Таблиця 2.1

Характеристика енергетичного комплексу України (2007 р.)

Тип електростанцій	Встановлена потужність		Виробництво електричної енергії	
	млн. кВт	частка у %	млрд. кВт	частка у %
ТЕС	36,4	67,5	83,254	43,2
АЕС	12,8	23,8	92,543	47,4
ГЕС	3,7	8,7	10,109	5,2
Інші джерела енергії	-	-	8,220	3,2
Всього	53,9	100	195,131	57,6

В останні десятиліття розпочато спорудження альтернативних електростанцій, які використовують невичерпні природні ресурси і практично не завдають шкоди навколишньому середовищу. Достатньо потужні вітрові електростанції (ВЕС) збудовані на морських узбережжях: Новоазовська, Чорноморська, Донузлавська та Асканійська ВЕС. Районне значення можуть мати сонячні електростанції (СЕС) та геотермальні (які використовують внутрішнє тепло Землі). Використання енергії відновлювальних джерел дасть можливість знизити споживання дефіцитних для України нафтопродуктів на 5-6%, у тому числі за рахунок використання геліоресурсів – на 1,7%, вітроенергії – на 2,8%, геотермальної енергії – на 0,1%, біогазу – на 0,2%, гідроенергії річок – на 0,9%.

За останні роки в нашій країні поступово зростає потужність електростанцій. Україна водночас є як експортером, так і імпортером електроенергії. Україна експортує електроенергію до країн Центральної Європи (Угорщини, Польщі, Болгарії, Молдови). Донецький регіон частину електроенергії одержує з Росії.

Електроенергія передається на значні відстані за допомогою ліній електропередач (ЛЕП) великої потужності – 500 і більше кВт (ЛЕП-500, ЛЕП-750, ЛЕП-800, ЛЕП-1500). Електричні мережі Міністерства палива та енергетики України нараховують майже 1 млн. км повітряних та кабельних ліній електропередач усіх класів напруги, більше 202 тисяч трансформаторних підстанцій загальною потужністю 200832 МВА і є складовою Об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України. Ця система працює у паралельному режимі з ОЕС Молдови, а з серпня 2001 року здійснено перехід на паралельну роботу і з ОЕС Російської Федерації. З 1 липня 2002 року після успішних випробувань

української ОЕС у паралельному режимі із SETREL/UCTE був виділений так званий “Бурштинський острів”, який включає у себе Бурштинську та Калушську ТЕС, а також Теремля-Рікську ГЕС. “Бурштинський острів”, небезпідставно називають енергетичним вікном для Європи, він успішно пройшов експлуатаційно-випробувальну роботу за європейськими стандартами, отримав позитивне рішення керуючого Союзу з координації передачі електроенергії (UCTE) щодо постійної роботи південно-західної частини України у синхронному режимі з UCTE.

Теплові електричні станції. Теплоенергетика охоплює одержання тепла в процесі згоряння органічного палива та перетворення його в інші види енергії (механічну, електричну). На теплових електростанціях як первинне джерело енергії використовують органічне паливо. Паливо - горючі речовини, основною складовою яких є вуглець. Воно застосовується з метою одержання в процесі спалювання теплової енергії, а також як сировина в хімічній промисловості. Найчастіше використовують такі види природного палива: вугілля кам'яне, вугілля буре, нафта, газ природні горючі, сланці горючі, торф, деревина. Усі вони (крім деревини) відносяться до горючих копалин. В них міститься основна частина активного вуглецю планети (більше 90%, решта - у живих організмах). За рахунок спалювання перерахованих палив одержують близько 75% усієї споживаної енергії.

Підготовка твердого палива до спалювання передбачає збагачення, помел та сушіння палива. Підготовка мазуту полягає в його підігріві, очищенні від механічних домішок, а іноді в обробці спеціальними присадками. В процесі спалювання палива хімічно зв'язана енергія перетворюється в теплову, яка розігріває в котлах воду і перетворює її на перегріту пару. Температура пари становить 540°C , а тиск досягає величини 3,5–6,5 кПа. Потік перегрітої пари спрямовується на лопаті турбіни, яка приводить до обертання ротор електричного генератора. З метою підвищення ККД турбінної установки відпрацьована пара проходить через конденсатор і деаератор. Конденсатори охолоджуються водою з джерел зовнішнього постачання (річка, водосховище і т. ін.). У конденсаторі охолоджувальній воді передається близько 55% теплоти пари. Ця частина теплоти не використовується. Саме ці витрати енергії використовуються в ТЕЦ для підігріву води та опалення житла. Тому ТЕЦ будуються в безпосередній близькості біля індустріальних міст.

Послідовність операцій отримання електроенергії на теплових електростанціях складається з послідовних ланцюгів (рис. 2.2).

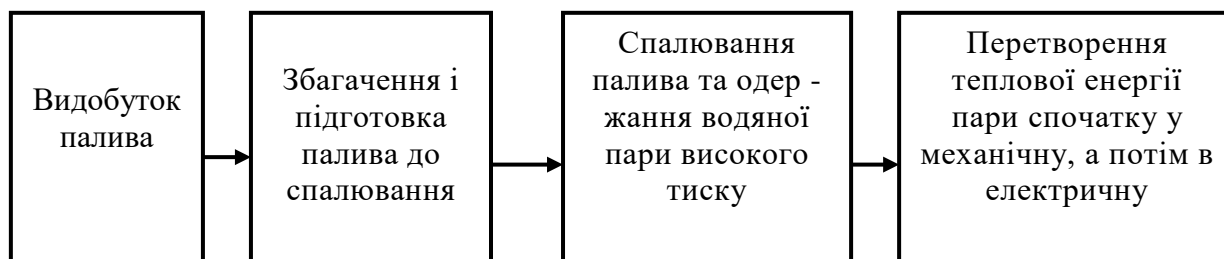


Рис. 2.2. Послідовність операцій отримання електроенергії на теплових електростанціях.

За енергетичним устаткуванням ТЕС поділяють на *паротурбінні*, *газотурбінні* та *дизельні*.

Паротурбінні електростанції (ПТЕС). Основне енергетичне устаткування ПТЕС: котлоагрегати, парові турбіни, турбогенератори та інше обладнання. Паротурбінні електростанції поділяють на *конденсаційні* (КЕС) та *теплоелектроцентральні* (ТЕЦ). На КЕС тепло, яке отримали в процесі спалювання палива, перетворюється на енергію водяної пари, яка подається у конденсаційну турбіну. Тут внутрішня енергія пари перетворюється спочатку в механічну енергію обертання турбіни, а потім електричним генератором в електричний струм. Відпрацьована пара відводиться у конденсатор, звідки конденсат пари перекачується насосами знов у парогенератор. Таким чином забезпечується замкнений цикл використання пари.

На відміну від КЕС в ТЕЦ перегріта пара не повністю використовується у турбінах, а частково відбирається для потреб теплофікації. Комбіноване використання тепла значно підвищує економічність теплових електростанцій та суттєво знижує вартість виробленої енергії. До складу ТЕЦ входять: паливне господарство з системою підготовки палива до спалювання; котельне обладнання з установками водопідготовки та конденсатоочистки; система технічного водопостачання; система шлаковидалення; електротехнічне господарство та система контролю і автоматичного управління енергообладнанням.

Газотурбінні електростанції (ГТЕС) використовуються як резервні джерела енергії (25–110 МВт) для покриття навантаження в години “пік” або у разі виникнення в енергосистемах аварійних ситуацій. Також застосовують комбінування парогазового обладнання (ПГО), в якому продукти спалювання та нагріте повітря потрапляють у газову турбіну, а тепло відпрацьованих газів використовується для підігріву води або виробництва пари для парової турбіни низького тиску. ККД ГТЕС звичайно становить 26–28%, потужність до декількох сотень МВт.

Атомні електростанції. Використання ядерної енергії на АЕС стало можливим завдяки відкриттю реакції ділення ядер важких елементів під впливом нейтронів та створенню ядерних реакторів для здійснення керованої ядерної ланцюгової реакції. Ядерна енергетика здійснює перетворення ядерної енергії в інші види - теплову, електричну, механічну тощо.

Ядерна енергія - найбільш концентрована форма енергії, що використовується людиною. Коли ядра важких атомів діляться на дві частини, відбувається виділення енергії: миттєве (або вибухове) в атомних бомбах та повільне, кероване - у ядерних реакторах. Перетворення ядерної енергії в електричну здійснюється на атомних електростанціях, основною складовою частиною яких є ядерний реактор. В процесі поділу 1 кг урану виділяється стільки теплової енергії, скільки можна отримати спалюючи 2000 тонн вугілля. В атмосферу не потрапляють шкідливі домішки та вуглекислий газ. Єдиною відмінністю між атомною електростанцією і станцією, що працює на вугіллі, є джерело теплової енергії. Кінцеві технологічні процеси перетворення механічної енергії в електричну на обох типах станцій збігаються.

У більшості країн світу експлуатуються переважно енергетичні реактори на теплових нейтронах з слабо збагаченим або природним ураном, водо-водяного типу, в яких вода використовується як теплоносій та сповільнювач. На їх долю припадає 75% парку реакторів, у тому числі 55% становлять реактори типу “з водою під тиском”, до числа яких відноситься ВВЕР-1000 (Рис. 2.3).

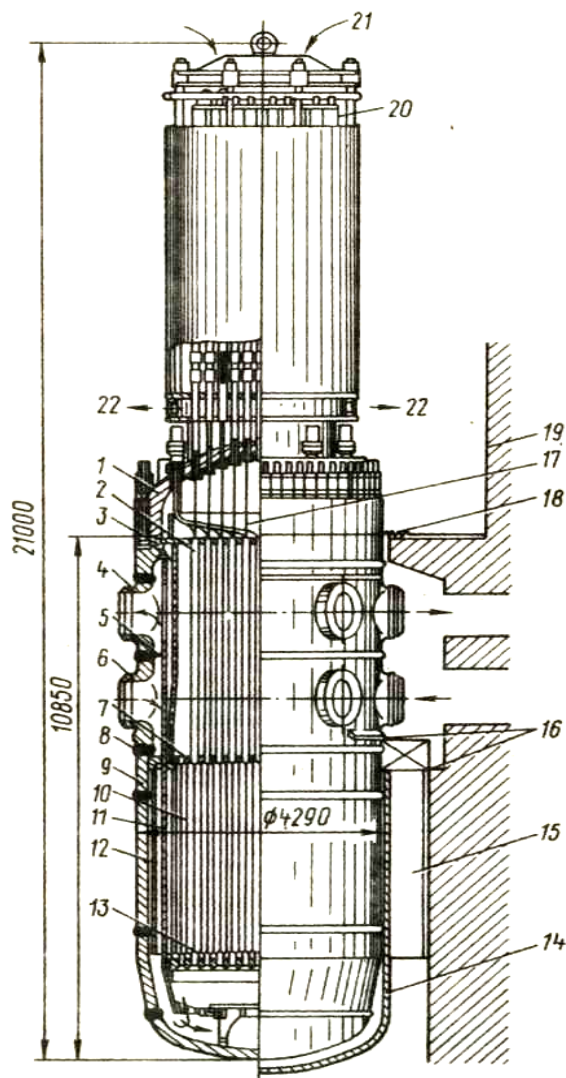


Рис. 2.3. Водо-водяний реактор ВВЕР – 1000: 1 – знімна кришка корпусу; 2 – направляючі труби для органів та приводів СУЗ; 3 – циліндр; 4,5 – роз’єднувальна обичайка; 6 – патрубок входу теплоносія; 7 – притискуюча плита; 8 – обмежуючий пояс; 9 – корпус реактора; 10 – касети з твелями; 11 – корзина активної зони; 12 – тепловий захист корпусу; 13 – опорна плита (для касет); 14 – теплоізоляція; 15 – тепловий захист; 16 – кронштейни і ферма для підтримки корпусу; 17 – штанга приводу органів СУЗ; 18 – кільцевий ущільнювач та компенсуючий лист; 19 – обмурівка приміщення; 20 – чохла для приводів органів СУЗ; 21 – вхід охолоджуючого повітря; 22 – вихід охолоджуючого повітря.

Основна частина ядерного реактора – активна зона, в якій протікає ланцюгова реакція ділення ядерного палива у вигляді тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів). Діаметр ТВЕЛа – 9,1 мм, діаметр паливних таблеток (спечений порошок UO_2) – 7,53 мм, маса завантаження двоокису урану у ТВЕЛі становить 1565 г. ТВЕЛі об’єднуються в тепловиділяючі касети, які містять 317 ТВЕЛів та 12 направляючих стрижнів керування. Кількість касет в активній зоні

– 163, з них з регулюючими стрижнями – 61. Заміну касет, які вигоріли, роблять на зупиненому реакторі. Щорічно роблять вивантаження близько 33% робочих касет і довантаження тієї ж кількості палива.

На рис. 2.4. зображено схему та принцип роботи атомної електростанції на теплових нейтронах з використанням сповільнювача та теплоносія (звичайної води) у так званому первинному контурі. Активну зону реактора складають стержні (трубки) 1 з ядерним паливом у вигляді ТВЕЛів і регулювальні стержні 3 (кадмій, бор). Ці стержні омиваються водою 2 (під великим тиском за температури до 300°C), яка є, як відзначалося вище, одночасно і уповільнювачем нейтронів, і теплоносієм. Ця вода створює перший замкнутий контур: *активна зона – змійовик-нагрівач 3*. Вона радіоактивна, тому частини реактора та нагрівача обмежені бетонним кожухом 11, який захищає довкілля від шкідливого впливу радіоактивного випромінювання активної зони.

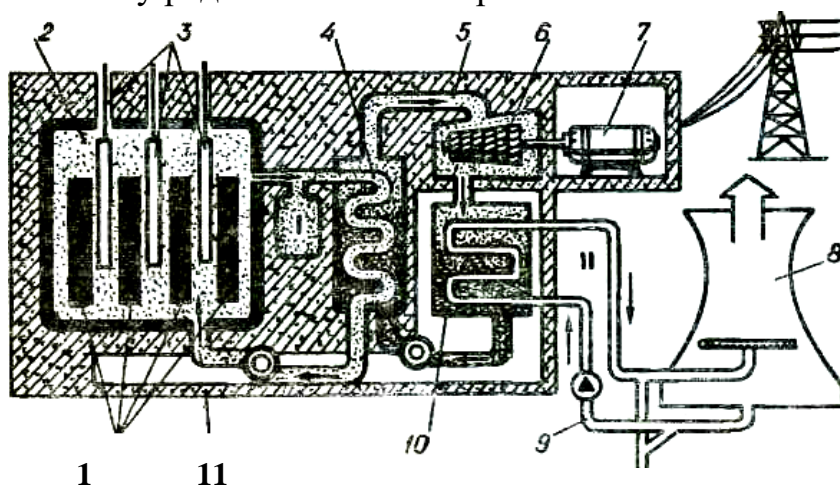


Рис. 2.4. Схема атомної електростанції на теплових нейтронах: 1 – стержні (трубки); 2 – вода; 3 – регулювальні стержні; 4 – змійовик-нагрівач; 5 – паропровід робочої пари; 6 – турбіна; 7 – генератор електричного струму; 8 – градирня; 9 – паропровід відпрацьованої пари; 10 – конденсатор; 11 – бетонний кожух.

Другий водяний контур (захищений від радіоактивних елементів) складають вода у нагрівачу 3, паропровід 5 та конденсатор 10. Це ще один замкнутий контур. Вода цього контуру, нагріта до високої температури під великим тиском у нагрівачу, перетворюється на пару і через паропровід спрямовується на турбіну 6, яка приводить у дію генератор електричного струму 7. Таким чином, ядерна енергія перетворюється спочатку у внутрішню енергію пари, яка виконує механічну роботу, обертаючи ротор електричного генератора, а в кінцевому результаті – в енергію електричного струму. Відпрацьована пара від турбіни надходить у конденсатор, який ще через один контур зв'язаний з відкритою водоймою та градирнею 8. Для зниження радіації до безпечного рівня і створення нормальних умов праці реактор екранують біологічним екраном, до складу якого входить сповільнювач “швидких” нейтронів. Це може бути вода, свинець, залізо чи бетон, який містить залізну руду.

Атомна енергетика – це не тільки атомні електростанції, а й комплекс підприємств, які потрібні для забезпечення їх паливом. Це рудники, де

видобувають уранову руду, заводи її збагачення та видаленню оксиду урану, підприємства, на яких концентрують ізотопи урану та створюють тепловиділяючі елементи. Після того як ці елементи будуть використані на АЕС, їх транспортують на завод, де з відпрацьованого палива відокремлюють продукти поділу та невикористане паливо. Цей цикл закінчується захороненням решток поділу та інших радіоактивних елементів.

Добова витрата мазуту на ТЕЦ потужністю 2 000 МВт становить 8,3 тис. тонн, а якщо станція працює на вугіллі – 10 тис. тонн. В той же час потреба в паливі АЕС такої самої потужності становить 180 кг. Збільшення потужності енергоблоків до 1000 МВт робить АЕС конкурентноспроможними в порівнянні з ТЕЦ. Тому АЕС проектується як великі енергетичні комплекси потужністю 4 – 6 млн. кВт. Створення великих АЕС вигідно з економічної точки зору.

Сьогодні на основі досліджень стала реальною задача комплексного використання атомних станцій для виробництва електричної та теплової енергії. Тому їх розташовують поблизу міст та промислових комплексів. Оскільки для АЕС практично не існує проблеми транспортування палива, то і розташувати їх можна у районах з напруженим паливо-енергетичним балансом. Єдиною суттєвою умовою є необхідність їх спорудження біля водних джерел для забезпечення охолодження реакторів.

Гідроелектростанції. Гідроенергетика має дуже важливе значення для стабільного функціонування українського енергетичного сектору – лише ГЕС та ГАЕС (гідроакумулюючі електростанції) забезпечують покриття пікових навантажень та автоматичне регулювання частоти та потужності в Об'єднаній енергетичній системі України. Враховуючи значний термін експлуатації діючих ГЕС (Дніпрогес – 70, інші – 40-50 років), питання підвищення надійності та ефективності використання встановленого обладнання набуває першочергового значення. На рис. 2.5. зображений загальний вид гідроелектростанції.

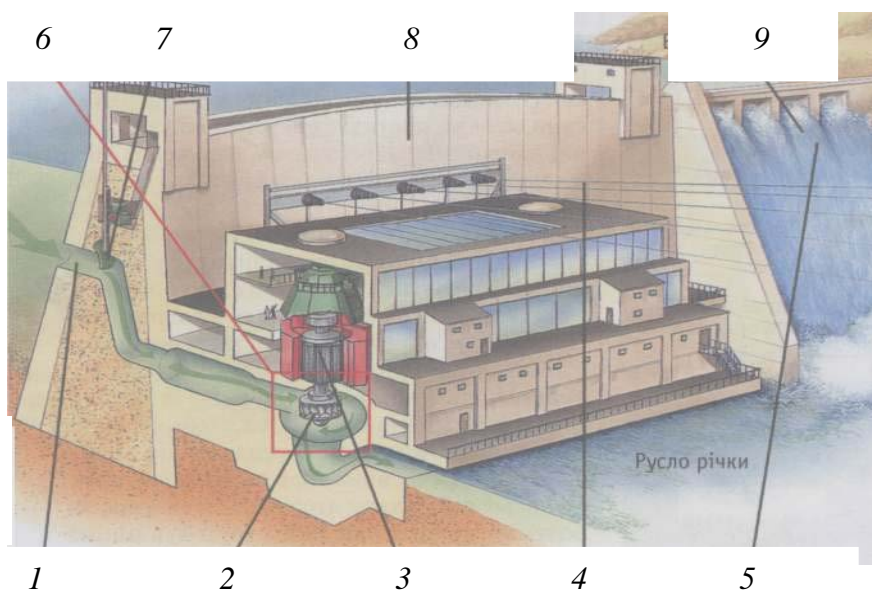


Рис. 2.5. Загальний вид гідроелектростанції: 1 – вода (надходить з водосховища); 2 – лопаті турбіни; 3 – електрогенератор; 4 – електромережа змінного струму; 5 – надлишкова вода; 6 – гідротурбіна; 7 – шлюзові ворота; 8 – гребля; 9 – водозлив.

Рушійною силою в гідроелектростанції є потік річкової води, який приводить в дію гідротурбіну поєднану з електрогенератором (рис.2.6).

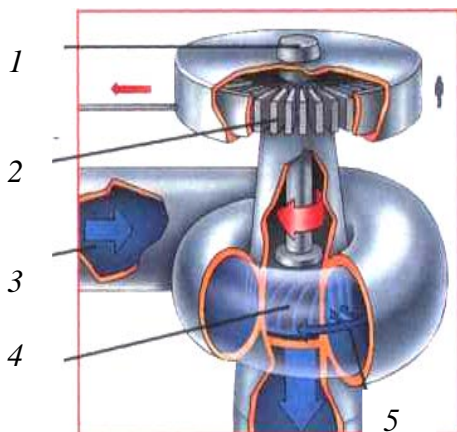


Рис. 2.6. Гідротурбіна: 1 – вал турбіни; 2 – ротор генератора; 3 – спіральний трубопровід; 4 – лопаті; 5 – потік води.

На деяких гідроелектростанціях використовують метод наливного водосховища, або гідроакумуляції. Протягом дня вода переходить із вищого рівня водойми на нижчий, обертаючи гідротурбіни. Вночі, коли споживання енергії незначне, насоси, на які подається надлишкова енергія з гідроелектростанції, перекачують воду з нижчого рівня на вищий. Надлишок води спускають через водозлив.

Гідроакумуляційні електростанції (ГАЕС) включаються в регіональну енергомережу з іншими електростанціями і виконують роль демпфера – самі споживають електроенергію, коли вона є в надлишку, і повертають у мережу, коли її недостатньо. Електричні машини гідроакумуляційних станцій можуть працювати як насоси, коли качають воду у верхнє водоймище, і як гідротурбіни електрогенератора, коли вода з верхнього водоймища перетікає в нижнє. Першу в СРСР гідроакумуляційну електростанцію було споруджено у 1971 році на правому березі Київського моря. Її потужність – 225 МВт, напір – 65 м, довжина водоймища – 275 м.

2.2. Використовувані ресурси

На теплових електростанціях для добування енергії використовують природне паливо, яке і є їхнім основним ресурсом, на атомних електростанціях основним ресурсом є ядерне паливо, для гідроелектростанцій основним ресурсом є гідроенергетичні ресурси.

2.2.1. Основні ресурси теплових електростанцій. Приведемо характеристику основних типів природного палива.

Торф - геологічно наймолодша серед палива копалина. Утворився із накопичень болотних рослин в умовах підвищеної вологості та недостатньої аерації. Торф - дуже гідрофільна речовина. У процесі сушіння об'ємна усадка досягає 50% первісного об'єму. Але вода в торфі не тільки заповнює капіляри, вона частково зв'язана з ним. Це заважає сушінню і перешкоджає механічному видаленню вологи. Вміст вуглецю в торфі зростає з підвищенням ступеня розкладання рослин. Зола торфу складається, головним чином, з Ca , Fe_2O_3 , Al_2O_3 та SiO_2 .

Вугілля буре - суміш у різному ступені перетворених залишків вищих наземних рослин, водоростей і організмів планктону. Вміст мінеральних домішок (зольність) бурого вугілля більше 30%, вміст вологи близько 20%. Від торфу, з якого воно утворилося, відрізняється більшою однорідністю і відсутністю залишків рослин, що не розклалися. Основні буро-вугільні басейни України – Львівсько-Волинський та Дніпровський.

Вугілля кам'яне - за запасами теплової енергії, що міститься в ньому, (разом із близькими йому антрацитами) займає основне місце серед паливних копалин. Кам'яне вугілля є одним із членів генетичного ряду твердих паливних копалин: торф - буре вугілля - кам'яне вугілля - антрацит. Зміст гігроскопічної вологи в кам'яному вугіллі знижується з ростом його метаморфізму від 7-9% до 0,2-0,4% .

Якщо зольність вугілля більш 40%, то таке вугілля називають паливними сланцями. Основні складові золи кам'яного вугілля - оксиди кремнію, Fe, Al, зустрічаються деякі рідкі елементи - германій, ванадій, вольфрам, титан і дорогоцінні метали - Au, Ag.

Основні кам'яновугільні басейни України – Донецький, Західний Донбас та Південний Донбас.

Нафта - паливна копалина, суміш вуглеводнів з іншими органічними сполуками (сірчистими, азотистими, кисневими). Нафта - найважливіше джерело рідкого палива, а також сировини для хімічної промисловості. Мазут - залишок після відгону з нафти бензину та гасу.

Гази природні паливні - природні суміші вуглеводнів різного складу. За способом видобутку підрозділяються на:

- власне природні гази, що добуваються з чисто газових родовищ, що практично не містять нафти;
- побіжні гази, розчинені в нафті, добуваються разом з нею;
- гази конденсатних родовищ;
- утримуючі гасові, іноді солярові фракції нафти.

Природне паливо класифікується:

- за агрегатним станом (тверді, рідкі, газоподібні);
- за походженням (природні і штучні, одержувані в процесі переробки природних - кокс, моторні палива, газ коксовий і ін.)

У золі палива містяться мінімальні кількості ванадію (0,001%) та натрію (0,0005%), що є основними корозійними агентами. Для зіставлення різних видів палив прийнята умовна одиниця - умовне паливо - $1 \text{ т.уп} = 7 \cdot 10^6 \text{ ккал} - 2,93 \cdot 10^4 \text{ МДж}$. Очевидно, що протікання процесу горіння залежить як від властивостей палив, так і від організації самого процесу горіння.

Властивості палива визначаються його хімічним складом, паливною масою та баластом. Хімічний склад палива прийнятий записувати символами елементів: C, H, O, N, S (табл.2.2). Для змісту золи та вологи прийняті позначення A та W. Індeksi праворуч зверху показують, до якого палива відносяться дані: p - до робочого палива, c - до сухого, g - до горючої маси, o - до органічної маси. Паливна маса - основні паливні складові: вуглець (теплота згоряння 34,4 МДж/кг), водень (143 МДж/кг), сірка (9,3 МДж/кг).

Таблиця 2.2

Характеристики твердих та рідких палив:

Паливо	Хімічний склад, %					Найнижча температура згоряння, МДж/кг
	C	H	O	N	S	
Торф	58	6	33	2,5	0,5	21,4-24,7
Деревина	51	6	42,6	0,5	-	16,9-20,1
Буре вугілля	64-77	4-7	15-25	1	0,5-7,5	26,4-30,2
Кам'яне вугілля	88-90	4-4,5	3-4	1,5	1-3	31,4-34,6
Антрацит	90-93	2-4	2-4	1	0,5-2	33,7-35,0
Сланці	60-75	7-9	10-17	1	5-15	29,3-37,7
Мазут	86-88	10-10,5	0,5-0,8	0,5-0,8	0,5-3	44-46

Сірка міститься в паливі в 3-х видах: органічна (у складі складних сполук), колчеданна (у сполуках з Fe та іншими металами) і сульфатна.

Речовини, що не згоряють, разом з вологою палива утворюють баласт палива. Мінеральні домішки, що характеризують зольність, присутні у виді силікатів (кремнезем, глинозем, глина), сульфідів (Fe), карбонатів (Ca, Mg, Fe), сульфатів (Ca, Mg), оксидів металів, фосфатів, хлоридів та інших солей лужних металів у різних сполученнях, характерних для різних родовищ.

Найважливіша характеристика палива - температура згоряння. Вища температура згоряння палива - кількість теплоти, що виділяється в процесі повного згоряння твердого, рідкого чи газоподібного палива, коли уся волога палива переходить у продукти реакції горіння. Нижча температура згоряння менше вищої на ту кількість тепла, що затрачається на випаровування води, яка утвориться в процесі згоряння палива, а також вологи, що міститься в ньому.

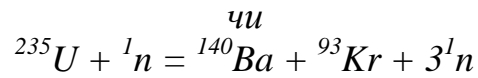
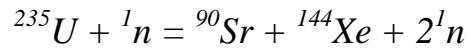
2.2.2. Основні ресурси атомних електростанцій. Енергетично вигідними є реакції синтезу легких ядер та ділення важких. У реакції синтезу ядер гелію з дейтерію



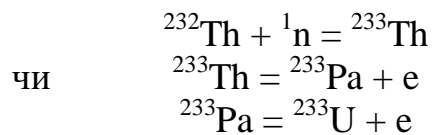
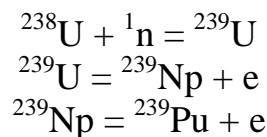
виділяється 17,6 МэВ на кожен акт синтезу, що дає енергію в 23,6 МВт/м згорілого дейтерію. Вміст дейтерію в природному водні 0,015% і $4 \cdot 10^{13}$ т у гідросфері Землі. Запаси безмежні, але немає керованого синтезу, є вибухове протікання реакції в термоядерній (водневій) бомбі з ініціюванням реакції ядерним вибухом ($T \sim 10^8$ К). Дослідження з керованого термоядерного синтезу велися в установках "Токомак".

До важких ядер, що діляться, відносяться природні ізотопи ${}^{235}\text{U}$, ${}^{232}\text{Th}$ і штучні ${}^{233}\text{U}$, ${}^{239}\text{Pu}$ і ${}^{241}\text{Pu}$. Єдиний природний ізоотоп ${}^{235}\text{U}$, що ділиться під впливом нейтронів будь-якої енергії, називається первинним ядерним паливом, інші ізотопи - вторинне ядерне паливо. Ділення ядер урану супроводжується виділенням близько 200 МэВ в результаті 1 реакції або 20 МВт/г пального.

Перша АЕС побудована і запущена в СРСР у м.Обнінську потужністю 5МВт у 1954 році. Це АЕС на теплових (повільних) нейтронах. Її дія заснована на реакції



У процесі ділення утворюються вторинні нейтрони, що вступають у нові реакції, підтримуючи протікання ланцюгової реакції ділення ядер. Уламки, що утворилися, нестійкі і діляться самі до утворення стійкого ядра. Такі реактори використовують приблизно 1,5% енергії палива. В процесі взаємодії ядерного пального зі швидкими нейтронами використовується до 50% енергії палива, одночасно створюється штучне ядерне паливо. Перша АЕС на швидких нейтронах побудована в 1973 році в м.Шевченко на Мангишлаку. У такому реакторі паливо використовується повільніше, ніж виробляється нове паливо (${}^{239}\text{Pu}$ чи ${}^{233}\text{U}$) (такий реактор називається реактор-розмножувач або бридер):



Для роботи електростанції потужністю 1000МВт протягом 1 доби потрібно 750 Т вугілля, 400 т нафти або 250 г ${}^{235}\text{U}$.

Уранова руда складається з трьох ізотопів: уран-233, -235, та -238; і тільки уран-235 підходить як паливо для ядерних електростанцій. В процесі виробництва енергетичного палива спочатку до складу руди входить не більше 0,7% урану-235. В процесі збагачення руди концентрація цього ізотопу збільшується до 90%.

2.2.3. Гідроенергетичні ресурси – це запаси потенціальної енергії річкових потоків та водойм. Технічно доцільними для використання на території України можуть бути гідроенергетичні ресурси Дніпра – 46%; Дністра та Тиси – по 20% і на всі інші річки України – 14%. Особливо велике значення ГЕС Дніпровського каскаду мають для водопостачання маловодних районів Центра та Півдня країни. В цілому з ресурсів штучних накопичувачів води на Дніпрі забезпечується 35% промислової та комунально-побутової потреби країни.

2.3. Вплив на довкілля

Електроенергетика – з одного боку основа розвитку всіх без винятку галузей народного господарства, а з другого – джерело техногенного впливу на навколишнє середовище, вона суттєво погіршує умови життєдіяльності. У наші дні, ще не знайдено жодного джерела електроенергії, використання якого не впливало б прямо або опосередковано на біосферу.

2.3.1. Забруднення довкілля тепловими електростанціями. Взаємодія ТЕС з довкіллям, залежить від кількісних та якісних характеристик відходів у ланцюгу потоку енергії від видобутку енергоносіїв до одержання електроенергії.

Мінеральні частки утворюють золу – тверді частки різних розмірів. Зольністю палива (A^p , %) називається відношення маси непальних матеріалів до маси палива. Зольність залежить від природи палива та якості його обробки перед спалюванням. Розрізняють первинну золу - залишки мінеральних домішок, що входять до складу палива, в процесі його утворення; вторинну золу - сторонні мінеральні речовини, рівномірно розподілені в паливній масі палива і породу - мінеральні речовини, що потрапили в паливо в процесі його видобутку. Вміст первинної золи в сухій масі палива не перевищує 1 - 1,5%, породи – 2 - 2,5%. Сумарна зольність деяких марок вугілля може перевищувати 40%, де основна частка належить вторинній золі. Частки непальних речовин розміром більше 12 мкм цілком затримуються у верхніх дихальних шляхах. Більш дрібні частки проникають у легені, викликаючи різні захворювання. Частки розміром більш 100 мкм осідають на під топки, сплавляючись в шлаки.

Розрізняють гомогенне та гетерогенне горіння, тобто однофазне (газ-повітря) і двофазне (тверде чи рідке паливо - повітря). До гомогенного типу горіння відноситься горіння газоподібних палив.

Спалювання органічного палива супроводжується 3 типами горіння:

1-нейтральне (стехіометричне) чи горіння палива без надлишку повітря. Коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1.0$;

2- окисне чи повне згоряння за надлишку повітря $\alpha > 1.0$;

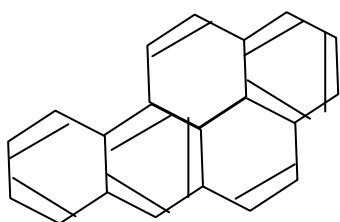
3-відбудовне чи неповне за нестачі повітря $\alpha < 1.0$.

Можливе змішане (окиснювально-відновне) горіння, що характерно для горіння часток твердого палива.

Процес горіння твердого палива проходить через кілька стадій: підсушування палива; сублимація летучих речовин і утворення коксу; горіння летучих речовин та коксу. Процес гетерогенного горіння - основний процес горіння твердого палива. Відбуваються 2 варіанти процесу горіння твердих часток:

- на поверхні твердих часток доступ повітря до місця реакції не обмежений, реакція йде за типом $C + O_2 = CO_2$ і швидкість горіння визначається кінетикою хімічної реакції - кінетичний режим горіння;
- під поверхнею твердої частки кисню для повного окиснювання недостатньо, швидкість реакції горіння визначається швидкістю дифузії кисню до місця реакції. Реалізується дифузійний режим горіння $2C + O_2 = 2CO$

У реакціях горіння речовини проходять через проміжні стадії, у результаті яких утворюються активні продукти - атоми та радикали. У процесі горіння ці продукти відтворюються, забезпечуючи його подальше протікання. Горіння органічних речовин супроводжується розривом зв'язків у великих органічних молекулах, утворюються радикали з великими та з малими молекулярними



масами, можливе утворення канцерогенних речовин шляхом рекомбінації радикалів. Їхній вміст визначається індикацією бенз(а)пірену, що є присутнім у продуктах горіння різних агрегатних станів палива і може конденсуватися у виді крапель чи жовтих голкоподібних кристалів.

Бенз(а)пірен – поліциклічний ароматичний вуглеводень ($C_{20}H_{12}$). Дуже стійкий (протягом більш 40 днів не зменшує свою активність у воді). Температурна залежність виходу має максимум, який за часу реагування 0,2 – 0,5 с відповідає температурі 1450 – 1550 К.

В процесі горіння наступного компонента пальної маси - сірки - утворюється один з найбільш токсичних газоподібних викидів – SO_2 . Його кількість визначається сірчистістю палива - S^p , %. SO_2 складає 98-99% від викиду сірчистих сполук. Різні палива істотно відрізняються за вмістом сірки. Найбільшу сірчистість має вугілля, безсірчистим паливом є природний газ більшості родовищ. Потoki SO_2 , вимірювані млн.т/рік перетинають державні кордони. У найбільш несприятливих умовах опинився схід та північний схід Європи (через переважність західних потоків повітряних мас).

В процесі спалювання палива вся його маса перетворюється у відходи, причому маса продуктів згорання перевищує масу використаного палива за рахунок включення азоту і кисню повітря в 4 - 5 разів.

Теплові електростанції, що працюють на твердому паливі, викидають у атмосферу частки золи та недогорілі частки палива, сірчистий та сірчаний ангідриди, оксиди азоту та вуглецю, водяну пару тощо.

Утворення оксидів азоту в процесі горіння палива здійснюється 3-ма шляхами:

- утворення паливних оксидів азоту. Повне перетворення азоту палива в оксиди спостерігається за N^p не менш 0,1%. Збільшення вмісту азоту в паливі не приводить до збільшення кількості його оксидів у газах, що відходять, збільшується вміст піридинів, хінолінів, смолистих речовин, NH_3 , значна частина азоту переходить у нітриди і N_2 . Час утворення паливних оксидів азоту – $10^{-2} - 10^{-3}$ с.

- утворення швидких оксидів азоту. Ці оксиди виявляються за часу горіння 10^{-4} с. Запропоновано механізм їхнього утворення за участю радикалів, що утворюються в процесі горіння, та азоту повітря:

- із збільшенням температури горіння збільшується частка термічних оксидів азоту, реакція йде за ланцюговим механізмом, у реакції бере участь тільки кисень та азот атмосферного повітря. Енергія активації цих реакцій велика, тому швидкість утворення термічних оксидів азоту дуже сильно залежить від температури.

За температури горіння до $1000^\circ C$ кількість оксиду азоту визначається кількістю паливних, яких дуже мало. В області від 1200 до 1500° присутні усі види оксидів азоту, а за температури вище 1500° різко зростає частка термічних оксидів азоту:

Для топкових камер великих розмірів характерний повільний темп охолодження продуктів згорання і більший, ніж для малих топков період реакції синтезу NO . Тому вихід термічних оксидів азоту в топкових камерах енергоблоків (за температур вище 1700°) складає до $1,5$ г/м³, а для малих промислових та опалювальних котлів зі значною швидкістю охолодження продуктів згорання вихід термічних оксидів азоту невеликий або цілком відсутній.

У випадку використання природного газу в атмосферу надходять токсичні речовини – оксиди азоту та оксид вуглецю. В процесі транспортування палива на ТЕС та в процесі його складування здійснюється забруднення повітря пилом.

Основні показники викидів ТЕС потужністю 1000 МВт, що працюють на різних паливах протягом року (у тис.т/рік) приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Основні показники викидів ТЕС потужністю 1000 МВт

Викиди	Вид палива і його витрати		
	газ $1,9 \cdot 10^9$ м ³ /рік	мазут $1,57 \cdot 10^6$ т/рік	Вугілля $2,3 \cdot 10^6$ т/рік
SO_x	0,012	52,66	139,00
NO_x	12,08	21,70	20,88
CO	незначно	0,08	0,21
тв.частки	незначно	1,40	5,01

Пилоподібні золи за дисперсністю класифікують на тонкодисперсні (питома поверхня більш 4000 см²/г), середньо дисперсні (питома поверхня 2000 - 4000 см²/г та грубодисперсні (питома поверхня менше 2000 см²/г).

Дрібні та легкі частки (розміром менше 100 мкм), що містяться в золі в кількості 80 - 85% , виносяться з топок з димовими газами, утворюючи золу виносу. Її склад: більш 40 мкм - $4,4\%$; ($20 - 40$) мкм - $3,9\%$; ($5 - 20$) мкм - $5,7\%$; ($1 - 5$) мкм - $36,2\%$; менше 1 мкм - $49,8\%$.

У залежності від модуля лужності, що є відношенням масових часток основних оксидів до кислих, золи і шлаки поділяються на основні (m більше $0,9$), кислі ($m = 0,6$ - $0,9$) і понадкислі (m менше $0,6$).

Концентрація забруднюючих речовин в атмосфері, залежить від рельєфу місцевості, швидкості вітру, перегріву їх у відношенні до температури навколишнього середовища, висоти хмарності, їх фазового стану та інтенсивності. Так градирні в системі охолодження конденсаторів ТЕС суттєво зволожують мікроклімат в районі станції, сприяють утворенню низької хмарності, туманів, зниженню сонячної активності, викликають мряку, а взимку іній та ожеледицю. Взаємодія викидів з туманом призводять до утворення стійкої сильно забрудненої дрібнодисперсної хмари, тобто смогу.

Електростанція потужністю 1000 Мвт, яка працює на вугіллі, викидає в атмосферу приблизно $5\ 000$ тонн SO_2 ; $10\ 000$ тонн оксидів азоту.

Взаємодія ТЕС з гідросферою характеризується в основному споживанням води на охолодження конденсаторів (витрати води становлять 120 кг/кВт· год). Основними факторами впливу на гідросферу є скиди охолоджувальної води у водойми, наслідками якої можуть бути:

- постійне локальне підвищення температури;
- зміна умов льодоставу та паводків;
- виникнення випаровувань та туманів.

Експлуатація сучасних ТЕС пов'язана з утворенням рідких відходів. До них відносяться:

- охолоджувальні води (від конденсаторів, насосів). Вони несуть теплове забруднення (мінімальне відхилення темп. = 8° на вході і виході з конденсатора), у кількості $M(H_2O) = (100-150) \cdot W$ т/годину, що складає 70 - 90 м³/сек. (W – потужність станції). Води охолодження - особлива група, оскільки з конденсаторів турбін виділяється від 50 до 75% усього тепла, одержуваного в процесі спалювання органічного палива. Тому з охолодженням конденсаторів зв'язують проблеми "теплого забруднення" водою стічними водами ТЕС. Про кількість тепла, що відводиться з охолоджувальною водою, можна судити по тому, що їхня одинична потужність досягла 4000 - 6000 МВт. Середня витрата охолоджувальної води і кількість тепла, що відводиться, що приходяться на 1000 МВт установленної потужності складають 30 м³/сек і 1,25 МВт.

- СВ із системи гідрозоловидалення. рН таких вод 11 - 12, у них розчинені сполуки (As, Pb, Cd, Va та ін), канцерогенні речовини. Тому такі води не скидають, а після очищення використовують повторно.

- відпрацьовані розчини після хімічного очищення устаткування. Вони дуже різноманітні через велику кількість застосовуваних промивних розчинів. Можуть містити мінеральні кислоти - HCl, H₂SO₄, HF; органічні - лимонна, щавлева, мурашина, оцтова; їхньої суміші; комплексокси; інгібітори корозії. В процесі промивки поверхонь нагріву котлоагрегатів утворюються розведені розчини соляної кислоти, натрію, аміаку, солей амонію, заліза та інших речовин.

Поряд з порушенням мікроклімату теплові викиди призводять до заростання водою водоростями, порушення кисневого балансу, що створює загрозу для життя мешканців рік та озер. Як показали дослідження гідробіологів, вода, нагріта до температури 26 - 30⁰С, пригнічує життєдіяльність мешканців водою, а якщо температура води піднімається до 36⁰С – риба починає гинути.

Для спорудження великої ТЕС необхідна площа 2 - 3 км², а з врахуванням площі золо- та шлаковідвалів і водоємних-охолоджувачів ця величина зростає до 3 - 4 км². На цій території екологічна рівновага порушується. Великі градирні в системі охолодження істотно звожують мікроклімат у районі станції, сприяють утворенню низької хмарності, туманів, дощів, що мрячать, у зимовий час - інею й ожеледі, поширюються бактерії, мікроорганізми (легіонела).

Основними факторами впливу ТЕС на літосферу є вилучення з сільськогосподарського обороту орних земель та луків під будівництво ТЕС та золовідвалів. Видалені з топки зола та шлаки утворюють золошлаковідвали на земній поверхні. На поверхню землі надходить близько 400 000 тонн золи на рік, в якій міститься 80 тонн важких металів (As, Pb, Cd, Va та ін). Така станція в процесі спалювання палива витрачає таку кількість кисню, яку виділяють 101 тисяча гектарів лісу.

Аналіз золи та шлаку показує вміст у них ряду елементів зі змістом, який значно перевищує їхній середній вміст у земній корі. Тому зола та шлаки використовують для одержання цінних компонентів, родовища яких в Україні відсутні (наприклад, германій).

Вміст елементів в золі спалювання вугілля

Елемент	Середній вміст в літосфері, г/т	Середній вміст в золі, г/т	Коефіцієнт збагачення
Бор	3.0	600	200
Германій	7.0	500	70
Миш'як	5.0	500	100
Уран	2.0	400	200
Берилій	5.0	300	60
Срібло	0.1	2	20

Енергетичне виробництво неможливе без втрат тепла. Ці втрати супроводжують весь технологічний цикл роботи ТЕС і визначаються коефіцієнт корисної дії (ККД) ТЕС, що виражається відношенням отриманої енергії ($Q_{отр}$) до підведеної ($Q_{підв}$), рівний добутку маси палива (B) на нижчу теплоту його згоряння ($Q_{низч}$)

$$ККД = \frac{Q_{отр}}{Q_{підв}} = \frac{Q_{отр}}{B \cdot Q_{низч}} \cdot 100\%$$

ТЕС характеризується ККД = 40%, хоча на практиці ці значення рівні 33-37%. Знаючи ККД ТЕС можна визначити її теплову потужність

$$W_m = W_{эл} / 0,01ККД$$

Тоді теплові викиди в навколишнє середовище

$$W_v = W_m - W_{эл} = W_{эл} / 0,01ККД - W_{эл} = W_{эл}(3-1) = 2W_{эл}$$

Ці викиди надходять у навколишнє середовище, в основному, на території станції.

Термодинамічна особливість виробництва на ТЕС електроенергії полягає в тому, що близько 67% теплової енергії відводиться в навколишнє середовище. Для ефективного відводу теплової енергії необхідно використання води річок, природних водойм, або створення ставків-охолоджувачів. Тобто з потреб народного господарства відбираються додаткові площі земної поверхні. Крім конденсаторів турбоагрегатів споживачами охолоджувальної води є системи зливу шлаків та інші системи, зливи із яких потрапляють на поверхню землі, або в гідросферу.

В процесі експлуатації електростанцій тепловий скид існуючими нормами не обмежують, а лише вимагають щоб підігрів води у водоймах не перевищував її природної температури влітку на 3°C, а взимку на 5°C. Таким чином запобігання тепловому забрудненню водного басейну зводиться до переводу його у прихований стан випаровуванням нагрітої води.

Усе вищесказане відноситься до сталого режиму роботи. Для визначення сумарного впливу станції на навколишнє середовище необхідно враховувати нерівномірність енергоспоживання, пускові та перемінні режими роботи з яких вплив ТЕС на навколишнє середовище значно зростає. Наприклад для блоку потужністю 300 МВт витрата палива на один пуск із холодного стану складає близько 200 т.у.п. Ефективність використання тепла та кількість викидів значно відрізняється від роботи за сталих режимів.

Оскільки у складі мінеральної частини більшості твердих палив містяться сполуки калію, ізотоп якого ^{40}K радіоактивний, а також суміш ізотопів урану та торію, можна прийти до висновку, що летуча зола є джерелом забруднення атмосфери радіоактивними елементами, але значення цих викидів значно менше ГДК для таких речовин. Радіоактивність, обумовлена викидом ^{40}K складає 0,72 Ки/рік, а ^{238}U - 2,4 Ки/рік. Вважається, що в атмосферу потрапляє 1% золи палива, а 99% йдуть у відвал, тобто інша частина радіоактивних елементів забруднює літосферу у відвалі.

2.3.2. Забруднення довкілля атомними електростанціями. Основні процеси взаємодії ТЕС і АЕС з навколишнім середовищем однотипні в частині перетворення теплової енергії в електричну. Основне тепловиділення АЕС у навколишнє середовище відбувається в конденсаторах турбін. Однак, питомі тепловиділення в охолоджуючу воду в АЕС більше, ніж у ТЕС через більшу витрату пари, що визначає великі питомі витрати охолоджуючої води. Тому на більшості нових АЕС передбачається будівництво градирень, у яких теплота виділяється безпосередньо в атмосферу. Охолодження в градирні відбувається за рахунок випаровування частини води, що стікає зрошувачем під дією сили тяжіння (випаровування 1% води знижує її температуру приблизно на 6°C).

Прямий вихід радіоактивних відходів ядерних реакцій у навколишнє середовище запобігається багатоступінчастою системою радіаційного захисту. За нормальної експлуатації АЕС радіоактивність контуру ядерного реактора обумовлена активацією продуктів корозії, проникненням продуктів ділення в теплоносій. Наведеній радіації піддаються практично всі речовини, які взаємодіють з радіоактивними випромінюваннями.

В процесі експлуатації АЕС утворюються газоподібні, рідкі та тверді відходи. Газоподібні викиди через вентиляційну трубу дуже малі - не перевищують декількох відсотків від гранично допустимого рівня, оскільки на АЕС використовується вискоєфективне очищення газів. Рідкі відходи - вода, забруднена низькоактивними речовинами очищається і використовується вдруге, невеликі її кількості зливаються в побутову каналізацію. Більш складна ситуація з високоактивними рідкими та твердими відходами. Рідким високоактивним відходом може бути теплоносій першого контуру у випадку протікання чи порушення герметичності устаткування, вода басейнів витримки ТВЕЛів і т.д. За рік роботи утворюється 0,5 - 1,5 м³ середньоактивних рідких відходів на 1 МВт електричної потужності. Тверді високоактивні відходи - елементи устаткування, інструменти, відпрацьовані фільтри очищення повітря, спецодяг, сміття. Ці відходи не можуть бути штучно дезактивовані. Єдиний спосіб - природний розпад. Рідкі відходи піддають "затвердженню" шляхом

нагрівання та випаровування і заховують у спеціальних контейнерах. Тверді - спалюють, пресують, заховують у металевих контейнерах.

В процесі роботи реактора концентрація ядер, що поділяються, у ТВЕЛах поступове зменшується, тобто ТВЕЛІ вигорають. Близько 1/3 ТВЕЛІв вимагає щорічної заміни. Витягнуті ТВЕЛІ зберігають у воді в межах реактора кілька тижнів (150 днів) до розпаду радіоактивних елементів з коротким періодом напіврозпаду.

АЕС - складова ядерного паливного циклу (ЯПЦ) чи повного ядерного циклу (ПЯЦ). Цей цикл складається з:

- видобутку та переробки уранової руди з одержанням хімічних концентратів урану (рудовидобувні та рудопереробні заводи). Видобуток уранової руди здійснюється відкритим способом або вилуговуванням. На цьому етапі з надр виділяється радіоактивний радон. Збагачення руди проходить від приблизно 0,7% до 3%. Для забезпечення паливом блоку АЕС потужністю 1000 МВт потрібно 50 - 80 тис.т руди на рік. У відвалах залишається приблизно 70% природних радіоактивних речовин. Тверді відходи складують на поверхні, тому вони забруднюють навколишнє середовище через вимивання опадами U, Po, що містяться у відходах, і через виділення радону. Утворюються рідкі відходи - шахтні, дренажні води та пилогазоподібні - вентиляційні викиди з розробок. У рідких відходах переробки містяться різні солі радіоактивних металів;

- одержання чистих сполук U з концентратів (афінажні заводи). В технології одержання 2кг U_3O_8 утворюється 3 - 3,5 м³ рідких токсичних та радіоактивних відходів;

- виробництво UF_6 і поділ його ізотопів (заводи одержання UF_6 і поділу його ізотопів) На цій стадії в атмосферу виділяються F_2 , HF і низькоконцентровані радіоактивні відходи;

- виготовлення ядерного палива і ТВЕЛІв - тепловиділяючих елементів (заводи виготовлення ТВЕЛІв). На цих заводах збагачене паливо пресують у гранули розміром у наперсток. Близько 200 гранул укладають у 3-х метровий стрижень діаметром 6-15 мм із нержавіючої сталі для реакторів на швидких нейтронах або сплавів цирконію для реакторів на повільних нейтронах. Блок з 200 таких стрижнів, зібраних в оболонку, утворює ТВЕЛ, а від 100 до 600 таких ТВЕЛІв утворюють активну зону реактора. На цій стадії утворюються тверді відходи у виді хімічних сполук (OH^- , SO_4^{2-} , F⁻) та органічних речовин (іонообмінні смоли). Обсяг рідких відходів невеликий, але вони висококонцентровані. Крім цього утворюються промивні води з низьким вмістом компонентів;

- використання палива для одержання енергії на АЕС;

- переробка відпрацьованого на АЕС ядерного палива (радіохімічні заводи чи заводи регенерації палива).

Після басейнів на території станції ТВЕЛІ розкривають та розчиняють радіоактивні елементи у HNO_3 . ^{235}U і 99,5% ^{239}Pu , кількість якого мала, екстрагують і очищають. У HNO_3 залишаються радіоактивні відходи. Вони зберігаються 5 років у рідкому стані, а потім переводяться у твердий. Відділеним ^{235}U наповняють нові ТВЕЛІ. Продукти ділення, що залишилися,

зберігають протягом 20 періодів їхнього напіврозпаду. Одним з найбільше довго живучих та небезпечних продуктів ділення є ^{90}Sr з періодом напіврозпаду 28,8 років, тому вважається, що ядерні відходи повинні зберігатися 600 років, у той час як період напіврозпаду ^{239}Pu складає 24500 років, значить, його потрібно зберігати 490 000 років. Це найотруйніший з усіх відомих елементів, для нього $\text{ГДК}_{\text{мр}} \leq 0,001 \text{ мг/м}^3$.

Заводи переробки ТВЕЛів - серйозне джерело забруднення навколишнього середовища. Велика частина радіоактивних елементів міститься в стічних водах. Їх збирають і зберігають у герметичних ємностях, але частина СВ скидається (1 завод у рік скидає $500\text{-}1500\text{м}^3$ СВ). ^{85}Kr , ^{133}Xe , частина ^{131}I потрапляє в атмосферу з випарників, використовуваних для ущільнення рідких стоків. Маса речовини, що відповідає потужності 1кВт, витягнута з батареї, дає дозу опромінення 700 берів/год на відстані 1 м, що відповідає ЛД₉₀ для людини. Після 30 років постійного опромінення АЕС повинна бути закрыта (табл.2.6).

Таблиця 2.5

Оцінка кількості радіонуклідів, що утворюються і надходять у біосферу, у повному ядерному циклі

Виробництво	Пит.активність відходів, Ки/1000МВт/рік		Частка активності, що надходить в біосферу, %
	утворюється	надходить в біосферу	
Весь ПЯЦ	$4,5 \cdot 10^9$	$3,64 \cdot 10^5$	100
Видобуток і переробка U-их руд	$4,4 \cdot 10^5$	128	$3,5 \cdot 10^{-2}$
Виготовлення матеріалів і ТВЕЛів	незначно	0,144	$3 \cdot 10^{-5}$
Одержання енергії на АЕС	$4 \cdot 10^6$	$1,84 \cdot 10^4$	5
Переробка відпрацьованого ядерного палива	$4,4 \cdot 10^9$	$3,46 \cdot 10^5$	95

Ki - кількість ізотопу, у якому відбувається $3,7 \cdot 10^{10}$ розпадів у 1сек.

Реактори-розмножувачі на швидких нейтронах більш складні в експлуатації, ніж звичайні реактори, для них вимагається більш ефективний теплоносій, який був би поганим сповільнювачем нейтронів і залишався б рідким за високих температур. Цим вимогам відповідає рідкий Na, що циркулює за температури 400 - 540°C. Він повинен бути захищеним від контакту з водою щоб уникнути бурхливої хімічної реакції. Рідкий Na стає радіоактивним, у випадку витоку створюється дуже велика небезпека в порівнянні зі звичайними реакторами.

Складові витрат для АЕС на стадіях ПЯЦ

Стадії ПЯЦ	Питомі витрати, долар/кг
Видобуток і виробництво уранових концентратів	55
Виробництво UF ₆	7
Розділення ізотопів	80-140
Виготовлення ТВЕЛів	200
Переробка відпрацьованого палива	650
Затвердження і оскування (без витрат на поховання)	110

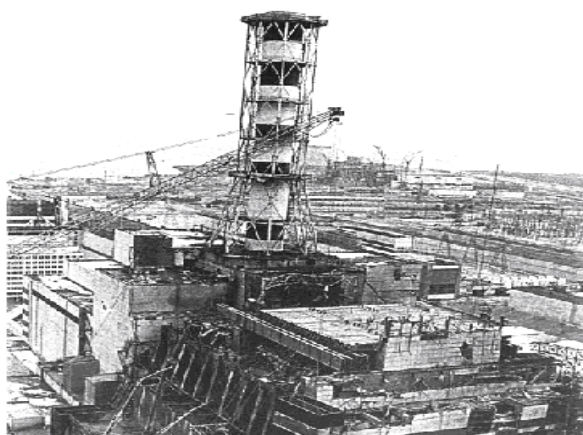


Рис. 2.7. Наслідки аварії на четвертому блоці ЧАЕС

Чорнобильська аварія стала надзвичайною ситуацією глобального масштабу. Жодна катастрофа ХХ ст. не мала таких тяжких наслідків як Чорнобильська (рис.2.7). Ця трагедія не регіонального, не національного, а глобального масштабу.

У результаті Чорнобильської аварії (катастрофи) загинуло понад 50 тисяч чоловік із 100 тис., які брали участь у ліквідації аварії. Потужним радіоактивним забрудненням уражено 5 млн. га території України (32 райони шести областей), більша частина яких сільськогосподарські угіддя, забруднено

1,5 млн. га лісів.

Після аварії на ЧАЕС у атмосферу було викинуто 450 видів радіонуклідів таких як цезій-137 (період напіврозпаду 80 тис. років) та стронцій-90 (20 тис. років). Ці елементи за своїми хімічними властивостями подібні до калію та кальцію, які відіграють велику роль у біохімічних процесах. Рослини за нестачі в ґрунті калію та кальцію легко засвоюють ізотопи цезію і стронцію, які через трофічні ланцюги потрапляють в організми тварин і людини і можуть накопичуватись у м'яких тканинах (переважно цезій) і кістках (переважно стронцій).

Понад 15 тис. людей сьогодні мешкають у забруднених умовах, радіоактивний фон перевищує 45 Кі на 1 км (за цезієм). Ще близько 1,5 млн. чоловік проживає на території, радіоактивний фон якої у десятки разів перевищує допустимі рівні (Київська, Житомирська, Чернігівська, Рівненська, Черкаська, Вінницька, Чернівецька, Кіровоградська області). У водах Дніпра, Прип'яті, Київського водосховища концентрація радіонуклідів навіть через 6 років після аварії була в 10–100 разів вищою, ніж до аварії. Вважають, що у ґрунті заплави і дні водойми 30–кілометрової зони накопичилося близько 14400 Кі цезію-137, а в Київському водосховищі накопичилося більше 60 млн. тонн радіоактивного мулу. Велику небезпеку довкіллю завдають близько 1000

тимчасових могильників навколо АЕС, у яких знаходиться 40 млн. тонн твердих відходів з сумарною радіоактивністю понад 200 тис. Кі. У четвертому блоці (який вибухнув, рис. 2.7) зосталася велика кількість радіоактивного бруду потужністю в багато сотень тисяч Кі, надійність нерозповсюдження якого зовсім не гарантована. Наслідки аварії впливають та будуть впливати на життя 35 млн. людей. Певні групи населення потребують спеціального медичного спостереження (150 тис. чоловік, які зазнали йодного впливу на щитовидну залозу).

У Житомирській, Київській областях, як і в Білорусі, за даними МОЗ України, у жінок забруднених радіонуклідами районів значно збільшилась кількість народжень недоношених дітей, кількість тяжких ускладнень вагітності (у 2,5 – 3 рази), є серйозні генетичні зміни здоров'я. Загрозливо зростають захворювання на рак. Цей фактор потрібно обов'язково враховувати, ретельно аналізувати причини як техногенних, так і природних надзвичайних ситуацій і вживати заходів для їх попередження, відвернення або усунення негативних наслідків.

Вплив Чорнобильської аварії на здоров'я людей дуже значний і буде проблемою не тільки для нас, а й для кількох прийдешніх поколінь.

2.3.3. Негативний вплив на довкілля гідроелектростанцій. Використання ГЕС призводить не тільки до позитивних наслідків, але й до негативних, які завдають непоправимої шкоди водним екосистемам, порушують їх умови, погіршують якість води, зменшують біопродуктивність. Наслідки гідротехнічного будівництва на екосистеми водних об'єктів можна поділити на такі типи:

- морфометричні – зміна окреслення та протягу берегових ліній, перерозподіл глибин, зміна площі водного дзеркала;
- гідрофізичні – збільшення та зменшення водності, перерозподіл водного стоку у просторі та часі, зміна швидкості течії, зміна водообміну та терморезиму;
- гідрохімічні – зміна загальної мінералізації та іонного вмісту, зміна газового (кисневого) режиму, збільшення вмісту органічних та біологічних речовин;
- токсикоекологічні та радіоекологічні параметри: збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів, збільшення індексів біотестів;
- гідробіологічні та біопродуктивні параметри: зміна флори та фауни, в тому числі зменшення рідкісних, цікавих та господарських важливих видів, розвиток шкідливих видів, поява цвітіння води, заростання та заболочення водоймищ, погіршення умов самоочищення.

Утворення штучних водосховищ нерідко негативно впливає на географічні, економічні та кліматичні характеристики біосфери. З затоплених водосховищами площ переселено десятки мільйонів людей, переміщено промислові підприємства, дороги, лінії електропередач, трубопроводів та ін. Передовсім, це стосується створення водосховищ, які затоплюють великі площі сільськогосподарських угідь та лісів. На кожний кіловат потужності гідроелектростанції затоплюється

близько 300 м² землі. Нині на території колишнього СРСР під водою поховано близько 100 тисяч км² родючих земель.

За об'єктивного порівняння гідроенергетики з теплоенергетикою з'ясовується, що твердження про відносну нешкідливість гідроенергетики для довкілля не враховує багатьох побічних аспектів гідроенергетики. У басейнах рік України значна частина площі таких водосховищ – це мілководдя (до 2 м глибини), де утворюються сприятливі умови для швидкого розмноження синьо-зелених водоростей (рис.2.8.).



Рис.2.8. Скупчення синьо-зелених водоростей біля дамби Кременчуцького водосховища.

Небезпека цього явища у зменшенні концентрації розчиненого кисню у воді та насичення води токсичними хімічними сполуками (фенолом, індолом та ін.), що виділяються в процесі відмирання та розкладу водоростей. Явище називається “цвітінням” води, воно набуло особливого поширення у другій половині ХХ ст. Пояснюють його тим, що у зв'язку із широким застосуванням мінеральних добрив у великі мілководні басейни, які добре прогріваються сонцем, із дощовими потоками з ґрунту потрапляє велика кількість поживних для водоростей елементів – азот, фосфор, калій. У таких водоймищах зникає риба.

Крім того, утворення великих водоймищ змінює мікроклімат регіону і часто не на краще. Так, утворення глибокого (понад 100 м) Красноярського водоймища на Єнісеї спричинило зниження температури води влітку більш ніж на 10 °С, а взимку, навпаки, в сорокаградусний мороз річка окутана густим туманом, не замерзає протягом 300 км униз за течією. Для спорудження цієї ГЕС було затоплено найцінніші сільськогосподарські угіддя краю.

Лише цей перелік змін в екосистемах приводить до думки, що збитки від будівництва та експлуатації ГЕС на рівнинних територіях, можуть значно

перевищувати вигоду від отриманої електроенергії, тобто твердження про “найдешевший” кіловат, який ніби дає ГЕС, не відповідає дійсності.

2.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу енергетики на навколишнє середовище та його попередження

Найбільш перспективним та радикальним напрямком у запобіганні викидам забруднюючих речовин в атмосферне повітря та природні водойми є зміна технології виробництва електроенергії, котра дозволила б значно скоротити шкідливі викиди та скиди.

Одним з таких напрямків є виробництво електроенергії на базі магнітно-динамічних генераторів (МГД), що дає змогу підвищити ККД енергетичної установки приблизно до 50–60% і тим самим знизити питомі витрати палива. Ефект та масштаби застосування цієї нової технології виробництва електроенергії у галузі захисту навколишнього середовища будуть залежати від можливості використання у цих установках твердого палива, запобігання викидам в атмосферу оксидів азоту, які інтенсивно утворюються за високих температур, характерних для МГД, а також від вдосконалення очищення продуктів згоряння від твердих часток присадок (карбонат калію, ізотоп якого є радіоактивним).

Проходить промислову перевірку спосіб газифікації сірчистого мазуту з наступним очищенням продуктів газифікації та спалюванням очищених від сірки та ванадію газів у парогенераторах або стаціонарних газових турбінах. Цей спосіб після його освоєння дозволить одночасно зменшити викиди оксидів азоту, оскільки температура продуктів згоряння газу, отриманого в процесі газифікації, відносно невелика.

Запропонований також спосіб термічної переробки горючих сланців з одержанням рідких та газоподібних продуктів, котрі передбачається спрямовувати в топку котлоагрегатів. Це дозволить значно знизити вміст золи та двоокису сірки у відхідних димових газах та одночасно підвищити продуктивність генераторів пари у порівнянні з котлоагрегатами, які працюють на сирому сланці.

Для зменшення забруднення місцевості ТЕС твердими відходами необхідно вживати заходів щодо поставки на електростанції палив з меншим вмістом породи, а також збільшувати масштаби використання у народному господарстві золи та шлаку.

Використання золи визначається її складом та властивостями. Зола, яка містить значну кількість оксиду кальцію, практично без додаткової переробки може бути використана для розкиснення кислих ґрунтів та як добрива, оскільки містить сполуки калію та мікроелементи. Окрім сільського господарства, сланцева зола знаходить застосування у промисловості будівельних матеріалів (керамзит, панелі, дрібні блоки, теплоізоляційні плити, фундаментні блоки та ін.). Також зола використовується у виробництві залізобетонних конструкцій, тощо.

На ТЕС потужністю більше 300 Мвт очищення димових газів від золи здійснюється в електрофільтрах, в яких ступінь очищення досягає 95%. Принцип роботи електрофільтрів оснований на тому, що в проміжках між електродами створюється короткий розряд, який іонізує гази, що пропускаються

через фільтр. Іонізований газ сорбується золотими частинками і останні осаджуються на спеціальних осаджувальних електродах. Недоліком цього методу є споживання великої кількості електроенергії та чутливість електрофільтру до величини електричного опору часток, що вловлюються.

У мокрих золоуловлювачах частки золи відокремлюється від газу за допомогою відцентрової сили і уловлюються на плівці води, яка стікає його стінками. Ефективність апарату не перевищує 90%.

Так само запобігають утворенню в атмосфері недопустимих концентрацій забруднюючих речовин викидом газів через високі труби і перемішуванням їх з повітрям перед тим, як вони досягнуть земної поверхні. Такі “заходи” зменшення концентрації шкідливих речовин сприяють можливості самоочищення природи. Але із збільшенням викидів такі можливості поступово вичерпуються.

До системи охолодження води (після конденсаторів турбін) входять також і маслоохолоджувачі, порушення роботи котрих може призвести до проникнення нафтопродуктів (масел) до охолоджувальної води. Найбільш надійним напрямком вирішення цієї задачі є відділення охолодження таких апаратів, як маслоохолоджувачі та подібні до них, в особливу автономну систему, відокремлену від системи охолодження «чистих» апаратів.

Для зниження викидів в атмосферу оксидів сірки у теперішній час існує декілька способів:

- сухий вапняковий спосіб очищення (додавання до твердого палива, яке спалюється, перед його роздробленням вапняку або доломіту) – ступінь очищення 30%;
- застосування мокрих способів очищення димових газів від оксидів сірки - ступінь очищення – 97,0%);
- очищення димових газів від двоокису сірки вапняком – ступінь очищення – 90 – 92%;

Для зниження викидів оксидів азоту після спалювання енергетичних палив на ТЕС застосовують: рециркуляцію газів, двоступінчате спалювання, зменшення надлишку повітря, розосередження зони горіння в об’ємі топки та підвищення швидкості охолодження факела, зниження підігріву повітря, зменшення навантаження котлоагрегатів, вприскування води або пари та ін.

З вище наведеного можна зробити висновок: впровадження нових технологій повинно відбуватись на засадах енергозбереження, оскільки подальше зростання попиту на енергію буде супроводжуватися загостренням проблем з отримання енергетичних ресурсів та зростанням цін на енергію і ресурси. Україна має величезні резерви для економії енергії – наприклад, витрати електроенергії на освітлення квартир у 1,5 рази більші, ніж у більшості розвинених держав через масове використання ламп розжарювання (ККД яких становить 5-8%) у той час, як люмінісцентні лампи мають ККД 20 – 30%, а світлодіодні лампи споживають від 3% до 60% потужності, необхідної для звичайних ламп розжарювання аналогічної яскравості. На виробництво 1 тонни цементу в Україні витрачається 237 кг умовного палива, а в Японії – 142. Питомі

затрати в чорній металургії Японії на 20 – 30% нижчі, ніж в Україні. І таких прикладів можна навести багато.

2.5. Відновлювальні джерела енергії

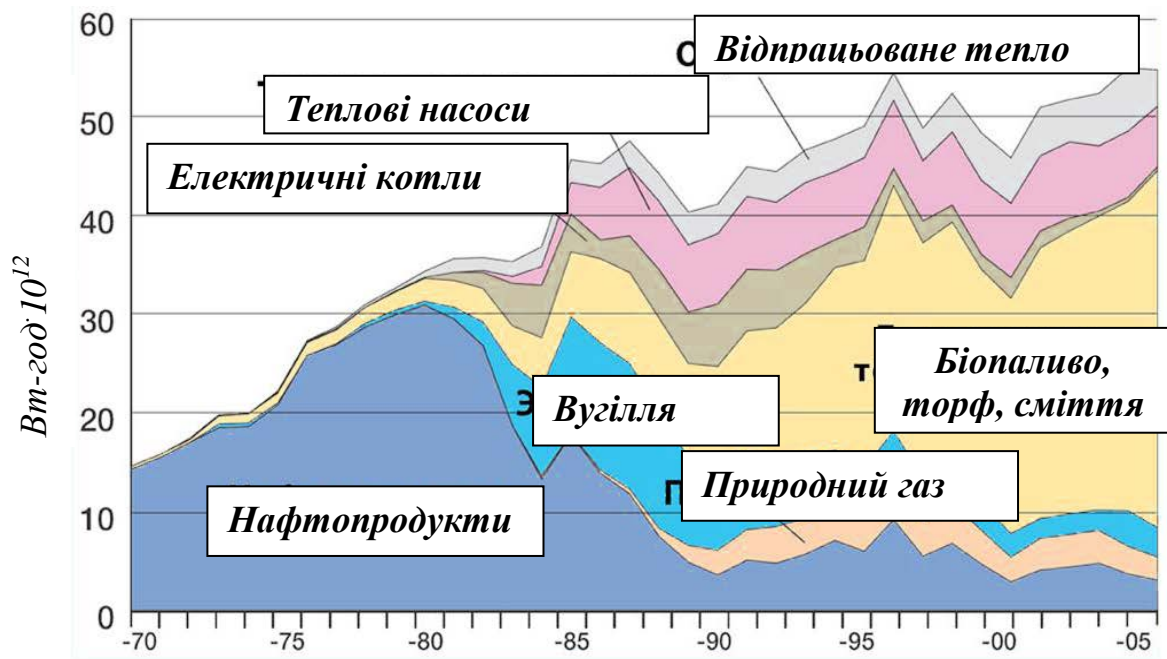
До альтернативних джерел енергії відносять енергію вітру, Сонця, геотермальну, біоенергетику, припливну та відливну та ін. У цьому розділі розглядаються тільки ті види альтернативних джерел енергії, які можуть мати промислове значення для України. Будуючи схеми енергопостачання слід брати до уваги, що енергія цих джерел змінна в часі та просторі, тобто не є стабільною, але є самовідновлювальною. Самовідновлювані джерела мають меншу концентрацію енергії, вона не сконцентрована в якихось місцях, а розсіяна на великому просторі. Ці джерела раціонально можуть бути використані лише в безпосередній близькості від споживача без передачі енергії на значну відстань. Ресурси деяких нетрадиційних джерел енергії України приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7

Ресурси нетрадиційних джерел енергії України

Джерело енергії	Теоретичний потенціал, МВт год. за рік	Використання сьогодні		Технічний потенціал		Реально можливий об'єм використання	
		МВт-год за рік	т. умов. палива	МВт год за рік	т умов. палива	МВт год за рік	т умов. палива
Геліо-ресурси	$720 \cdot 10^9$	$81 \cdot 10^3$	$10 \cdot 10^3$	$0,44 \cdot 10^9$	$0,16 \cdot 10^9$	$40 \cdot 10^9$	$3,8 \cdot 10^6$
Вітроенергетика	$965 \cdot 10^9$	$0,8 \cdot 10^3$	$3,1 \cdot 10^3$	$0,36 \cdot 10^9$	$70 \cdot 10^9$	$8,4 \cdot 10^6$	$8,6 \cdot 10^6$
Геотермальна енергетика	$5128 \cdot 10^9$	$0,4 \cdot 10^2$	$0,1 \cdot 10^3$	$14 \cdot 10^9$	$1,7 \cdot 10^9$	$2800 \cdot 10^6$	$230 \cdot 10^6$
Енергетика с/г відходів	$12,5 \cdot 10^6$	$0,1 \cdot 10^3$	2	$6,1 \cdot 10^6$	$0,73 \cdot 10^6$	$6,1 \cdot 10^6$	$0,73 \cdot 10^6$
Гідроенергетика	$43,4 \cdot 10^6$	$10 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$21,5 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^6$	$21,5 \cdot 10^6$	$2,6 \cdot 10^6$

Зміну структури ресурсів, які використовуються для опалення в Швеції в 1970-2005 роках можна побачити на рис.2.9. Як видно із рис.2.9, тенденцією є зменшення частки невідновлювальних джерел енергії і збільшення частки відновлювальних. Можна прогнозувати, що аналогічною тенденцією буде зміна структури ресурсів, які використовуються для опалення та вироблення енергії і в Україні.



2
5.1.
Енергія вітру.
 За оцінками міжнародних організацій

льний річний вітроенергетичний потенціал Землі в 30 разів перевищує річне споживання енергії людством усій земної кулі. Енергія, що надходить від вітрових електростанцій (ВЕС), в теперішній час покриває зовсім малу частину світових потреб, її внесок у забезпечення теплом та світлом зростатиме в міру виснаження запасів викопного палива. Однак на сьогоднішній день використовується лише мізерна частка цієї енергії. Так було не завжди, за даними статистики в кожному другому селі України працював вітряк. Але парова машина, а потім двигун внутрішнього згорання, витіснили їх зі сфери людської діяльності в тому числі і з сфери морських перевезень. Можливості використання енергії вітру в різних місцях землі неоднакові.

В Україні діє загальнонаціональна комплексна програма будівництва вітрових електричних станцій (ВЕС). І хоча на кінець 2002 року в Україні працювали вітрогенератори загальною потужністю лише 75 МВт, за розрахунками фахівців НАН України, потенціал використання вітроенергетики у найближчій перспективі може бути досягнутим на рівні 20 – 30% від загального споживання електроенергії в країні. За оцінками Агентства з відновлюваної енергетики – це приблизно, 20 тис. МВт., що еквівалентно потужності 7 ядерних блоків. Фактично ж в Україні у 2007 р. ВЕС вироблено всього 5,9 млн. кВтг (у 2006 р. – 5,3 млн. кВтг), що становить 0,003% загальних обсягів електроенергії (195130,5 млн. кВтг), вироблених АЕС (47,4%), ТЕС (43,2%), ГЕС (5,2%) та іншими (блок-станціями, ВЕС та комунальними ТЕЦ – 3,2%) джерелами генерації. Для нормальної роботи вітроенергетичних двигунів середньорічна швидкість вітру повинна бути не меншою за 4 – 5 м/сек. В Україні до таких місць належать узбережжя Чорного моря, особливо Крим, Карпати та південні степові райони. Більш ефективно використанням енергії вітру можна досягти якщо ВЕС встановити на платформі у морі. На рис. 2.10. зображена загальний вигляд вітрової електростанції.



Рис. 2.10. Вітрова електростанція.

Розрізняють три типи вітро двигунів:

- до першого типу відносять вітро двигуни, в яких вітрове колесо розміщене у вертикальній площині, тобто перпендикулярно напрямку вітру;
- до другого – вітро двигуни із горизонтальним розміщенням вітового колеса;
- до третього – барабанні, що працюють за принципом водяного колеса млина, у яких вісь обертання розміщена перпендикулярно напрямку вітру.

Для вітроенергетичної установки суттєвим є система автоматичного регулювання роботи (САРВ). У загальному випадку САРВ включає дві взаємозв'язані підсистеми керування: автоматичного керування і контролю механічних параметрів та автоматичного керування і контролю електромагнітних параметрів. Вони повинні функціонувати разом і цим забезпечується автоматичне підтримання заданого режиму роботи ВЕС.

Піонером будівництва ВЕС був видатний українській вчений Ю.Кондратюк. Побудована під його керівництвом ВЕС в 1931 році потужністю 100 кВт більш, як 10 років забезпечувала м. Севастополь електроенергією. Сьогодні особливо в Данії та США серійно випускають вітроелектростанції потужністю від 1,5 до 100 кВт, діє також кілька експериментальних ВЕС потужністю до 30 тис. кВт. У 2003 році в Україні з'явилися перші 600-кіловатні вітроагрегати бельгійської фірми "Турбовіндс", зараз аналоги цих агрегатів виробляють на вітчизняних підприємствах. Україна має понад 75 МВт загальної потужності вітроенергетики, що відповідає забезпеченню 30 тис. квартир. Але це дуже мало і поки що не робить вітроенергетику передовим сектором енергетики. Вітроенергетика потребує набагато більших потужностей і набагато серйознішого фінансування. За даними Агенства з відновлюваної енергетики загальна

потужність перспективних вітроелектростанцій в Україні оцінюється в 16 000 МВт з можливим річним виробленням електроенергії близько 30 млрд. кВт/год.

2.5.2. Енергія Сонця. Сонце - це віддалений від Землі термоядерний реактор, в якому відбувається поєднання двох ядер водню в ядро гелію (рис. 2.11).

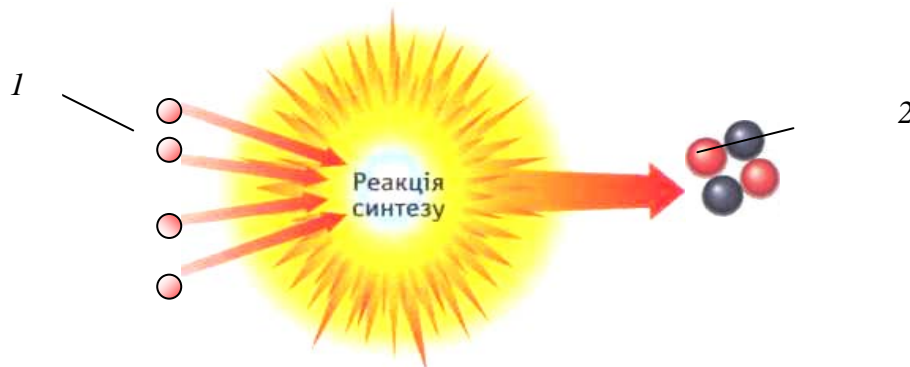


Рис. 2.11. Енергія сонця: 1 – ядра водню (протони); 2 – ядро гелію (2 протони + 2 нейтрони).

За приблизними розрахунками, якщо енергію сонячного випромінювання прийняти за 100%, то лише 15% її досягає поверхні Землі, Земля отримує близько 13 Вт/м^2 енергії. Цей показник відомий як сонячна стала. Енергія потрапляє головним чином за рахунок електромагнітного випромінювання в спектральному діапазоні від коротких хвиль довжиною 30 м до рентгенівських хвиль довжиною 10^{-10} м. Сонце – це невичерпне джерело екологічно чистої енергії, але воно не може використовуватися рівномірно.

Кількість сонячної енергії, яка за рік надходить на 1 м^2 Землі, змінюється від 3000 Мдж/м^2 в пустелях, до 8 Мдж/м^2 на півночі. А крім того тривалість сонячної енергії змінюється в залежності від хмарності неба.

Енергію Сонця можна перетворити в електроенергію за допомогою геліоенергетичних установок. В експериментальних системах величезна кількість керованих комп'ютером дзеркал спостерігають за Сонцем і фокусують сонячне світло на центральний пункт збору сонячної енергії, розташований зазвичай на горі або на високій вежі. Це висококонцентроване сонячне світло забезпечує розігрів теплоносія, який під високим тиском подається на лопаті турбіни, яка виробляє електричний струм.

Найбільша в світі сонячна станція функціонує в Піренейських горах на півдні Франції з 1970 р. В ній досягається температура до 2000°C . Ця енергія використовується для виробництва чистих металів, а надмірне тепло використовується для виробництва електричного струму. Існують експериментальні геліоенергетичні установки в Італії, Японії, США. Але їх вартість в 4 – 6 разів дорожче ніж вартість нової АЕС.

Електроенергію виробляють також за допомогою батарей фотогальванічних елементів. Фотогальванічний елемент — це прямий перетворювач світлової енергії в електричну.

На рис. 3.12. зображено приклад використання батарей фотогальванічних елементів, які встановлені на даху будинку, для виробітку електроенергії, що використовується для комунально-побутових цілей.



Рис. 2.12. Приклад застосування батарей фотогальванічних елементів.

Останнім часом стрімко зростає використання сонячних колекторів, які використовуються для прямого використання сонячної енергії з ціллю підігріву води в системах опалення. Як правило сонячні колектори працюють в системі, яка складається із комбінації різних систем отримання тепла (електричної, газової, біопалива, теплового насоса і т.п.). Вигляд будинку, обладнаного сонячними колекторами, зображено на рис.2.13.

Говорити про вплив геліоустановок на природний тепловий режим планети не варто, оскільки ці установки використовують дуже малу частку сонячної енергії, а до того ж ця енергія повертається в природне середовище у вигляді тепла. Наземні перетворення сонячної енергії потребують відторгнення території. Але ці відторгнення набагато менші тих, які потрібні для будівництва ТЕС чи АЕС, якщо враховувати земельні розробки щодо видобування палива та складування продуктів його згорання.

Основний шкідливий вплив геліоустановок непрямий і пов'язаний з технологічними процесами виробництва нових сполук, в тому числі на основі рідкоземельних елементів, які містяться в земних породах в дуже малих концентраціях. Але це в свою чергу означає, що внаслідок видобування цих елементів із господарського користування будуть виведені площі землі на облаштування кар'єрів та розташування відвалів порожніх порід.



Рис.2.13. Будинок, обладнаний сонячними колекторами.

Аналіз вітрового та сонячного режимів за сезонами року свідчить, що взимку зменшується сонячна радіація і зростає середня швидкість вітру, а влітку відбувається зниження швидкості вітру і збільшення рівня сонячної радіації. Тому поєднання енергії вітру і сонця згладжує нерівномірність вироблення енергії, підвищує надійність енергопостачання споживачів протягом року.

Принципова схема комбінованої геліовітрової установки зображена на рис.2.14.

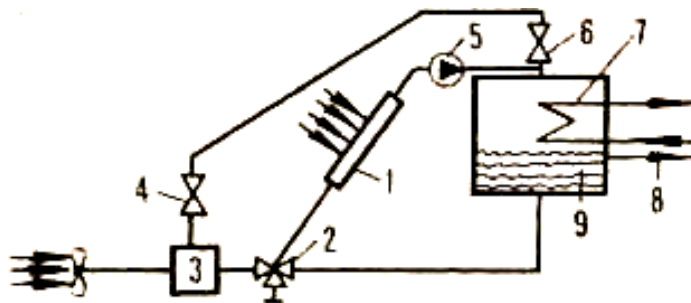


Рис. 2.14. Схема геліовітропеліової установки: 1 – сонячний колектор; 2 – триходовий регулятор; 3 – вітроелектро-динамічний нагрівник; 4 – регулювальний клапан; 5 – вентилятор; 6 – зворотний клапан; 7 – система гарячого водопостачання; 8 – споживач; 9 – термоакумулятор

Геліовітроенергетичні установки можуть бути використані у схемі тепло- або електропостачання. У першому випадку геліоустановка перетворює сонячну енергію в теплоту, а нагріта вода акумулюється у баку. Вітроустановка виробляє електричну енергію, яка подається безпосередньо у ТЕН бака-акумулятора. Таким чином, об'єднане використання геліовітроустановок дозволяє автономно забезпечувати потребу в гарячій воді. Використання геліовітроустановок у схемі електропостачання дає можливість розширити функціональні можливості комплексу.

Обігрів теплоносія, що направляється на опалення і гаряче водопостачання, відбувається у теплообміннику за рахунок сонячної енергії і електричного нагрівника, який використовує енергію вітру.

Заслуговує на увагу використання геліовітроенергетичних установок для генерації біогазу. Підвищити ефективність теплопостачання автономних споживачів у випадку застосування геліовітрової установки можна за умови її роботи спільно із тепловим насосом. Такі агрегати можуть працювати як влітку (охолодження), так і взимку (обігрів).

У силу закономірних та стохастичних коливань у часі швидкості вітру та сонячної енергії добове вироблення енергії іноді не узгоджується із вимогами графіка споживання. Для усунення цих недоліків у схемі геліовітроенергетичних установок необхідно передбачити акумулятор. За рахунок спільної роботи вітрових та сонячних установок значно скорочується ємність акумулятора порівняно із його значенням за умови роздільної експлуатації.

2.5.3. Біоенергетичні технології. Життя та діяльність людей супроводжуються утворенням великої кількості органічних відходів – побутове сміття, каналізаційні стоки, відходи виробництва сільськогосподарської продукції (солома, лушпиння тощо), деревообробки (тирса, обрізки, гілки, хвоя тощо). Звалища навколо великих міст забирають величезні площі, забруднюють повітря, ґрунт і воду. А тим часом розроблено технології, що дають змогу добувати з цих відходів енергію (сконструйовано, наприклад, установки, в яких відходи спалюються, даючи тепло та електроенергію), а також різні корисні матеріали (скло, метали та ін.).

Є й інша перспективна технологія переробки відходів - за допомогою метанобактерій. Ці мікроорганізми активно розмножуються в будь-яких органічних рештках, продукуючи в результаті своєї життєдіяльності цінну енергетичну сировину - біогаз (суміш метану та чадного газу). Технологія добування біогазу дуже проста. Бетонні колодязі будь-якого об'єму заповнюють гноєм, сміттям, листям, тирсою і т. п. Ємність має бути щільно закритою, щоб не було доступу кисню. Газ, який утворюється в результаті бродіння, відводиться в приймальний пристрій або безпосередньо в газову плиту. Після процесу бродіння залишається добриво — знезаражене, без запаху, не менш цінне за гній. Сьогодні така технологія широко застосовується в ряді країн, де функціонує велика кількість подібних установок.

Останнім часом дедалі ширше використовуються технології добування палива з органічних речовин, що продукуються рослинами. У Бразилії з відходів

виробництва цукру з цукрової тростини добувають технічний спирт, що використовується як паливо для автомобілів (причому вартість цього палива нижча, ніж бензину, а забруднення повітря, в результаті його згорання менше). В Австралії успішно виготовляють так звану «зелену нафту» — продукт переробки спеціальних мікроскопічних водоростей, які вирощуються в штучних басейнах.

Для України особливе значення має технологія добування палива з ріпакової олії. Ріпак, ця невибаглива рослина, дає до 1 т олії з гектара, причому його можна вирощувати на землях, непридатних ні для чого іншого, наприклад на полях зрошення, де нейтралізуються каналізаційні стоки, і навіть на землях 30-кілометрової зони відчуження навколо Чорнобильської АЕС, бо, як з'ясувалось, радіонукліди не нагромаджуються в ріпаковій олії. Її можна або безпосередньо заливати в баки дизелів (які, щоправда, в цьому разі треба модернізувати), або ж із неї можна виготовляти спеціальне дизельне паливо - «біодизель», котре за всіма характеристиками подібне до дизельного палива, але екологічно чистіше та дешевше; нарешті, цю олію можна додавати до дизельного палива (до 20%), що не змінює ні енергетичних, ні екологічних показників двигунів.

Збільшується використання для добування енергії відходів деревини шляхом спалювання її в спеціальних котлах. Досить часто перед спалюванням з ціллю забезпечення безперервності процесу, його технологічності, проводять попереднє гранулювання або брикетування відходів чи методом пресування, чи із застосуванням спеціального в'язучого природного походження.

Сконструйовані і успішно використовуються котли для спалювання відходів сільськогосподарського виробництва – соломи, лушпиння, качанів і т.п.

2.5.4. Теплові насоси. Теплові насоси, як і сонячні колектори найчастіше використовують у комбінованих системах опалення, хоча відомі приклади створення теплових станцій, які працюють із використанням теплових насосів. Принципова схема роботи теплового насоса зображена на рис.2.15.



Рис. 2.15. Принципова схема роботи теплового насоса: 1 – гарячий теплообмінник, 2 – розширювач, 3 – холодний теплообмінник, 4 – компресор.

Холодоагент під високим тиском через капілярний отвір потрапляє у випарник, де за рахунок різкого зменшення тиску відбувається процес випаровування, під час якого холодоагент відбирає тепло у внутрішніх стінок випарника, а випарник у свою чергу віднімає тепло в земляного або водяного контуру, за рахунок чого він постійно охолоджується. Компресор відкачує

холодоагент із випарника, стискає його (за рахунок чого температура холодоагенту різко підвищується) і направляє його в конденсатор. У конденсаторі, нагрітий у результаті стиску холодоагент віддає тепло опалювальному контуру і переходить у рідкий стан. Процес повторюється постійно. Коли температура в будинку досягає необхідного рівня, електричне коло розривається терморегулятором і тепловий насос перестає працювати. Коли температура в опалювальному контурі падає, терморегулятор знову запускає тепловий насос.

В залежності від принципу роботи теплові насоси поділяють на компресійні та абсорбційні. Компресійні теплові насоси завжди діють за допомогою механічної енергії (електроенергії), в той час як абсорбційні теплові насоси можуть також працювати на теплі як джерелі енергії (за допомогою електроенергії чи палива).

В залежності від джерела відбору тепла теплові насоси поділяються на:

1. Геотермальні (використовують тепло землі, наземних або підземних ґрунтових вод)

а) замкнутого типу:

1. - горизонтальні. Колектор розміщується кільцями або хвилясто у горизонтальних траншеях нижче глибини промерзання ґрунту (зазвичай від 1,20 м і більше). Цей спосіб є найбільш економічно ефективним для жилих об'єктів за умови відсутності дефіциту земельної площі під контур.

2. – вертикальні. Колектор розміщується вертикально у свердловинах глибиною до 200 м. Цей спосіб застосовується у випадках, коли площа земельної ділянки не дозволяє розмістити контур горизонтально або є загроза пошкодження ландшафту.

3. – водні. Колектор розміщується хвилясто або кільцями у водойму (море, озеро, ставок, річку) нижче глибини промерзання. Це найдешевший варіант, але є вимоги до мінімальної глибини та об'єму води у водоймі для певного регіону.

2. Повітряні (джерелом відбору тепла є повітря).

б) відкритого типу

Така система використовує як теплоагент воду, що циркулює безпосередньо через систему геотермального теплового насосу в рамках відкритого циклу, тобто вода після проходження системою повертається у землю. Цей варіант можливо реалізувати на практиці лише за наявності достатньої кількості відносно чистої води та за умови, що такий спосіб використання ґрунтових вод є дозволеним.

3. Теплонасоси, які, використовують вторинне тепло (наприклад, тепло трубопроводу центрального опалення). Цей варіант є найдоцільнішим для промислових об'єктів, де є джерела паразитного тепла, яке потребує утилізації.

На рис.2.16 показаний приклад використання теплових насосів у складі теплових станцій із використанням теплової енергії моря.



Рис.2.16. Теплова станція потужністю 270 МВт в Ропстені (Швеція). Теплові насоси працюють за рахунок використання теплової енергії моря.

Теплові насоси перекачують розсіяну теплову енергію землі, води або навіть повітря у відносно високопотенційне тепло для опалення об'єкта. Приблизно 75% опалювальної енергії можна зібрати безкоштовно із природи: ґрунту, води, повітря і тільки 25% енергії необхідно затратити для роботи самого теплового насосу. Інакше кажучи, власник теплових насосів заощаджує 3/4 коштів, які він би регулярно витрачав на дизпаливо, газ або електроенергію для традиційного опалення. Попросту кажучи, тепловий насос за допомогою теплообмінників збирає теплову енергію із землі (води, повітря) і «переносить, перекачує» її в приміщення.

Теплові насоси здатні не тільки опалювати приміщення, але й забезпечувати гаряче водопостачання, а також здійснювати кондиціонування повітря. Але для цього в теплових насосах повинен бути реверсивний клапан, саме він дозволяє тепловому насосу працювати у зворотному режимі.

2.5.5. Використання термоядерної енергетики. У зв'язку з великою потенційною небезпекою АЕС для біосфери вчені та енергетики сьогодні покладають надії на добування енергії за допомогою термоядерних електростанцій (ТЯЕС). І хоча в світі не діє жодна ТЯЕС, деякі вчені переконані, що цей спосіб добування енергії стане головним у ХХІ сторіччі і витіснить АЕС та ТЕС. Найбільшою проблемою (вже понад 40 років) є забезпечення керованого термоядерного синтезу (КТС) в середовищі високотемпературної плазми ($T > 10^8 \text{ } ^\circ\text{K}$). У перших системах КТС (токамаки, стелларатори, дзеркальні пастки) утримання і термоізоляція плазми здійснювались за допомогою магнітного поля, що у свою чергу вимагає значних енергетичних витрат. На сьогодні, енергетичні витрати на створення магнітного поля і плазми поки що перевищують кількість енергії, яка виділяється в процесі КТС.

На ТЯЕС енергія добуватиметься внаслідок злиття легких ядер ізотопів водню (дейтерію та тритію) та утворення ядер гелію. Нині над розробкою

промислових термоядерних реакторів активно працюють в Росії, Канаді, США, Японії та в країнах Європейського союзу. Цей спосіб матиме безумовні переваги над тими способами, що використовуються сьогодні на АЕС та ТЕС:

- внаслідок термоядерної реакції не утворюються радіонукліди, оскільки продуктом реакції є нерадіоактивний газ – гелій;
- ТЯЕС повинні бути безпечними в роботі, оскільки їх конструктивне рішення передбачає, що за будь-якого пошкодження чи порушення автоматично зупиняється реакція і вимикається реактор;
- в термоядерному реакторі водночас міститиметься лише декілька грамів дейтерію та тритію (порівняно з 180 т в реакторі АЕС).

Запаси дейтерію на Землі величезні, їх достатньо щоб забезпечити людство електроенергією на кілька мільйонів років (у 500 л. води з будь-якої водойми дейтерію вистачить на те, щоб задовольнити всі енергетичні потреби однієї людини протягом усього життя). Теплота, яка у великій кількості виділяється внаслідок термоядерної реакції, не може бути цілком перетворена на електроенергію й спричинятиме підігрів атмосфери та гідросфери Землі, тому на розвиток термоядерної енергетики накладаються обмеження щодо теплового режиму.

Робота термоядерного реактора супроводжується потужним нейтронним випромінюванням, а отже і радіоактивним забрудненням конструкції станції, тому після закінчення їх експлуатації реактори необхідно буде розбирати та захоронювати (так само, як і реактори АЕС),

До компонентів палива входить літій, запаси якого на Землі дуже невеликі, а родовища небагаті і трапляються дуже рідко, та тритій – штучний елемент який виробляється з великими енергетичними затратами.

З вище наведеного очевидно, що впровадження нових технологій має відбуватись на засадах енергозбереження, оскільки подальше зростання попиту на енергію буде супроводжуватися ростом цін на неї.

2.5.6. Воднева енергетика. До надзвичайно перспективних та екологічно привабливих джерел добування теплової та електричної енергії належить водень, який має високу теплотворну здатність і є екологічно чистим паливом, оскільки в результаті його згоряння утворюється лише водяна пара. Головними перевагами водню разом з екологічністю є практично невичерпна ресурсна база для його одержання та можливість універсального використання (в енергетиці, на транспорті, в елементах живлення різних електронних пристроїв і т. ін.). Широке використання водню як джерела енергії, стримується відсутністю ефективних водневих технологій, здатних замінити традиційну енергетику та існуючі традиційні види палива і технології на транспорті.

В Україні дослідження водневих технологій знаходяться в початковій стадії, незважаючи на значну кількість наукових установ, які займаються цією проблемою. Для успішному розвитку технологій використання водню Україна могла б раціонально використати свою ресурсну базу – значні поклади цирконієвих руд, рідкоземельних елементів та промисловість з їхньої переробки для організації виробництва паливних елементів та інших складових водневих систем.

Найбільш динамічно роботи з водневої проблематики розвиваються у США, Канаді, Японії і країнах ЄС, де поряд зі значним обсягом науково-дослідних і дослідницько-конструкторських робіт, проводяться активні роботи з комерціалізації водневої енергетики (у США на цілі водневої енергетики виділяється до 1 млрд. доларів на рік). В країнах світу створена значна кількість енергетичних установок на паливних елементах потужністю від одиниць ват до мегават, які уже сьогодні конкурентоспроможні з установками, в яких використовуються традиційні технології.

Ресурсна база для одержання водню досить широка, хоча у природі він зустрічається тільки у вигляді різних сполук. Окрім води, з якої водень можна одержати шляхом електролізу з використанням електричної та теплової енергії, його можна отримувати практично з усіх викопних видів палива, а також з біомаси та різних відходів виробництва, побутових відходів тощо. У США, розроблено технології добування водню з глюкози або глюкозовмісних речовин, таких як крохмаль і целюлоза (деревина). Після обробки глюкози або її полімерів спеціальними ферментами, добутими з бактерій, вона перетворюється на глюкуронову кислоту із виділенням водню. За повідомленнями преси, зазначені технології ще недосконалі (вихід водню поки що становить тільки 12% від теоретично можливого), тривають інтенсивні роботи в цій перспективній галузі. Найбільш відомі технології одержання водню базуються на хімічному, термотехнічному процесах та електролізі води, головними недоліками яких є необхідність використання високопотенційної енергії з витратами викопного палива і відповідно значним забрудненням довкілля. Недоліком електролізу води є значний рівень споживання електроенергії. Електролітичний водень є найбільш доступним, але й найбільш коштовним продуктом. Найбільше поширення отримала технологія виробництва водню або суміші водню з іншими газами шляхом парової конверсії природного газу – метану, але майже половина початкового обсягу газу витрачається на проведення ендотермічного процесу парової конверсії. Ведеться інтенсивний пошук таких технологій одержання водню, які б відповідали вимогам економічної та енергетичної ефективності та екологічної чистоти.

Найбільш доцільно для виробництва водню використовувати теплову і електричну енергію, що виробляють АЕС у так званому провальному режимі, тобто у нічний час, коли падає рівень звичайного споживання енергії. Перспективними є також електроліз води у поєднанні з нетрадиційними поновлюваними джерелами енергії (сонячною та вітровою) і використання високотемпературних гелієвих реакторів. Для розвитку водневої енергетики окрім виробництва самого водню проблемним питанням є створення економічної і надійної системи зберігання водню. Найбільш безпечними на сьогодні вважаються газобалонний, криогенний і металогідридний способи зберігання. Перспективним для України вважається спосіб одержання водню шляхом газифікації вугілля, запасів якого в Україні достатньо. Продукт газифікації (водень) може використовуватися в паливних елементах для виробництва електричної і теплової енергії на електростанціях як для децентралізованого, так і для централізованого енергопостачання.

В Україні існує можливість одержання водню як побічного продукту у хімічних, коксохімічних та нафтопереробних виробництвах, а також використання для одержання водню сквидних газів чи різних органічних сполук. Екологічний ефект від використання побічних продуктів досягається тим, що одержана з них енергія заміщує енергію, яка повинна вироблятися із викопного палива. Паливні елементи є кінцевою ланкою водневого циклу, а чистота попередніх ланок залежить від технологій переробки сировини і технологій одержання водню та поводження з ним (перетворення, транспортування та ін.). Крім того, властивості водню до акумулювання, можуть забезпечити рівномірний графік виробництва електроенергії сонячною та вітровою енергетикою за несприятливих для них погодних умов. Використання паливних елементів на автомобільному транспорті дозволить значно покращити екологічний стан великих міст, які сьогодні потерпають від локальної концентрації продуктів згорання двигунів автотранспорту.

Технологічний ланцюг водню, який включає видобування (конверсія, електроліз), його перетворення (до стиснутого або зрідженого стану, або закачування у гідриди), транспортування до місця його використання і безпосередньо використання в паливних елементах на кожному етапі потребує енергетичних витрат, що і визначає його відносно низьку загальну енергоефективність. Більш привабливі перспективи має водневий цикл, який базується на використанні енергії нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, але ця енергія поки що є досить дорогою, як і самі водневі технології, включаючи виробництво паливних елементів. З часом, коли ці технології набудуть більш широкого розповсюдження і відповідно стануть більш дешевими, вони можуть стати конкурентоспроможними. Головними проблемними питаннями на цьому шляху є:

- підвищення ККД та покращення екологічних характеристик всього технологічного циклу водневої енергетики (виробництво водню, виробництво комплектуючих, перетворення палива в електроенергію);
- зменшення вартості водневого циклу перетворення;
- збільшення ресурсу експлуатації паливних елементів;
- забезпечення безпеки на всіх етапах виробництва, перетворення, зберігання, транспортування та застосування водню.

2.5.7. Перспективи розвитку енергетики України. У таблиці 2.8. приведено щорічні темпи приросту енергії від різних джерел.

З таблиці видно, що темпи зростання традиційних джерел енергії — нафти, газу, як і ядерної енергії наближуються до нуля. Це пояснюється тим, що ці джерела не є відновлюваними і з часом їх ресурси будуть вичерпані, за прогнозами вчених з “Римського клубу” запасів органічного палива вистарчить на 150 - 300 років. Що ж відноситься до ядерної енергії, варто не забувати, що запасів уранових руд на Землі, за прогнозами вчених з “Римського клубу”, може вистачити приблизно на 7000 років, проте гостро стоїть проблема безпеки експлуатації ядерних електростанцій

Щорічні темпи приросту енергії від різних джерел

Джерело енергії	Річний приріст, %
Вітрова енергія	22
Сонячна енергія	16
Геотермальна енергія	4
Гідроенергія	2
Нафта	2
Природний газ	2
Ядерна енергія	1
Вугілля	0

Можна припустити, що збалансований розвиток економіки України у найближчий час може базуватися лише на використанні природно-відновлюваних ресурсів у поєднанні з ядерною енергетикою. Але необхідною умовою є вирішення для ядерної енергетики низки надзвичайно важливих проблем:

- застарілі та небезпечні технології реакторів усіх типів, що є на українських АЕС (ВВЕР-1000, 1080, 440) і які постійно потребують фінансових витрат для підвищення безпеки;
- нездатність галузі самостійно фінансувати рекультивацію радіоактивно забруднених територій, зняття з експлуатації ядерних реакторів, що відпрацювали свій ресурс, обслуговування сховищ відпрацьованого ядерного палива та звалищ радіоактивних відходів і здійснювати соціальні виплати постраждалим від Чорнобильської катастрофи.

Контрольні питання

1. Характеристика складових енергетичного комплексу.
2. Яка роль теплових електричних станцій?
3. Дайте характеристику атомних електростанцій.
4. Яка роль гідроелектростанцій у системі енергозабезпечення України?
5. Основні ресурси теплових електростанцій.
6. Дайте характеристику основних ресурсів атомних електростанцій.
7. Охарактеризуйте забруднення довкілля тепловими електростанціями.
8. В чому полягає негативний вплив на довкілля атомних електростанцій?
9. Негативний вплив на довкілля гідроелектростанцій.
10. Заходи охорони та попередження негативного впливу енергетики на навколишнє середовище.
11. Як використовують енергію вітру з ціллю отримання енергії?
12. Охарактеризуйте використання людством сонячної енергії.
13. Біоенергетичні технології та їх характеристика.
14. Використання теплових насосів.
15. Використання термоядерної енергетики.
16. Дайте характеристику водневої енергетики.
17. Перспективи розвитку енергетики України.

Розділ 3. МЕТАЛУРГІЯ



- 3.1. Загальна характеристика
- 3.2. Використовувані ресурси
- 3.3. Вплив на довкілля
- 3.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу металургії на навколишнє середовище та його попередження
- 3.5. Нові екологічно безпечні технології

3.1. Загальна характеристика

Металургія - галузь науки та промисловості, яка пов'язана з первинним отриманням металів. Тобто металургія займається виробництвом металів із руд та інших видів сировини. Металургійний комплекс займається видобутком руд, виплавою металів, їх сплавів та виробництвом прокату. Він є базовим для розвитку машинобудування. Комплекс складається з гірничовидобувної промисловості (яка вивчається у окремому розділі цього підручника), чорної та кольорової металургії (рис. 3.1).

Підприємства *чорної металургії* виплавляють чавун, сталь, а також надають їм відповідну форму (прокат).

Підприємства *кольорової металургії* займаються виплавою легких, важких, благородних, рідкоземельних металів та виробництвом сплавів.

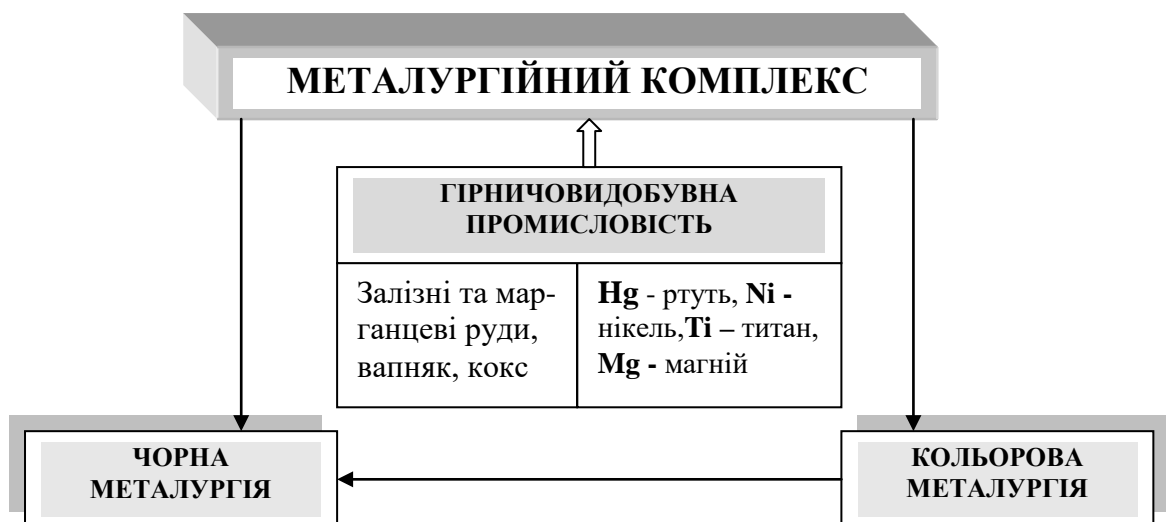


Рис 3.1. Структурна схема металургійного комплексу.

Значний розвиток металургії в Україні (введення нових доменних, мартенівських, конвертерних та електросталеплавильних печей та прокатних станів) почався в 1928–1935 рр. У цей період розпочалося будівництво нових металургійних заводів: “Запоріжсталь”, “Азовсталь”, “Криворіжсталь”,

“Дніпроспецсталь”, заводу феросплавів та алюмінієвого заводу в Запоріжжі. В 1966 р. було введено в експлуатацію Броварський завод порошкової металургії, а в 1971 р. – завод феросплавів у Нікополі.

Більшість металургійних підприємств України мають повний цикл виробництва і щорічно виплавляють від 1 до 10 млн тонн сталі. Україна має 14 металургійних комбінатів і всі вони відносяться до числа найбільших підприємств світу. До найбільших металургійних підприємств України відносяться «Криворіжсталь», “ім. Ілліча”, «Азовсталь», Алчевський МК, «Запоріжсталь» та «Дніпроспецсталь».

Чорна металургія – одна з провідних базових галузей господарського комплексу нашої держави. Металомістке машинобудування – основний споживач її продукції. Україна посідає VI місце у світі за виплавною чавуну та сталі. Вітчизняні труби великого діаметру експортуються у різні країни світу. Для подальшого розвитку та вдосконалення чорної металургії Україна має всі необхідні умови: величезну, компактно розміщену сировинну базу (залізні та марганцеві руди, коксівне вугілля, вогнетривкі, флюсові вапняки тощо). Перспективи подальшого розвитку вбачаються в першу чергу у вдосконаленні виробництва, впровадженні сучасних енерго- та матеріалозберігаючих технологій, підвищенні якості продукції тощо.

Металургійні підприємства поділяють на 4 види:

1 – підприємства повного металургійного циклу, до складу яких входять три основних ланки виробництва чорної металургії: доменне, сталеплавильне та прокатне;

2 – підприємства неповного металургійного циклу зі сталеплавильним і/або прокатним виробництвами;

3 – металургійні комбінати, до складу яких крім основних виробництв входять гірничорудні цехи, агломераційні фабрики, коксохімічні заводи та заводи переробки основних продуктів;

4 – комбіновані підприємства, до складу яких крім основних виробництв входять металообробні, машинобудівні підприємства, ТЕС, транспортні підприємства і т.д.

Виробництва, в яких представлені всі головні ланки чорної металургії (виробництво чавуну, сталі та прокату), називаються комбінатами повного циклу. Комбінати повного циклу територіально розміщені в трьох металургійних районах: Придніпров’ї, Донбасі та Приазов’ї (табл. 3.1).

У *Придніпровському металургійному районі* виробляється половина чавуну та сталі країни. З 32 великих металургійних підприємств України в Придніпров’ї розміщено 14. Цей металургійний район зорієнтований на власні величезні запаси сировини: залізних та марганцевих руд. З Донбасу сюди завозять коксівне вугілля, з Криму – флюсові вапняки. У Придніпров’ї сформувалися такі великі промислові вузли та центри: Дніпропетровський (Дніпропетровськ, Новомосковськ, Дніпродзержинськ), Запорізький (2 комбінати у Запоріжжі) та Криворізький (Кривий Ріг та Нікополь).

Донецький металургійний район дає третину продукції чорної металургії України. Він об’єднує великі вузли та центри, які виникли навколо родовищ

коксівного вугілля та флюсових вапняків. Залізні та марганцеві руди сюди завозяться з Придніпров'я. На Донбасі сформувалися такі вузли металургійної промисловості: Донецько-Макіївський, Єнакієвський, Алчевсько-Алмазницький (Алчевськ, Луганськ). Крім того у Донецькому районі, виділяються і окремі центри чорної металургії: Краматорськ, Стаханов і Харцизьк.

Таблиця 3.1

Металургійні райони чорної металургії України

ПРИДНІПРОВСЬКИ	ДОНЕЦЬКИЙ	ПРИАЗОВСЬКИЙ
<p>Дніпровський вузол: Дніпропетровськ, Новомосковськ, Дніпродзержинськ. Запорізький вузол: Запоріжжя (2 комбінати). Криворізький вузол: Кривий Ріг, Нікополь.</p>	<p>Донецько-Макіївський вузол: Донецьк, Макіївка. Єнакієвський вузол: Єнакієве. Алчевсько-Алмазницький вузол: Алчевськ, Луганськ, Стаханов. Харцизький центр Краматорський центр</p>	<p>Маріуполь: 3 комбінати, в т. ч. “Азовсталь” (50 цехів)</p>

Приазовський район об'єднує потужні металургійні підприємства Маріуполя. Він сформувався на перетині транспортних шляхів сполучень, якими сюди завозиться необхідна сировина. Залізні та марганцеві руди надходять з Придніпров'я, коксівне вугілля та флюсові вапняки – з Донбасу, залізні руди з Керченського родовища.

Загальні запаси залізних руд України складають 27,4 млрд.т. Майже 80% усіх запасів знаходиться в Криворізькому залізрудному басейні. Вміст заліза в руді – 25 - 70%.

Виробництво агломерату. Вихідною сировиною для металургійних процесів служить продукт збагачення руд – однорідний дрібнодисперсний концентрат. Цей продукт готують до використання шляхом агломерації – ошматування агломерату спіканням чи одержанням окатишів.

а г л о м е р а т	зона горіння				
	зона підігріву				
	зона сушіння				
	зона перезволоження				
	постіль				
	г	р	а	т	и

Процес відбувається в агломераційній машині. Розмір шихти впливає на процес агломерації, тому розміри часток не повинні перевищувати 3 мм.

Шихту подають на колосникові ґрати агломераційної машини шаром 250 – 400 мм на шар дрібного агломерату, що носить назву «постіль». Під ґратами створюється зона розрідження 7 - 10 кПа, у результаті чого з поверхні через шар шихти надходить повітря.

Верхній шар нагрівають і за температури 750 - 858°C запалюють Горіння поширюється вниз, температура в палаючому шарі досягає 1300 - 1500°C. Зона горіння в шарі переміщується вниз зі швидкістю 10 – 40 мм/хв. Досягши постелі процес горіння припиняється. Його тривалість складає 10 – 15 хв, а особливість полягає в тому, що в кожен момент часу горіння відбувається у вузькому шарі шихти. Хоча процес проводиться в надлишку повітря, але біля палаючих часток палива створюється відновне середовище. Відбувається часткове відновлення оксидів заліза ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$). Крім того відбувається відновлення сульфідів ($\text{Fe}_2 \rightarrow \text{Fe} + \text{SO}_2$), вигорає 98% сульфідної і до 80% сульфатної сірки, сублимує As.

Таким чином, у процесі агломерації відбуваються ошматування руди і видалення шкідливих домішок – сірки та миш'яку.

У результаті спікання одержують продукт, який після охолодження дроблять і направляють на просіювання: шматки розміром 13 - 50 мм використовуються для виробництва металів, 8 - 13 – постіль, менше 8 – повернення (компонент шихти).

Продуктивність однієї агломераційної машини 1,3 -1,5 т/(м²·год), тобто за площі агломераційних ґрат 50 м² продуктивність складає 1600 – 1800 т/добу.

Виробництво коксу. Паливо доменної печі є не лише джерелом енергії, але й реагентом, який забезпечує відновлення заліза з руди. Тому паливо повинне відповідати вимогам: висока теплотворна здатність, малий вміст золи та вологи, чистота за вмістом шкідливих домішок, висока механічна міцність, пористість для забезпечення інтенсивності горіння, а до того воно ж має бути недефіцитним та недорогим. Таким вимогам відповідає кам'яновугільний кокс. Його отримують із спеціального коксівного вугілля з вмістом летких речовин 18 – 26%, які вилучаються в процесі коксування, а тверда маса спікається і утворює пористе паливо – кокс, який має теплоту згорання 23 – 31 МДж/кг і містить у собі 0,5 – 1,8% сірки, та 6 – 16% золи.

Одержання коксу складається з трьох стадій:

- підготовка вугільної шихти перемішуванням вугілля різних марок (розмір часток не повинен перевищувати 3 мм);
- нагрівання шихти без доступу повітря в спеціальних печах до 1100 - 1200°C. Печі складаються з камер прямокутного перетину 14x0,4x5м, об'єднаних у коксові батареї по 40 - 80 печей. У печі зверху завантажують вугілля. У кожену піч завантажують 22 т шихти. Продуктивність коксової батареї досягає 1500 т/добу. Між печами розташовані опалювальні простінки, у яких спалюють газ. На торцях камер розташовані розсувні двері для виштовхування коксу. Тривалість коксування 14 - 16 годин. Передача тепла здійснюється від стінок камери до центру, тому в кожен момент часу на різних відстанях від стінок відбуваються різні стадії коксування:
- до 250°C – випаровування вологи, виділення O₂;
- за 300°C – починається виділення парів смоли;
- вище 350°C – спечене вугілля переходять у пластичний тістоподібний стан;
- від 500°C починається бурхливе розкладання пластичної маси з виділенням газів, смоли й утворення твердого напівкоксу;

- від 700°C – подальше розкладання напівкоксу, виділення, головним чином, H_2 , напівкокс дає усадку;
- вище 700°C відбувається зміцнення коксу. Летючі продукти, стикаючись з поверхнею стінок камери і розпечених часток коксу піддаються піролізу і виділяють суміш газів (H_2 , CH_4) та парів поліциклічних ароматичних вуглеводнів;
- коксовиштовхувачем кокс подається в гасильний вагон.

У результаті коксування з 1т шихти одержують 650 - 750 кг коксу, 140 кг коксового газу (після уловлювання бензолу, фенолу, смоли, аміаку одержують суміш 55 - 60% H_2 і 20 - 25% CH_4 – паливо, що має теплоту згоряння 17,5 - 18,5 МДж/м³), 30 кг кам'яновугільної смоли, 10 кг сирого бензолу, 3 кг аміаку, сірководень.

Виробництво чавуну – складний технологічний процес, який окрім, доменного процесу включає підготовку вихідних матеріалів для доменної плавки та первинного перероблення отриманих продуктів плавки – чавуну, шлаку та доменного газу. Вихідними матеріалами для отримання чавуну є залізорудні матеріали (руда, агломерат, окатиші), флюси і кокс. Їхню суміш, складену у відповідних пропорціях, називають доменною шихтою. На металургійний завод залізорудні матеріали надходять у вигляді агломерату. Разом із коксом та флюсами їх завантажують у доменну піч зверху (рис. 3.2).

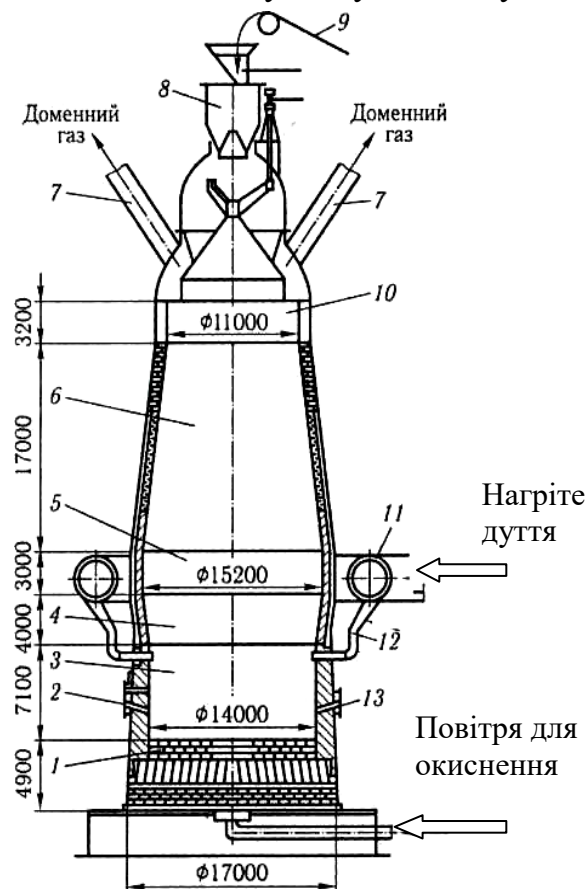
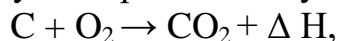


Рис. 3.2. Переріз доменної печі місткістю 3 000 м³: 1– під печі; 2 – чавунний ливник; 3 – горно; 4 – заплечики; 5 – розпар; 6 – шахта; 7 – газоходи; 8 – апарат для завантаження шихти у піч; 9 – конвеєр; 10 – колошник; 11 – кільчастий повітропровід; 12 – фурмовий пристрій; 13 – шлаковий ливник.

Умовно доменний процес, що протікає в доменній печі можна поділити на етапи: горіння палива – вуглецю (коксу); розкладання компонентів шихти; науглецювання заліза; шлакоутворення. Ці етапи процесу відбуваються в печі одночасно на різних рівнях. У печі безперервно рухається згори донизу потік перетвореної шихти, а знизу догори – потік газів, які утворюються в процесі горіння палива. Суть доменної плавки полягає у відновленні заліза з оксидів у руді, науглецюванні заліза та зв'язування пустої породи.

Кисень за рахунок дуття вступає в реакцію з вуглецем коксу



де – ΔH означає, що реакція іде з виділенням тепла.

Діоксид вуглецю за температури 1000°C та середовища вуглецю розжареного коксу відновлюється в монооксид вуглецю $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO} - \Delta \text{H}$, (де – ΔH означає, що реакція іде з поглинанням тепла). Він відновлює оксиди заліза, а сам знову перетворюється у діоксид вуглецю. Таким чином, окиснення вуглецю у доменному процесі забезпечує необхідне для плавки тепло, окрім цього вуглецем та його оксидом відновлюються оксиди та науглецьовується залізо.

Одразу після відновлення заліза починається процес його науглецювання з утворенням карбїду заліза (Fe_3C). Окрім вуглецю в залізі одночасно розчиняються відновлені Mn; Si; P, а також S з коксу. У міру розчинення домішок знижується температура плавлення сплаву. Якщо для чистого заліза вона становить 1539°C , то для чавуну $1100 - 1350^\circ\text{C}$ в залежності від кількості домішок. З флюсів та порожньої породи та золи коксу утворюється шлак, до складу якого входять: кремнезем, оксид кальцію, глинозем.

Для виробництва чавуну у піч об'ємом 2700 м^3 необхідно вдувати щодобово 8 млн. м^3 повітря та додатково $500\,000 \text{ м}^3$ кисню. Потім така кількість газів випускається через димар в атмосферу. Для охолодження домен використовується вода в кількості $20 - 25 \text{ м}^3$ на одну тону чавуну, температура якої підвищується у середньому на $5 - 8^\circ\text{C}$. Відпрацьована вода після охолодження у градирнях знов подається в охолоджувальну систему печі.

Для виробництва 1 т чавуну необхідно $1,7 - 2 \text{ т}$ руди, $500 - 700 \text{ кг}$ коксу, $300 - 700 \text{ кг}$ флюсів, $3,3 \text{ т}$ повітря.

Продукти плавки (%):

- чавун – 16,5
- шлак – 9
- доменний газ – 69,5
- колошниковий пил – 5.

Виробництво сталі. Значення сталі, як матеріалу, в народному господарстві дуже велике. Майже неможливо назвати ні однієї галузі господарства, де б не використовували сталь. Рівень економічного розвитку країни насамперед залежить від кількості та якості сталі, що виплавляється. Світове виробництво сталі за останні сто років зросло в 365 разів.

У 2004 році у світі вироблено $1035,5 \text{ млн. тонн}$ сталі. У світовому виробництві сталі частка конвертерної становить приблизно $59,5\%$, електросталі – $34,8$, мартенівської – $2,5$, інших видів плавок – $3,2\%$. Річне ви-

робництво сталі, що припадає на душу населення, у країнах з розвинутою промисловістю становить 400 – 600 кг.

В Україні загальна потужність сталеплавильного виробництва становлять приблизно 40 млн. тонн сталі за рік. Приблизно 49,2% усієї сталі виробляється в конвертерах, 47,9 – у мартенівських печах і 2,8% – в електропечах. У 2004 р. в Україні було виплавлено 38,73 млн. тонн сталі (близько 600 кг на душу населення).

Сталь – це сплав заліза з вуглецем та іншими хімічними елементами (домішками), розчиненими в залізі. Домішки впливають на властивості сталі як позитивно, так і негативно, тому їх поділяють на корисні та шкідливі. Основною домішкою в сталі є вуглець, вміст якого становить від 0,05 до 2,14%. *Корисні домішки* – це Mn (0,3–0,6%), Si (0,15–0,3%), Cr, Ni, Co, W. *Шкідливі домішки* – S; P; N; O, вміст яких обмежується сотими і тисячними частками відсотка. Змінюючи вміст вуглецю можна отримати сталі з різними механічними властивостями. Але фізичні властивості сталі поліпшують додаванням легуючих елементів отримуючи особливі фізико-хімічні властивості, яких вуглецеві сталі не мають. Такі сталі називають *легованими*.

За хімічним складом сталь поділяють на низьковуглецеву (C менше ніж 0,25%), середньовуглецеву (C – 0,25 – 0,6%), високовуглецеву (понад 0,6% C) і леговану, в тому числі хромисту, марганцевисту (манганову), хромонікелеву. Леговану сталь, у свою чергу, поділяють на низьколеговану (містить до 2% одного легуючого елемента або до 3,5% кількох), середньолеговану (вміст одного легуючого елемента не перевищує 8% або вміст кількох не перевищує 12%) і високолеговану (містить щонайменше 8% одного легуючого елемента або 10% кількох). Залежно від вмісту шкідливих домішок (сірки та фосфору) сталь поділяють на сталь звичайної якості (вміст не перевищує 0,07% S і 0,09% P), якісну (вміст сірки і фосфору не перевищує 0,045%) і високоякісну (вміст сірки та фосфору не перевищує 0,025% кожного).

За призначенням сталь поділяють на:

- конструкційну – використовують для виготовлення металевих конструкцій (для спорудження будинків та мостів, виробництва різних машин). Конструкційна сталь може бути як проста вуглецева, так і легована. Легована сталь дорожча, але має кращі механічні властивості;
- інструментальну – використовують для виготовлення інструментів, валків прокатних станів, деталей ковальського та штампувального устаткування. Інструментальна сталь зазвичай містить велику кількість вуглецю (іноді до 2%), а в деяких марках – легуючі елементи: хром, вольфрам, молібден та ін.;
- топкову та котельну – низьковуглецеву сталь, яку використовують для виготовлення парових котлів і топків. Вона повинна мати певні пластичні властивості в холодному стані, добре зварюватися, не старіти;
- для залізничного транспорту – для виготовлення рейок, осей, бандажів залізничних коліс. Це середньовуглецева сталь, до якої ставлять високі вимоги, наприклад на втому та на суцільність структури металу;
- підшипникову – для виготовлення кулькових та роликових підшипників. До

цієї сталі, що містить близько 1% С і 1,5% Сг, ставлять дуже високі вимоги за вмістом неметалевих вкраплень.

Крім цих є сталі, призначення яких випливає із їх назви: ресорно-пружинні, електротехнічні, трансформаторні, динамні, нержавіючі, гарматні, трубні та ін.

Основними технологічними процесами отримання сталі, є:

Мартенівський спосіб – випалювання надлишку вуглецю в чавуні відбувається за рахунок не лише кисню повітря, а й кисню оксидів заліза, які є у складі залізної руди та залізного брухту. Мартенівська піч (рис. 3.3) складається з плавильної ванни, перекритої склепінням з вогнетривкої цегли, і особливих камер-регенераторів для попереднього підігріву повітря та горючого газу.

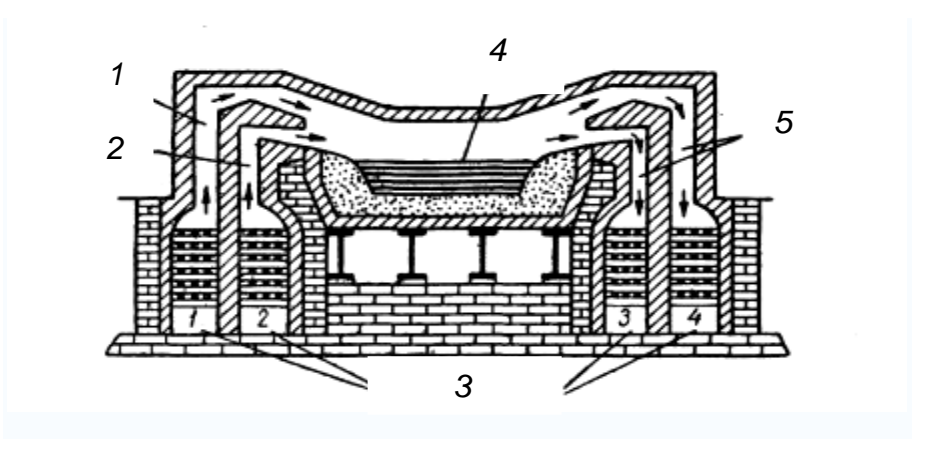
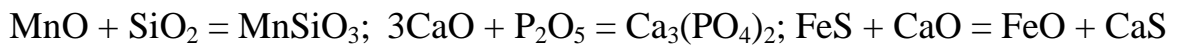


Рис. 3.3. Мартенівська піч: 1 – повітря; 2 – газ; 3 – регенератори; 4 – сталь; 5 – продукти горіння.

Регенератори заповнені насадкою з вогнетривкої цегли. Коли перші два регенератори нагріваються пічними газами, горючий газ і повітря вдуваються в піч через розжарені третій та четвертий регенератор. Через деякий час, коли перші два регенератори нагрілись, потік газів спрямовують у протилежному напрямку і т. д. Плавильні ванни потужних мартенівських печей мають довжину до 16 м, ширину до 6 м і висоту понад 1 м. Ємність таких ванн досягає 500 тонн сталі. У плавильну ванну завантажують чавун, залізний брухт та залізну руду.

Мартенівський процес полягає в розплавленні шихти, зниженні вмісту в ній С, Si, Mn, видаленні небажаних елементів (S, P) і введенні відсутніх елементів (легуванні). Температура в печі повинна забезпечувати перебування металу в рідкому стані (наприкінці плавки – близько 1600°C). Як паливо використовують газ (коксівий, доменний, природний); рідке (мазут); пилоподібне (вугілля). Здійснюється роздільна подача палива і повітря; горіння проходить в довгому смолоскипі. Для інтенсифікації горіння в дуття додають кисень. До шихти додають також вапняк як флюс. Вигорання вуглецю та домішок чавуну у перший період плавки відбувається головним чином за рахунок надлишку кисню в горючій суміші за тими ж реакціями, що і в конверторі, а шар шлаку утворюється за рахунок оксидів заліза.

Внаслідок взаємодії основних та кислотних оксидів утворюються силікати і фосфати, які переходять у шлак. Сірка теж переходить у шлак у вигляді сульфіду кальцію:



Мартенівські печі, як і конвертори, працюють періодично. Після розливки сталі піч знову завантажують шихтою і т. д. Процес переробки чавуну в сталь у мартенах відбувається відносно повільно протягом 6 –7 годин. У мартенах можна легко регулювати хімічний склад сталі, додаючи до чавуну залізний брухт та руду в тій чи іншій пропорції. Перед закінченням плавки нагрівання печі припиняють, зливають шлак, а потім додають розкисники.

Для одержання 1 т сталі необхідно 1050-1250 кг шихти, 100 - 200 кг умовного палива.

Продукти мартенівської плавки (%):

- сталь – 83
- шлак –10
- гази, що відходять – 7.

Конверторний спосіб. Суть конверторного способу (рис.3.4) полягає у тому, що крізь суміш рідкого чавуну та металобрухту (20 - 30% маси чавуну), яка міститься у конверторі, продувається повітря, кисень якого окиснює вуглець та домішки. *Киснево-конверторний* спосіб виплавки сталі дозволяє переплавляти металобрухт, дає можливість контролювати якість сталі, не потребує додаткового палива у вигляді природного газу. Процес виплавки триває всього 50 хв.

В процесі хімічних реакцій утворюється така кількість тепла якої цілком досить для перетворення чавуну на сталь протягом 10–13 хвилин.

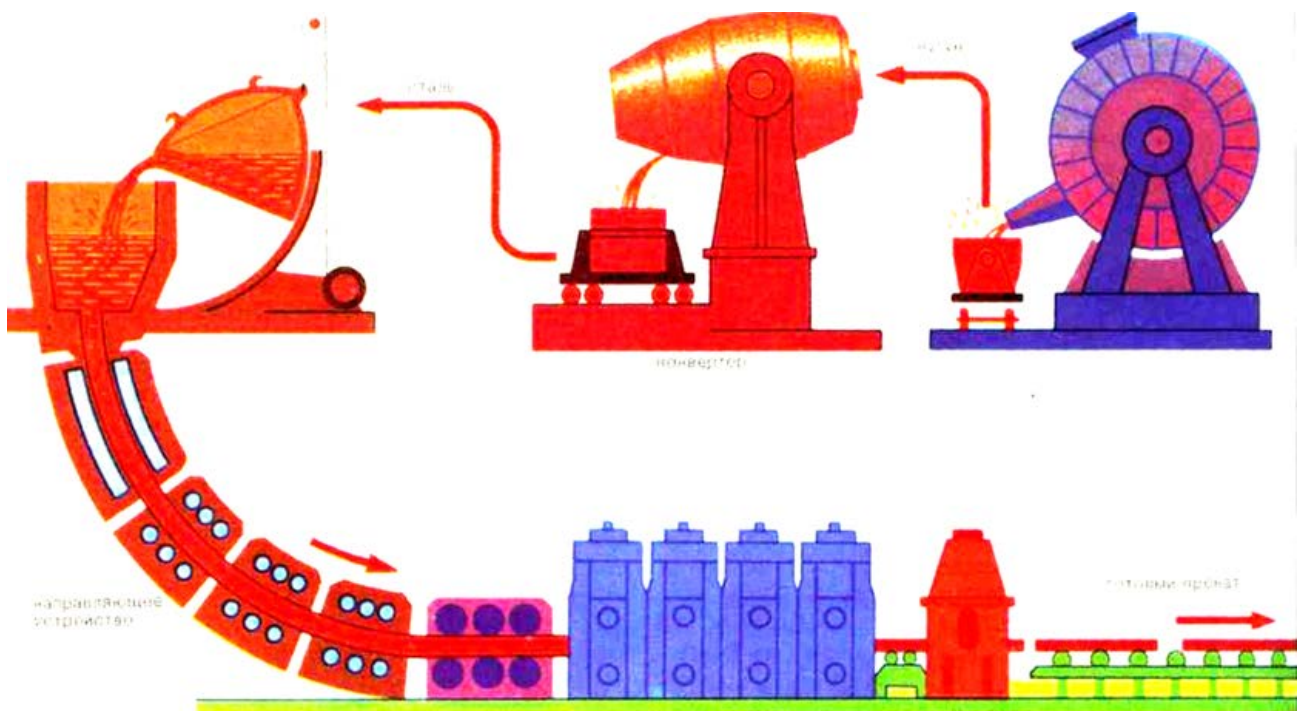


Рис. 3.4. Конверторний спосіб виплавлення сталі з подальшим її прокатом.

Під впливом дуття домішки чавуну (кремній, марганець, вуглець та ін.) окислюються, виділяючи значну кількість тепла, внаслідок чого одночасно знижується вміст домішок в металі і підвищується температура, підтримуючи його в рідкому стані. Коли вміст вуглецю досягає необхідного значення (кількість вуглецю визначається за часом від початку продування і по кількості витраченого кисню), продування припиняють. Застосування при конвертації кисневого дуття замість повітря дозволяє отримувати сталь з низьким вмістом азоту (0,002 - 0,006%).

За однакової якості отримуваної сталі конверторний процес в порівнянні з мартенівським дає економію по капіталовкладеннях на 20 - 25%, зниження собівартості сталі на 2 -4% і збільшення продуктивності праці на 25 - 30%.

Кисневий конвертор, маса якого разом з футеруванням може перевищувати 1000 тонн, знаходиться у зварному корпусі (рис. 3.5), який спирається на підшипники, встановлені на станинах. Конвертор може повертатися на 360°.

Інтенсивність продувки киснем становить 2 – 6 м³/(т·хв), питома витрата кисню – 50 – 55 м³/т, тривалість продувки – 10 – 25 хв. Ємність сучасних конверторів за масою рідкої сталі становить від 10 до 400 тонн. Ємність робочого простору конвертора вибирають згідно з проектною ємністю та особливостями технології – типом чавуну, охолоджуючих та шлакоутворюючих матеріалів, кількістю шлаку, що утворюється. Питома ємність сучасних конверторів, тобто об'єм робочого простору, що належить до 1 т садки (рідкий чавун + брухт), зазвичай становить від 0,6 до 1,0 м³/т.

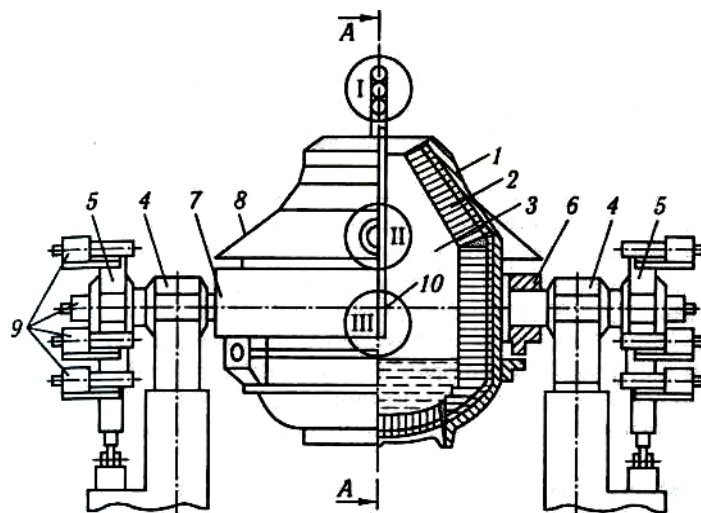


Рис. 3.5. Кисневий конвертор: – корпус; 2 – футерівка; 3 – внутрішня порожнина; 4 – опорні вузли на станинах; 5 – корпус веденого зубчастого колеса; 6 – цапфа; 7 – опорне кільце з цапфами і системами кріплення в ньому корпусу; 8 – захисний кожух; 9 – електродвигуни навісного типу з редукторами; 10 – киснева фурма.

У верхній частині розміщена лютка для випускання сталі. Лютка має металеве облицювання і закривається вогнетривкою глиною. Кут нахилу каналу отвору лютки може змінюватися від нуля до 45° й визначається зручністю

гарячих ремонтів отвору та траєкторією струменя під час зливання сталі, що потребує точного центрування відносно сталерозливного ковша. Механізм повороту конвертора знаходиться під робочою площадкою і має два або кілька електродвигунів. Конверторні плавки намагаються проводити з мінімальними простоями між продувками для зменшення остигання обладнання, що сприяє зменшенню температури наступної плавки. На рис. 3.6. зображені технологічні операції конверторної плавки.

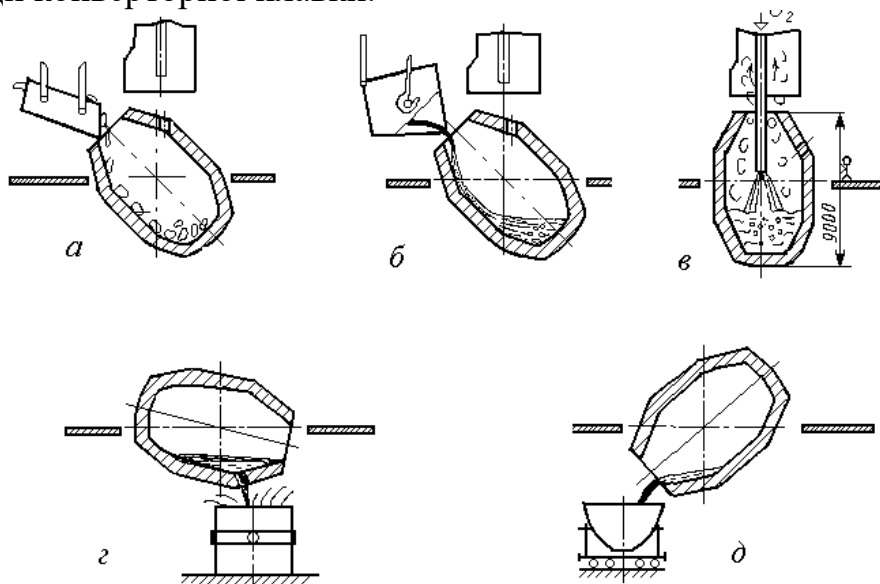


Рис 3.6. Технологічні операції конверторної плавки: а – завантаження брухту і вапна; б – заливка рідкого чавуну; в – подача кисню; г – випуск сталі з конвертора у сталерозливний ківш; д – злив шлаку у шлакову чашу.

Електрична плавка – найбільш сучасний спосіб отримання сталі, який має ряд переваг у порівнянні з виробництвом сталі у конверторах та мартенівських печах. Порівняно з іншими металургійними виробництвами електросталеплавильне екологічно найбільш чисте - викид шкідливих речовин на 1 т виплавленої сталі від мартенів в середньому складає (у кг) 9,5, у випадку використання електричних печей - 0,8, твердих часток відповідно 3,3 та 0,5, а газоподібних - 6,2 та 0,3. За даними експертів заміна мартенівських печей сучасними електропечами знизить викиди шкідливих речовин майже в 3,5 разів. В електричних печах виплавляють високоякісні конструкційні, інструментальні, корозійностійкі, жаростійкі та інші спеціальні сталі та сплави. Для виплавки сталі використовують дугові та індукційні електричні печі. Ємність найбільш широко застосовуваних дугових печей становить 0,5 – 360 тонн. Печі середньої та великої ємності використовують на металургійних заводах для отримання злитків, а печі малої ємності – на машинобудівних підприємствах для отримання сталевих зливок. Джерелом тепла в дугових печах є електрична дуга, яка збуджується між графітовими електродами і металеву шихтою. Схема дугової електропечі зображена на рис. 3.7. Первинна обмотка трансформатора живиться змінним струмом напругою 6 – 30 кВ, який на вторинній обмотці перетворюється у струм низької напруги від 90 до 280 В. Потужність

трансформатора становить до 40 МВА і більш. Шихта складається з сталюого лому, чавуну, флюсів, залізної руди, легуючих домішок та розкиснювачів. Вдування кисню у ванну скорочує час розплавлення шихти та нагріву металу - тривалість плавки зменшується на 30 – 35%, а витрати електроенергії на 20 – 25% за одночасного покращенні якості сталі.

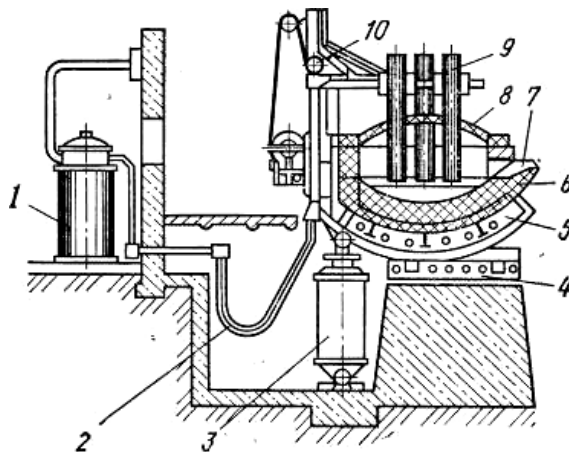


Рис. 3.7. Схема дугової електропечі: 1 – трансформатор; 2 – електричні кабелі; 3 – гідравлічний привід для нахилу печі; 4, 5 – опора сектора і сектор для нахилу печі; 6 – под печі; 7 – випуск металу; 8 – верхня частина печі; 9 – електроди; 10 – механізм для підняття та опускання електродів.

Питомий викид пилу, NO_x , SO_2 , CO_2 і ціанідів з дугової сталеплавильної печі складає відповідно 10; 0,27; 0,002; 1,35 та 0,028 кг/т сталі, що суттєво нижче рівня шкідливих викидів з інших металургійних агрегатів.

Індукційна піч - це вогнестійкий тигель, встановлений в індуктор (мідна трубка у вигляді спіралі) (рис.3.8). Плавка йде за рахунок вихрових струмів, що виникають в індукторі. Ємність печей – від 5 кг до 25 т, продуктивність – близько 40 т на 1000 кВт установленій потужності, витрата енергії на 10% вище, ніж у дугових печах. Тривалість плавки в індукційних печах мінімальна, доведення плавки після розплавлення шихти не перевищує 30 хв.

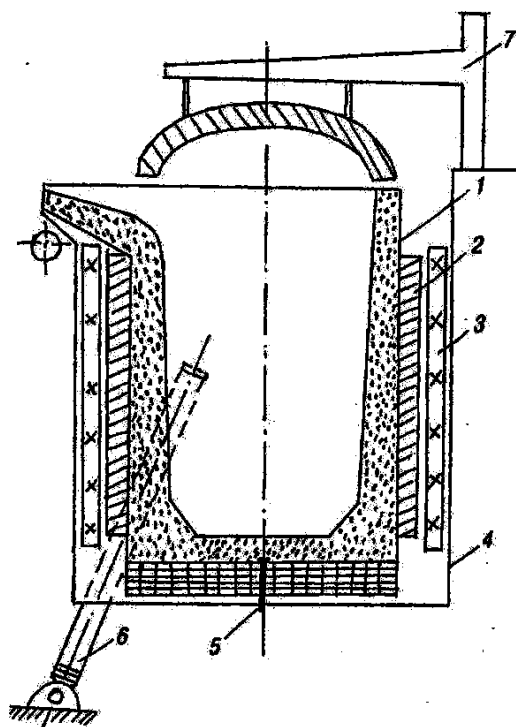


Рис. 3.8. Схема індукційної електропечі: 1 – тигель; 2 - індуктор; 3 - феромагнітний екран; 4 - кожух; 5 - сигналізатор; 6 - механізм нахилу; 7 - механізм відведення кришки.

У таблиці 3.2 наведені основні техніко-економічні показники різних способів виробництва сталі:

Таблиця 3.2

Основні техніко-економічні показники способів виробництва сталі:

Показники	Спосіб виробництва		
	конверторний	мартенівський	електричний
Ємність агрегату, т	250-400	400-600	200-300
Вихід сталі, %	90-92	91-95	92-98
Термін плавки, год	0,4-1	6-10	6-10
Річна продуктивність, тис.т	>1500	370-490	400-600
Витрати на виробництво 1т сталі			
технологічного палива, кг	-	100-200	-
кисню, м ³	50-55	40-50	8-17
електроенергії, кВт·год	-	-	500-600
електродів, кг	-	-	6,5
Частка металобрухту у шихті, %	20-25	30-60	до100

Кольорова металургія. Кольорові метали широко використовуються в сучасному машинобудуванні, ракетній техніці, атомному машинобудуванні, радіоелектроніці. Широке їхнє застосування засновано на особливих властивостях: високих електро- та теплопровідності, корозійній стійкості, жароміцності, малій щільності і т.д. Крім того кольорові метали утворюють сплави між собою та з чорними металами. Однак вони досить дорогі, тому там, де це можливо, використовують чорні метали. В епоху науково-технічної революції кольорова металургія у зв'язку з бурхливим розвитком наукомістких галузей машинобудування набула великого значення. Через бідність сировинної бази на Україні її розвиток обмежений, тому вона представлена лише окремими галузями. Чверть товарної продукції дає вторинна переробка кольорових металів, (тобто переробка кольорового металобрухту).

Кольорова металургія в Україні представлена такими галузями: алюмінієва, ртутна, нікелева, титаново-магнієва, свинцево-цинкова, мідна, електродна.

Кольорові метали можна розділити на групи:

- важкі (Cu, Ni, Pb, Zn, Sn, Bi, Cd, Sb, Co, Hg),
- легкі (Al, Mg, Ti, Na, K, Ba, Be, Li, Ca),
- благородні (Au, Ag, Pt і метали платинової групи),
- тугоплавкі (W, Mo, Nb, Ta, Cr, Zr),
- рідкісноземельні (Sc, Y, La і лантаноїди),
- радіоактивні (Th, Fr, Tc, Ra, Po, Ac, U і трансуранові).

Підприємства кольорової металургії одержують більше 70 металів, багато з яких використовуються в новій та космічній техніці. Структура виробництв кольорової металургії дуже різноманітна. Руди кольорових металів поліметалеві, тому потрібна їхня комплексна переробка.

Основні способи переробки руд кольорових металів:

- пірометалургійні (високотемпературні) - до них відносяться випал і плавка;
- гідрометалургійні (умови проведення - температура 20 - 300°C, звичайний чи підвищений тиск). Включають обробку водяними розчинами кислот, лугів чи солей. Метал, що екстрагується, переходить до складу розчинної солі;
- електрометалургійні - проходять із застосуванням електричного струму для проведення окисних чи відновних реакцій. Електроліз проводять у розчинах чи розплавах солей.

Усі види металургійного виробництва кольорових металів дуже енергоємні. Специфіка кольорової металургії полягає в тому, що всі одержувані елементи та їхні сполуки високотоксичні.

Провідною галуззю кольорової металургії України є *алюмінієва промисловість*. Вона дає близько 20% від загального виробництва кольорових металів, незважаючи на бідність власних ресурсів. Споживачами кольорових металів є найсучасніші галузі: радіоелектроніка, обчислювальна техніка, ракетобудування, літакобудування, ядерна енергетика та ін. Загальне споживання кольорових металів у наш час становить 30–40 млн. тонн на рік.

Одержання кольорових металів з руд не просте завдання, яке ускладнюється тим, що як правило переробляють бідну та складну поліметалічну руду. В процесі її переробки необхідно одночасно з одержанням основного металу забезпечити відділення всіх інших цінних компонентів. Тому у кольоровій металургії використовують не один металургійний процес, а низку послідовних процесів, що забезпечують поступовий поділ перероблюваної сировини (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Схема стадій виробництва кольорових металів та їх сплавів.

В основу будь-якого металургійного процесу покладено принцип переведення оброблювальної сировини в систему, що складається із двох, трьох і більше фаз, що повинні відрізнитися складом та фізичними властивостями. Наприклад, первісно перемішана тверда руда розплавляється і утворює рідкі фракції основного металу та шлаку. Метал та шлак розрізняються між собою

температурою плавлення та густиною. Тому у рідкому стані вони відстоюються і діляться на два шари – більш легкий шар (наприклад рідкий шлак) плаває на більш щільному шарі металу. Обидва шари окремо зливаються із печі. Так відбувається виплавка металу і відокремлення від нього шлаку.

Металургія алюмінію. У загальному виробництві металу у світі алюміній посідає друге місце після заліза і перше серед кольорових металів. Він має високу електро- та теплопровідність, поступаючись лише сріблу та міді, його застосовують як провідниковий матеріал та для виготовлення деталей теплотехнічних пристроїв. Температура плавлення алюмінію становить 660°C , температура кипіння – 2520°C , густина – 2700 кг/м^3 у твердому стані.

Залежно від ступеня чистоти алюмінію багато його фізичних властивостей змінюється, оскільки зростання чистоти алюмінію підвищує температуру плавлення та електропровідність і знижує густина. Однак деякі характеристики алюмінію можна значно поліпшити легуючими добавками магнію, силіцію, міді, цинку, мангану, які підвищують механічні та ливарні його властивості, а також корозійну стійкість.

Алюмінієві сплави поділяють на деформівні (піддаються холодній та гарячій механічній обробці – прокатуванню, куванню тощо) та ливарні. Серед сплавів, що деформуються, насамперед слід відзначити дуралюміни (3,4 – 4%Si, 0,5% Mn, 0,5% Mg), створення яких сприяло бурхливому розвитку авіаційної техніки. За своїми механічними властивостями дуралюміни наближаються до деяких сортів сталі.

Серед ливарних сплавів найбільше поширені силуміни – сплави з великим вмістом силіцію та добавками легуючих елементів. Силуміни мають високі ливарні властивості, що дає змогу отримувати фасонне литво будь-якої конфігурації.

Виробництво складається з двох основних процесів – отримання глинозему (Al_2O_3) з бокситів та електроліз глинозему, розчиненого в кріоліті (Na_3AlF_6).

Алюміній отримують електролізом глинозему, розчиненого в розплавленому електроліті, головним компонентом якого є кріоліт. Для зниження температури плавлення електроліту, збільшення його електропровідності, поліпшення змочуваності електролітом аноду та надання йому інших потрібних властивостей в електроліт додають різні добавки, кількість яких не повинна перевищувати 6 – 10%. Це обмеження зумовлюється тим, що добавки знижують розчинність Al_2O_3 в промисловому електроліті. Як добавку найчастіше використовують CaF_2 , LiF , MgF_2 та NaCl .

Електролітичний видобуток алюмінію – складний технологічний процес, пов'язаний з величезними витратами електроенергії, який відбувається за високої температури. Усе це, природно, впливає на вартість алюмінію, тому багато підприємств з виробництва алюмінію розташовано безпосередньо біля гідроелектростанцій, джерел дешевої електричної енергії.

На рис 3.10 зображена функціональна схема електролізної ванни для виготовлення алюмінію.

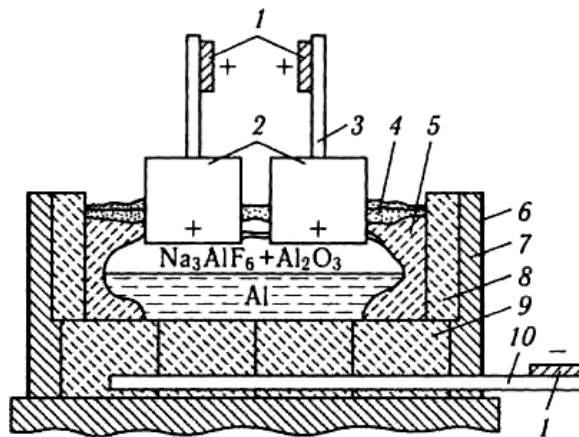


Рис. 3.10. Функціональна схема електролізної ванни для виготовлення алюмінію: 1 – шини для підведення струму; 2 – аноди; 3, 10 – струмопідводи до електродів; 4 – глинозем; 5 – шар затверділого електроліту; 6 – кожух; 7 – футерівка із шамоту; 8 – бічні вугільні блоки; 9 – вуглецеві катодні блоки.

Вугільний струмопровідний під працює як катод, а занурені в розплав електроди - як анод. У плані електролізна ванна має прямокутну форму. Кожух роблять із сталевих листів, які футерують шаром шамоту, а саму ванну викладають вуглецевими плитами та блоками. Електроліт під час проходження струму між анодом та катодом нагрівається до робочої температури 930 – 950°C. У процесі електролізу в розплаві відбувається дисоціація молекул криоліту та глинозему, на катоді розряджаються лише катіони Al^{3+} : $Al^{3+} + 3e \rightarrow Al$. Напруга у ванні зазвичай знаходиться у межах 4,1 - 4,5 В. Добутий під час електролізу первинний алюміній містить багато домішок (металевих – залізо, силіцій, мідь, цинк та інші метали, неметалевих – глинозем, вуглець, карбід алюмінію, газів – водень, азот, оксид карбону (II) та інші), які погіршують його механічні, електричні та ливарні властивості та знижують корозійну стійкість.

Для звільнення від механічних домішок і розчинених газів первинний алюміній перед розкиснюванням хлорують. Процес проводять безпосередньо у вакуум-ковшах, продуваючи розплавлений алюміній за температури 700 – 750°C газоподібним хлором упродовж 10–15 хв. Хлорид алюмінію $AlCl_3$, що утворюється, перебуває у газоподібному стані. Виділяючись з металу, він забезпечує його очищення. Цьому сприяє також відстоювання розплаву в ковші або електричній печі за температури 690 – 750°C впродовж 35 – 40 хв. Таким способом добувають алюміній чистотою до 99,85%. Досить чистий алюміній добувають електролітичним рафінуванням, де електролітом є безводні хлориди та фториди. У розплавленому електроліті відбувається анодне розчинення та електроліз алюмінію, що дає змогу досягти чистоти 99,996%. Основні споживачі такого металу – електрична, хімічна та харчова промисловість. Алюміній особливої чистоти (до 99,9999%) можна отримати внаслідок зонної перекристалізації, тобто зонної плавки.

Добова продуктивність ванни – близько 350 кг металу, тривалість безупинної роботи ванни 2 - 3 року.

Для одержання 1т металевого алюмінію необхідно:

- 1,9 – 2 т Al_2O_3 ,
- 0,1 т Na_3AlF_6 ,
- 40 кг Ca_2 ,
- 0,7 т анодної маси,
- 17 - 22МВтгод електроенергії.

У структурі собівартості алюмінію витрати на електроенергію складають більше 30%, близько 50% приходиться на сировину та основні матеріали.

Металургія міді. Мідь – один із найважливіших кольорових металів (температура плавлення становить $1083,4^{\circ}C$, температура кипіння – $2560^{\circ}C$, густина – 8900 кг/м^3). За електропровідністю вона дещо поступається сріблу і є основним матеріалом в електро- та радіотехніці, які споживають 40 – 50% всієї міді.

Мідь має цінні механічні властивості – ковкість та витягуваність. Майже всі галузі машинобудування застосовують мідні сплави – латуні та бронзи.

Бронзи. Найбільш поширені – олов'яністі (4 – 33% Sn), свинцеві (близько 30% Pb), алюмінієві (5 – 11% Al) та силіцієві (4 – 5% Si). Їх застосовують для виготовлення підшипників, теплообмінників та інших виробів у вигляді листа, прутків і труб для хімічної, паперової та харчової промисловості.

Латунь – сплав міді з цинком (до 50% Zn), що містить невеликі добавки інших елементів (Al, Si, Ni, Mn). Її переважно застосовують у хімічній промисловості.

Сплави міді з хромом та порошковий сплав з вольфрамом використовують для виготовлення електродів та електричних контактів, а сплави з фосфором (6 – 8%) – для виготовлення припоїв. Як легуючий компонент мідь є обов'язковою складовою багатьох алюмінієвих та інших сплавів.

Більшість мідних руд збагачують методом флотації (процес ґрунтується на різному змочуванні водою металовмісних часточок пустої породи), внаслідок чого отримують концентрат, що містить 8 – 35% – Cu, 40 – 50% – S, 30 – 35% – Fe та пусту породу. У процесі збагачення комплексних руд із них можна вилучати інші цінні елементи. Для цього застосовують селективну флотацію, яка дає змогу послідовно вилучати металовмісні часточки різних металів (добирають відповідні флотаційні реагенти).

Рудні концентрати, збагачені міддю (25 – 35% Cu), плавлять на штейн без попереднього випалювання, що значно знижує втрати міді. Основний недолік такої технології – відсутність утилізації сірчистого ангідриду SO_2 , який забруднює атмосферу. Випалювання бідних концентратів (8 – 25% Cu) проводять з метою зниження у них вмісту сірки внаслідок її окиснення, а також для часткового перетворення сульфідів міді та заліза на оксиди.

Потім штейн піддають плавці в конверторі, що продувається повітрям. Конвертування складається з двох періодів:

1 – окиснювання Fe з одержанням білого штейну - Cu_2S (тривалість 6 - 25 годин)

2 – реакційний, тривалістю 2 - 3 години, під час якого утвориться чорнова мідь, що містить 98 - 99,5% Cu і у виді домішок - Se, Te, Bi, Zn, Co, Ni, Au, Ag.

Отримана чорнова мідь рафінується – насичується киснем у рідкому стані. Домішки переходять в оксиди (шлак). Після видалення шлаку частково окиснену мідь відновлюють зануренням у розплавлений метал сирової деревини.

Металургія магнію. Магній – досить поширений у природі елемент, його вміст в земній корі за масою становить 2,35%. У природі магній трапляється лише у вигляді сполук, серед яких найпоширенішими є карбонати, хлориди, силікати, сульфати. До промислових мінералів належать магнезит, доломіт, карналіт, бішофіт. Майже 90% світового видобутку магнезиту (основна складова $MgCO_3$) використовують у вогнетривній та будівельній галузях, а також у металургійному виробництві у вигляді каустичного магнезиту MgO , який отримують після випалення за температури 700 – 900°C. Магнезитові руди містять 41 - 47% MgO .

Чистий магній має сріблясто-білий колір, його щільність у твердому стані за температури 20°C становить 1,738 кг/дм³. Він належить до хімічно активних металів, у вигляді порошку або тонкої стрічки швидко спалахує і згоряє сліпучим білим полум'ям. Магній інтенсивно розчиняється у більшості мінеральних та органічних кислот, нестійкий у водних розчинах солей, але не взаємодіє з лугами, плавиковою та хромистою кислотами, фторидами, дуже стійкий щодо дії мінеральних мастил, бензину та газу. Однак хімічна активність магнію різко зростає у разі збільшення в ньому вмісту домішок.

Основну кількість магнію використовують у вигляді сплавів. Його легування алюмінієм або цинком підвищує механічні та ливарні властивості, манган надає йому корозійної стійкості, цирконій та торій поліпшують жароміцність. Сплави магнію з літієм належать до надлегких. Ці властивості магнію дають змогу широко використовувати його в авіаційній та автомобільній промисловості, космічній та військовій техніці.

У кольоровій металургії магній застосовують як відновник для виробництва цілого ряду активних металів (V, Cr, Ti, U та ін.). Чорна металургія використовує магній для розкиснення деяких марок сталей та як модифікатор для виготовлення надміцного чавуну.

У теперішній час металевий магній отримують двома способами: електролітичним та термічним. Перший ґрунтується на електрохімічному виділенні металу з його розплавленого хлориду, а другий – на відновленні оксиду магнію різними відновниками. Останнім часом найбільшого поширення набув електролітичний спосіб виробництва магнію. Він складається із кількох основних стадій: добування чистого безводного хлориду магнію, електролізу розплавленого хлориду та рафінування отриманого магнію. Залежно від вихідної сировини та способу добування хлориду можливі різні технологічні схеми виробництва електролітичного магнію. Електроліз розплавленої суміші хлоридів магнію, калію, натрію та кальцію проводять за температури 690 – 720°C в електролізерах – герметичних ваннах прямокутної форми із шамотною футерівкою (Рис. 3.11).

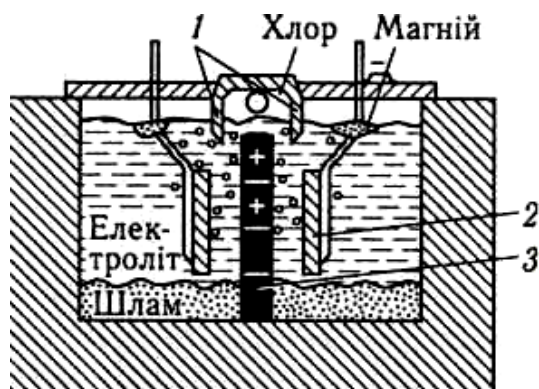


Рис. 3.11. Функціональна схема електролізера для отримання магнію: 1 – вогнетривка діафрагма; 2 – сталеві катода; 3 – графітовий анод.

Аноди виготовляють з графіту, а катодами є дві сталеві пластини. У хлоридному розплаві внаслідок електролітичної дисоціації утворюються катіони металів Mg^{2+} , Na^+ , K^+ та аніони хлору Cl^- . Під дією постійного струму на катоді виділяється лише магній. Густина магнію менша, ніж густина електроліту, тому магній спливає разом із хлором. Щоб запобігти взаємодії хлору та магнію, а також запобігти замиканню анода і катода розплавленим магнієм, зверху встановлюють спеціальну розподільну діафрагму.

Рідкий магній вилучають із ванни один раз на добу за допомогою вакуумних ковшів. Для виготовлення 1 тонни магнію потрібно 4,5 - 4,7 тонн хлориду магнію або 10 тонн карналіту, виділяється 2,9 тонн хлору. Витрати електроенергії становлять 17500 - 18000 кВт·год.

Електролітичний магній містить до 5% металевих (та неметалевих домішок, що робить його непридатним для безпосереднього використання. Такий магній називають чорновим і його обов'язково очищають.

Інші галузі кольорової металургії. На власній сировині працюють такі галузі кольорової металургії як: ртутна, нікелева та титаномagneїєва. Виробництво ртуті з місцевих руд – давня спеціалізація Донецької області з центром Микитівка. Новим центром ртутної промисловості є Вишково у Закарпатській області. Нікелева промисловість (виробництво феронікелю) отримала розвиток на Кіровоградщині у Побузькому, поблизу родовища нікелевих руд. На власній сировинній базі розвивається титаномagneїєва промисловість. Вона використовує магнієві солі Прикарпаття та Присивашся та ільменіти Придніпров'я. Оскільки галузь є енергомісткою, потужний титаномagneїєвий комбінат розміщено у Запоріжжі. Титан також виплавляють у Верхньодніпровську (Дніпропетровська область). Відновлення хлориду титану (IV) до металевого стану проводять магнієм або натрієм. Ці метали майже не розчиняються в титані, що дає змогу відокремити їх та їхні хлориди від основного продукту. Залежно від способу відновлення титан отримують у вигляді губки або порошку.

3.2. Використовувані ресурси

Для виготовлення чавуну використовують такі руди:

- магнітний залізняк (основна складова Fe_3O_4);
- червоний залізняк (Fe_2O_3);
- бурий залізняк – водні оксиди заліза $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$;
- шпатовий залізняк – карбонат заліза FeCO_3 .

Крім цих руд використовують комплексні руди: хроміти (містять крім заліза до 37,5% Cr), хромонікелеві (1,5% Cr та 0,5% Ni), титаномagnetити (0,4% Va та до 13% TiO_2). Для оплавлення важкоплавких порожніх порід та золи палива використовують флюси – вапняк CaCO_3 , доломіт $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$, кварц, піщаник та ін.

Основні компоненти шихти для виробництва агломерату:

- концентрат руди – 40 - 50%,
- вапняк – 12 - 20%,
- повернення (дрібна фракція агломерату) – 20 - 30%,
- коксовий дріб'язок (коксик) – 4 - 6%.

Сировиною для виробництва сталі є чавун – високовуглецевий нековкий сплав заліза з вуглецем, містить у собі 2,14 – 6,3% C, а крім цього домішки Mn – до 3%, Si – до 4,5%, S – до 0,12%, P – до 2,5%. Чавун – найважливіший первинний продукт металургії, доля якого в сучасному машинобудуванні становить 75% від загальної маси заготовок. Чавун, отриманий з доменних печей, поділяють на переробний, ливарний та феросплав доменний.

Переробний чавун застосовують для подальшої переробки на сталь на металургійних заводах (марки П1 та П2), для виробництва сталевих литва (ПЛ1, ПЛ2).

Ливарний чавун використовують для чавунного литва – марки Л1–Л2 (вміст силіцію зменшується від 3,2 – 3,6% до 1,2 – 1,6%) та рафінований магнієм (ЛР1–ЛР7).

Феросплав доменний використовують для розкиснення та легування сталі.

Високоміцні чавуни одержують із сірого модифікацією його Mg чи Cs (0,01–0,03% від маси рідкого металу). Вуглець у цих чавунах має вид графітових кулястих включень.

Зносостійкий, жароміцний чавун одержують легуванням сірого чавуну невеликими кількостями Ni, Cr, Mo та інших елементів.

Спеціальні чавуни – це сплави з високим вмістом одного чи двох неосновних компонентів. Наприклад, феросиліцій містить більше 13% Si, феромарганець – до 75% Mn.

Основною сировиною для одержання кольорових металів є руди. Крім рудних джерел для виробництва багатьох кольорових металів використовують вторинну сировину: відходи металообробки у промисловості, деталі, що відслужили свій термін, побутові відходи, паливо та флюси, тощо. У перспективі вторинна сировина повинна стати основним джерелом одержання деяких кольорових металів.

У виробництві кольорових металів застосовують: газоподібне (природний газ), тверде (вугілля, кокс) та рідке (дизельне паливо, мазут) палива. В останні роки для переробки деяких сульфідних руд почали широко використовувати теплоту згорання самих сульфідів. Теплоти окиснювання сульфідів у багатьох

випадках цілком достатньо для самостійного перебігу металургійних процесів. Це дозволяє заощадити велику кількість вуглецевого палива або електроенергії. Флюси вводять в процес плавки з метою коригування складу та фізичних властивостей металургійних шлаків. Як флюси найчастіше використовують кварцити та вапняк, а також іноді залізну руду, соду, фториди.

Компонентами для отримання міді є руди та продукти їх збагачення – концентрати та вторинна сировина, причому на частку останньої припадає близько 40% загальної кількості виробленої міді. На виробництві використовують руди, що містять 0,8 – 1,5% Cu і більше, хоча промисловими вважають руди, які мають уже 0,6 – 0,8Cu. Мідь із руди отримують двома способами: гідро- та пірометалургійним (90% усього виробництва).

Головне джерело одержання алюмінію – боксити, що містять 40 - 70% Al_2O_3 . У природі боксити містять у виді домішок Fe_2O_3 , TiO_2 , $CaCO_3$, $MgCO_3$, SiO_2 .

Для виробництва магнію використовують доломіт (основна складова $CaCO_3MgCO_3$) – комплексний природний карбонат, який містить 19 - 22% MgO і домішки. Карналіт $MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$ та бішофіт $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ належать до природних хлоридів, які використовують для виробництва магнію.

3.3. Вплив на довкілля

3.3.1. Вплив об'єктів чорної металургії. Чорна металургія займає друге місце із загальної кількості викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря після теплоенергетики. Основними джерелами викидів в атмосферу у чорній металургії є: агломераційне виробництво, виробництво чавуну та сталі. За даними аерокосмічних зйомок снігового покриву, зона дії підприємств чорної металургії простягається на відстань до 60 км від джерел забруднення. Навколо металургійних заводів формуються техногенні зони, де повітря, вода, сніг, ґрунт, рослинність містять в собі широкий набір шкідливих речовин, включаючи і такі надзвичайно небезпечні як свинець та ртуть. Переважно викиди складаються з оксидів карбону (67,5% сумарного викиду в атмосферу), твердих речовин (15,5%), діоксиду сульфуру (10,8%) та оксидів нітрогену (5,4%).

Забруднення атмосфери. До основних джерел забруднення атмосфери відносяться агломераційне, коксове виробництво, доменне виробництво чавуну, сталеплавильне виробництво та ін.

Агломераційне виробництво. Викиди шкідливих речовин в атмосферне повітря поділяються на технологічні, які утворюються у процесі спікання агломераційної шихти і охолодження агломерату, та неорганізовані, які утворюються у процесі дроблення шихтових матеріалів і агломерату, їх грохочення та перевантаження в процесі транспортування. Дані, які характеризують об'єм та склад технологічних і неорганізованих викидів у виробництві однієї тонни агломерату, наведені в таблиці 3.3. Дисперсний склад пилу (за масою) становить: 5% частинок розміром до 5 мкм, 3 – 4% частинок розміром 5 – 10 мкм, 2% частинок розміром 10 – 15 мкм, понад 60% складають частинки розміром > 50 мкм.

Таблиця 3.3

Технологічні та неорганізовані викиди у виробництві 1т. агломерату

Кількість газів, тис. м ³	2,0–4,8
Монооксид вуглецю, кг	30–50
Сірчистий ангідрид при використанні руди, кг	
малосірчаної	3–5
сірчаної	10–15
Оксиди азоту, кг	0,6–1,0
Пил у викидах, кг	
технологічних	10–15
неорганізованих	20–40

Одна агломераційна машина виділяє більш 700 т. SO₂ у добу. На агломераційній фабриці разом з газами, що відходять, виноситься в атмосферу у виді пилу 6 - 8% виробленого агломерату, що складає 9 - 13 г/м³.

Коксове виробництво. Гасіння (охладження) коксу супроводжується виділенням в атмосферу (г/сек): бенз(а)пірену – 616, H₂S – 3,7, ціанідів – 4,6, NO_x – 20, CO – 317. Гасіння буває мокрим (стічні води містять аміак, феноли, ціаніди, піридини, пірокатехіни, ПАВ) і сухим (проводиться інертним газом, який циркулює в системі охолодження).

Доменне виробництво чавуну. У виробництві однієї тонни чавуну утворюється приблизно 2000 м³ доменного газу. Доменний газ містить 3,5 – 3,6% водню, 0,1 – 0,4% кисню, 0,1 – 0,6% метану, 55% азоту, 25 – 32% оксиду вуглецю, 10 – 15% діоксиду вуглецю, значну кількість пилу. Після очищення від пилу він стає якісним паливом, яке використовується у доменному цеху для опалення повітрянагрівачів, тому основна кількість доменного газу не потрапляє в атмосферу. Доменні печі за витрати природного газу 80 – 120 м³ на одну тонну виплавленого чавуну, збагаченого киснем до 35%, виділяють 1 м³ доменних газів. У цих газах міститься (за вагою): 25 – 30% CO, 12 – 18% CO₂, 2 – 7% H₂, 0,5% CH₄, 47 – 57% NO₂, 200 – 300 мг/м³ ціаністих сполук, 15 – 70 мг/м³ пилу.

Джерелом надходження пилу у навколишнє середовище є також вентиляційні гази підбункерних приміщень доменних цехів. Ці гази містять 2 – 5 г/м³ пилу, для очищення від якого використовують електрофільтри, які знижують вміст пилу у газах, що викидається, до 60 – 80 мг/м³.

Сталеплавильне виробництво. Виплавка однієї тони сталі пов'язана з викидами в атмосферу 40 кг твердих часток, 30 кг діоксиду сірки, близько 50 кг оксиду вуглецю. Пил містить сполуки Mn, Fe, Cu, Zn, Cd, Pb та ін. В процесі виплавки високолегованих сталей у докілья надходять сполуки V, Cr, Ni, Mo та ін.

З усіх пилогазових викидів із сталеплавильних агрегатів найбільша кількість припадає на мартенівські печі: 90% оксидів сірки, 85% оксидів азоту та 75% пилу. На одну тонну садки у мартенівських печах у випадку опалення їх природним газом утворюється від 1000 до 4000 м³/год газу, який має на виході з печі температуру 700 – 800°C. Хімічний склад газу залежить від виду використаного палива, складу шихти та технології плавки. В ньому містяться оксид та діоксид

вуглецю, оксиди азоту та сірки, кисень, водень, азот, водяна пара та деякі інші речовини. Кількість оксидів сірки залежить від виду використаного палива і у випадку опалення коксодоменним газом може досягати 800 мг/м³. Окрім газоподібних домішок газ, що виділяється, містить значні кількості пилу – до 15 г/м³. Мартенівський пил складається в основному з оксидів заліза (близько 88%). Крім цього, в ньому містяться оксиди алюмінію, марганцю та інших речовин, що входять до складу шихти.

У мартенівських цехах існують також неорганізовані джерела викиду пилу у довкілля. Наприклад, у повітрі міксерного відділення вміст пилу доходить до 13 г/м³; у місці розвантаження сипучих матеріалів на шихтовому подвір'ї 250 – 450 мг/м³; в люнкеритному пристрої у розливальному прольоті 100 – 160 мг/м³. Пил мартенівських газів містить також оксиди феруму, кальцію, магнію, мангану, алюмінію, силіцію, фосфору, він переважно дрібнодисперсним (тільки 11 – 12 % пилу припадає на частинки розміром понад 1 мкм).

З газами, що відходять з мартенівських печей у навколишнє середовище, виноситься 41% тепла, конвективні втрати тепла складають 34%, тобто сумарні втрати енергії складають 75%.

Конверторне виробництво сталі пов'язано з виносом пилу у процесі продування киснем з відхідними газами у кількості 1,5 – 2,0% ваги залитого чавуну. Концентрація пилу у відхідних газах знаходиться в межах 20 – 250 г/м³ і залежить від системи відводу та охолодження газів. Хімічний склад конверторних газів за умови повного спалювання оксиду карбону та інтенсивного продування киснем (10 м³/с) за об'ємом у % : CO₂ – 31, N₂ – 60, O₂ – 9. Крім того, у газі міститься до 100 мг/м³ флюору та 10 мг/м³ хлору,

Хімічний склад конверторних газів без доспалювання оксиду карбону у % становить: CO₂ – 17, N₂ – 16, CO – 67. Газ містить також: SO₂, (до 70 мг/м³), H₂S (до 30 мг/м³), флюору (до 200 мг/м³), хлору (до 20 мг/м³) та до 200 г/м³ аерозольних твердих включень. Забруднення навколишнього середовища навколо підприємств чорної металургії відчувається в радіусі 20 – 50км. На 1 км² території випадає за добу до 15 кг пилу.

В процесі роботи електродугових печей в атмосферу потрапляють тверді та газоподібні забруднювачі. На одну тонну переробленої сталі виділяється 10 – 35 м³/год газів в процесі плавки, 100 – 250 м³/год в процесі окиснення та 25 – 50 м³/год в процесі відновлення. Склад газів такий: 8 – 20% діоксиду вуглецю, 8 – 70% оксиду вуглецю, 0 – 2% кисню, 18 – 75% діоксиду азоту. В процесі плавлення сталі в індукційних печах виділяється незначна кількість газів та крупнодисперсний пил в кількості в 5 - 6 разів менше, ніж в процесі роботи електродугових печей.

У таблиці 3.4 наведені питомі викиди забруднювальних речовин у металургійному виробництві.

Таблиця 3.4

Питомі викиди (т/добу), що супроводять виробництво 1млн.т сталі:

Виробництво	Тверді частки	SO ₂	CO
-------------	---------------	-----------------	----

Агломераційне	91	14,5	250
Коксохімічне	1	1,3	14,2
Доменне	11	3,3	10,6
Мартенівське	14	1,2	0,7
Конверторне	7	1,2	1,5
Електросталеплавильне	1,1	0,3	-

У середньому на 1 млн.т річної продуктивності підприємства чорної металургії виділяють:

- пил – 350 т/добу,
- SO₂ - 200 т/добу,
- NO_x -42 т/добу,
- CO - 400 т/добу.

Забруднення гідросфери. Чорна металургія країни споживає 13 – 15% кількості води від загальних витрат усіх галузей промисловості. Питома витрата води на виготовлення однієї тонни сталі, включаючи всі технологічні операції добування та підготовки руди, коксу та подальшої переробки чавуну на сталь, а потім – на прокат, труби, метизи, перевищує 260 м³. Причому у цей показник входить значна частина води із природних джерел. Незважаючи на існуючі заходи з ефективного використання оборотної води, понад 40% усього використання води із природних джерел припадає на чорну металургію. Щорічно у поверхневі водні об'єкти потрапляє до 1,0 млн. м³ стічних вод, з яких понад 85% є токсичними. Разом із стічними водами відходить значна кількість забруднюючих речовин, у тому числі завислі речовини, сульфати, хлориди, сполуки феруму, сполуки важких металів тощо. В результаті скидів забруднених стічних вод металургійних підприємств у водоймищі збільшується кількість завислих часток, значна кількість яких випадає поблизу місця скиду, підвищується температура води, погіршується кисневий баланс (від виносу з водою мастильних продуктів з прокатних цехів утворюється масляна плівка на поверхні водоймища). Потрапляння шкідливих речовин у водойми може призвести до загибелі водних організмів та порушення природних процесів самоочищення водоймищ. Шкідливий вплив на людей, тварин, макро- та мікроорганізми, рослинний світ мають багато металів, їх сполуки та інші неорганічні речовини, які містяться у стічних водах металургійних підприємств.

Стічні води у процесі виробництва агломерату містять залізо, оксид кальцію та вуглець.

На коксохімічних заводах утворюються фенольні стічні води. На виробництво однієї тонни коксу витрачається 1,2 – 1,6 м³ води для гасіння коксу. У процесі очищення коксового газу від сірководню миш'якосодовим методом утворюється за годину приблизно до 6 м³ стічних вод. На сучасному коксохімічному заводі в процесі виробництва 1 т коксу утворюється 4 - 7 м³ стічних вод. Витрата свіжої води дорівнює 1,15 - 1,55 м³ (у випадку використання конденсованої та пірогенної води для гасіння коксу). Стічні води містять феноли, Cl⁻, CNS⁻, SO₄²⁻, CO₃²⁻, H₂S, піридин, бенз(а)пірен, які можуть накопичуватися в донних відкладеннях очисних споруд чи усереднювачів.

Доменне виробництво скидає 17,5% від загальної кількості стічних вод металургійного виробництва. Джерелами утворення стічних вод у виробництві чавуну є операції очищення доменного газу, гідравлічне осадження пилу у виробничих приміщеннях, охолодження домен та іншого устаткування в процесі розливу чавуну. Забруднені стічні води утворюються на розливних машинах чавуну у кількості 350 м³/т, в газопроводах коксового та змішаного газу – конденсат 20 – 40 л на 1000м³ газу, грануляції доменного шлаку – 2 м³/т рідкого чавуну, гідроприбиранні пилу у підбункерному приміщенні – 300 - 360 м³/т чавуну. Для охолодження корпусу домни використовується вода (до 4000 м³/год), в результаті утворюються стічні води, основний вид забруднення яких – тепловий. В системі гідравлічного збору пилу утворюється потік стічних вод, забруднений зваженими речовинами (частки руди, флюсу, коксу).

В процесі очищення 1000 м³ газу утворюється 4 – 6 м³ стічних вод, які містять пил (часточки руди, коксу, вапняку, агломерату), хімічні сполуки (сульфати, хлориди), розчинені гази.

Стічні води в процесі виробництва сталі утворюються в процесі очищення газів мартенівських печей, конверторів тощо. В стічних водах, що потрапляють з системи газоочищення мартенівських печей, міститься до 80% частинок пилу розміром від 0,1 до 0,07 мм та до 20% частинок пилу розміром від 0,07 до 0,01 мм. Витрати води на газоочищення складають 0,3 – 0,8 л/м³ газу, що відповідає витратам води 1,6 – 4,2 м³/т виплавленої сталі. Середня концентрація завислих твердих часток в стічних водах складає 3 г/л, максимальна - до 17 г/л, на 93% вони складаються з оксидів заліза. Склад та забруднення стічних вод конверторного виробництва сталі залежить від схеми відводу газів та технологічного процесу. У стічній воді міститься завислих часток до 7000 мг/л. Розміри частинок пилу у стічних водах: 0,1 – 0,04 мм – 30% (від загальної кількості завислих часток) та 0,05 – 0,01 мм – до 70%.

В загальному чорна металургія – один з великих водопоспоживачів, але 60 - 70% стічних вод забруднені тільки термічно (%):

- охолодження устаткування - 49,
- очищення газів і повітря – 26,
- гідротранспорт – 11,
- обробка металу – 12,
- інші процеси – 2.
- незворотні втрати 6-8

У таблицях 3.5 – 3.8 наведені дані щодо водоспоживання та характеристик стічних вод металургійних виробництв.

Таблиця 3.5

Витрати води за видами металургійного виробництва

Виробництво	Продукція	Питомі витрати, м ³ /т продукції	Частка в
-------------	-----------	---	----------

		усього	в т.ч.свіжої	загальних витратах, %
Гірськорудне	руда	12	4,5	5,0
Агломераційне	агломерат	7,5	0,6	3,1
Коксохімічне	кокс	12,5	1,0	5,2
Доменне	чавун	60	4,5	25,0
Сталеплавильне	сталь	52	3,5	21,7
Прокатне	прокат	96	5,5	40,0
УСЬОГО	сталь	240	20	100

Таблиця 3.6

Джерела утворення стічних вод металургійного виробництва

Виробництва	Операції
Агломераційне та окатишів	Очищення газів, зборка просипу від опалювальних машин та пилових мішків, вологе прибирання приміщень
Коксохімічне	Пиловловлювання, хімічні процеси (фенольні СВ), гасіння коксу
Доменне	Очищення доменного газу, гідравлічна зборка пилу, грануляція доменного шлаку та розлив чавуну
Сталеплавильне	Очищення газів, охолодження та очистка ізложниць
Прокатне	Охолодження валків, змив та транспортування окалини

Таблиця 3.7

Загальних стік металургійного комбінату

Характеристика	Загальних стік	Вода, що подається з джерела
Колір	жовто-бурий	без кольору
Запах	шламу та нафти	без запаху
Зважені речовини, мг/дм ³	220-850	20-30
pH	7,6-8,5	7,5
Хімічний склад, мг/дм ³		
	Cl ⁻	13-28
	SO ₄ ²⁻	73-78
	NO ₂ ⁻	0,07-0,1
	NH ₄ ⁺	-
	Fe загалом	0,1-0,2
	нафтопродукти	-
Окиснюваність, мг O ₂ /дм ³	13-90	6,6-7,1

Таблиця 3.8

Склад дощового стоку з території виробництв металургійного заводу, мг/л

Показники	Виробництва
-----------	-------------

	Агломераційне	Доменне	Прокатне	Конверторне
Зважені речовини	1250	455	250	3230
ХСК	6,2	5,4	7,6	8,6
БСК	4,3	3,4	4,5	4,8
Хлориди	6,5	3	4,5	3
Сульфати	87,5	86,6	56	47,9
Мастила	11	10,5	28,2	17,7

Забруднення літосфери. У технологічних процесах в чорній металургії утворюється велика кількість твердих відходів, які складуються на великих площах та в більшості випадків шкідливо впливають на ґрунт, рослинність, водні джерела та повітряний басейн. Звалища твердих відходів займають у теперішній час тисячі гектарів корисного ґрунту. В них накопичено близько 500 млн. тонн шлаків. Шламопилові відходи утворюються практично на всіх стадіях металургійного виробництва. В нашій країні щорічно утворюється близько 80 млн. тонн доменних, сталеплавильних та феросплавних шлаків, а також 1 млн. тонн шлаків, 110 тис. тонн пилу. Шлам містить велику кількість заліза (майже 50%).

Забруднення літосфери відбувається бруктом (залишки у ковшах) та браком, який становить у виробництві чавуну 7 – 10 кг/т. Тверді відходи на вітчизняних заводах з виробництва чавуну становлять:

- брукт, брак – 87500 т/рік;
- шлак окалина, зола – 40000 т/рік;
- шлами, флюси – 600 т/рік.

У виробництві сталі шлаків утворюється у два рази менше, ніж в доменному виробництві. Їх вихід на рік складає 25 млн. т, з них 66,5% мартенівські шлаки, 30% – конверторні та 3,1% – електросталеплавильні. До 1975 р. основна маса шлаків (близько 87,6%) направлялася на звалища. Доменні, феросплавні, мартенівські шлаки містять значні кількості сполук фосфору та оксиду кальцію, а також інші елементи, що використовуються як добрива в сільському господарстві.

Утворення неутилізованих відходів у металургійному виробництві в середньому становить 0,5 тонн на 1 тонну сталі. Якщо додати до цих відходів величину відправлених у відвал відходів у процесі видобутку й збагачення руди і вугілля, то питомий обсяг відходів у металургійному виробництві становитиме 2 т на 1 т сталі, а сумарний обсяг їх накопичень за рік становитиме 63,6 млн. тонн, що створює 51% усіх накопичених у країні відходів.

Металургійні підприємства з великою кількістю цехів та допоміжних служб у середньому займають до 1000 га площі.

Утворення твердих відходів за видами продукції (кг/т):

- виробництво чавуну – 7 - 10,
- виробництво сталі – 35 - 40,
- виробництво прокату – 280,
- виробництво сталевих литва – 530,

- виробництво чавунного литва – 350,
- виробництво сталевих труб – 110 - 120,
- виробництво виливків чавунних труб – 170 - 200,
- виробництво поковок і штампувань – 175 - 180.

У таблиці 3.9 наведені хараткристики джерел утворення брухту та відходів у чорній металургії

Таблиця 3.9

Джерела утворення брухту та відходів у чорній металургії

Виробництва	% від загальної кількості відходів	Операції
Доменне	1	Випуск та розлив чавуну (залишки, брак)
Сталеплавильне	5	Випуск та розлив сталі (литники, недоливи, браковані злитки, залишки металу у ковшах), зачистка злитків (стружка)
Прокатне	30	Різка (обрізки, стружка), прокат (недокат), зачищення заготовок (стружка)
Ливарне	9	Розлив (залишки у ковшах, литники), литво (брак)

3.3.2. Вплив об'єктів кольорової металургії. До чинників, що становлять значний вплив на стан довкілля відносяться газоподібні, рідкі та тверді відходи виробництва.

Забруднення атмосфери. Щорічно підприємствами кольорової металургії викидається в атмосферу до 3000 тис. тонн шкідливих речовин. Забруднення атмосфери підприємствами кольорової металургії характеризується переважно викидами SO₂ (75% від сумарного викиду в атмосферу), оксидів карбону (10,5%) та пилу (10,4%).

Джерелами утворення шкідливих викидів у виробництві глинозему, алюмінію, купрум, плумбум, станум, цинку, ніколу та дорогоцінних металів є різні види печей. Слід зазначити, що в процесі пірометалургійної переробки руд та концентратів утворюється значна кількість відхідних сульфуровмісних газів, для утилізації яких відсутні економічно виправдані технології. Внаслідок цього ступінь вловлювання діоксиду сірки на підприємствах кольорової металургії не перевищує 22,6%.

У виробництві алюмінію в атмосферне повітря викидається велика кількість сірчаних сполук і значна кількість пилу. Піч спікання викидає за годину 45 тонн пилу. Причому цей пил містить у собі токсичні пиловидні речовини такі як миш'як і свинець, а тому є особливо небезпечним. Оскільки алюміній отримують електролізним способом, струм, що протікає через електроліт, спричиняє у ванні високі температури. Розвиваються чисельні хімічні реакції, відбувається бурхливе виділення анодних газів, збагачених

пилем та шкідливими складниками. В процесі виробництва однієї тонни алюмінію в атмосферу потрапляє приблизно 27 кг фтору.

Окис вуглецю утворюється у результат згоряння анодів, які виготовляють із нафтового коксу та інших матеріалів, що містять вуглець та смолисті речовини. Аноди взаємодіють з киснем, що виділяється, з утворенням CO_2 та CO . Крім цього на аноді виділяється F_2 , що утворює CF_4 і HF . В атмосферу виділяється (мг/м^3):

- пил – 300 - 700,
- HF – 200 - 350,
- смолисті речовини – 30 - 40.

У смолах присутній канцерогенний 3,4 - бензапірен, що також виділяється із газами. Температура анодних газів від 50 до 150°C, тому має місце також теплове забруднення атмосфери.

В аналогічному ступені відбувається забруднення атмосферного повітря на підприємствах кольорової металургії (табл.3.10), що займається виготовленням міді, цинку, свинцю, нікелю та інших металів.

Таблиця 3.10

Викиди в атмосферу у кольоровій металургії (%)

Виробництво	Тв.частки	SO_2
Кольорова металургія в цілому	100	100
Ni і Co	33,6	42,8
Al	29,1	0,6
Cu	28,6	50,8
Pb і Zn	3,1	5,5
	} 94,4	} 99,6

Забруднення гідросфери. Щорічно у кольоровій металургії використовується до 1200 млн. м^3 води. Стічні води підприємств кольорової металургії забруднені мінеральними речовинами, більшість з яких є токсичними (ціаніди, ксантогенати, нафтопродукти тощо), солями важких металів (купрум, цинк, плумбум, нікол), сполуками арсену, фторидами, меркурієм, стибієм, сульфатами, хлоридами тощо. У виробництві алюмінію використовується замкнена система споживання води, свіжа вода необхідна для підживлення системи. Значне забруднення води відбувається через поверхневий сток з території підприємства. Алюмінієве виробництво належать до тих виробництв, на яких за умовами технології неможливо у певній мір виключити надходження у сток специфічних домішок з токсичними властивостями.

Виробництво кольорових металів споживає великі кількості води, відповідно утворюється велика кількість відходів. Вода виконує роль охолоджувального середовища, розчинника реагентів, транспортує домішки. Стічні води пірометалургійного виробництва нагріті і забруднені механічними домішками. Стічні води гідрометалургійного виробництва містять реагенти вилуговування, іони кольорових металів, дрібнодисперсні домішки.

На виробництво 1 т металу затрачається води (м^3):

Al – 146

Pb и Zn – 360

Cu – 775
Ni - 2420

Ti – 960
Mo - 2480

Забруднення літосфери. Важливою проблемою для підприємств кольорової металургії є забруднення ландшафтів. На територіях заводів накопичується дуже велика кількість твердих відходів та шламів. Шламосховища часом досягають за площею 200 га. Поверхня шламонакопичувачів з часом висихає і вітер розносить пилюку прилеглими до заводів територіями. Відходи також інфільтрують у ґрунт і потрапляють у підземні горизонти, забруднюючи їх.

На території алюмінієвих заводів накопичується особливо багато промислових відходів. Це червоні шлами. Вони зберігаються просто неба у спеціальних шламонакопичувачах, які займають сотні гектарів. Наприклад, площа шламонакопичувача Миколаївського глиноземного заводу займає 188 га із загальної площі заводу 480 га. У даний час у шламонакопичувачі знаходиться 15 - 17 млн. тонн червоного шламу, причому щорічно додається близько 1 млн. тонн. Дуже важливою проблемою є транспортування глинозему та бокситів. Боксити доставляють водою і в процесі вивантаження вони сильно пилять і забруднюють береги та води водойм. Глинозем везуть вагонами, і оскільки він борошноподібний, то дуже велика кількість його висипається і розпилюється у атмосферу.

Шлаки є другим продуктом металургійних процесів, які утворюються в технологіях виробництва кольорових металів – в процесах ошлакування (виведення у шлак) оксидів порожньої породи та флюсів. Хоча шлаки можуть бути і досить цінною сировиною, проте у більшості випадків вони є відвальним продуктом, тобто відходами металургійного виробництва. Вихід шлаків в процесах плавки руд кольорових металів зазвичай великий і становить 60 – 120% від маси рудної частини шихти. Основними компонентами шлаків є SiO_2 , FeO , CaO , а також Al_2O_3 , MgO , ZnO .

У табл. 3.11 наведені дані щодо забруднення ґрунтів біля підприємств виробництва кольорових металів.

Таблиця 3.11

Вміст забруднювачів у ґрунті біля підприємств виробництва кольорових металів (мг/кг):

Глибина шару ґрунту, см	Відстань від підприємства, км			
	0,8	1,5	0,8	1,5
	Pb (ГДКг = 20мг/кг)		As (ГДКг = 2мг/кг)	
1-20	1010	410	11	5
35-40	32	63	3	1
95-100	32	32	2	1

3.3.3. Вплив металургійного виробництва на зміни клімату. Значну частку шкідливих викидів підприємств металургійного комплексу становлять парникові гази, до яких відносять: оксид вуглецю (IV) – CO_2 , метан (CH), оксид азоту (IV) – NO_2 , гідрофторвуглецеві, перфторвуглецеві, гексафторид сірки SF_6 .

Оксид вуглецю (IV) як і інші парникові гази має здатність утримувати теплове випромінювання біля поверхні Землі і цим викликати підвищення температури. З 1950 до 1990 р. обсяги викидів оксиду вуглецю (IV) зросли на 30%. У 2012 році в атмосферу планети надійшло 35,6 мільярдів тонн вуглекислого газу.

Відповідно до «Кіотського протоколу» (Японія, 1997 р.), антропогенні викиди парникових газів не повинні перевищувати рівень 1990 р. Слід зазначити, що в 1992 р. (у рік прийняття конвенції в Ріо-де Жанейро) викиди в країнах, що розвиваються, становили 25%, то нині вони вже становлять 50% загальної маси викидів.

«Лідерами» за багатьма специфічними шкідливими викидами (CO, SO₂, NO₂) у чорній металургії є коксохімічне та агломераційне виробництва, однак не слід забувати і про проблеми, що виникають у сталеплавильних цехах та цехах виробництва кольорових металів. Тому все це обов'язково потрібно враховувати під час розроблення ресурсозберігаючих технологій та відповідного обладнання.

3.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу металургії на навколишнє середовище та його попередження

3.4.1. Чорна металургія. Для розв'язання проблем, пов'язаних з чорною металургією, слід впроваджувати нові технології плавлення металу, зводити очисні споруди, використовувати відходи металургії в інших виробництвах, коксовий газ – для синтезу азотних добрив, шлаки доменного виробництва - у цементній промисловості тощо.

Шкідливий вплив підприємств чорної металургії на довкілля можна суттєво зменшити використанням різних технологічних заходів та спеціального для цих цілей обладнання.

Для зменшення шкідливих викидів передбачається:

- механізоване завантаження шихти;
- підвісні бункери для сипких матеріалів та феросплавів;
- автоматизовані системи завантаження цих матеріалів;
- обладнання для механізації робіт з обслуговування конверторів та міксерних пристроїв;
- механізація прибирання шлаків під конверторами та сміття на робочих майданчиках;
- механізація ломки зношеної футеровки основних агрегатів та прибирання відходів;
- механізація підготовки та ремонту набивної футеровки сталерозливних ковшів: обладнання ковшів шибєрними затворами.

Виділений з мартенівської печі газ перед викидом в атмосферу підлягає обов'язковому очищенню. Перед очищенням газ охолоджують в котлах-утилізаторах до 220 – 250°C. У нашій країні найбільше розповсюдження отримали два способи очищення мартенівського газу – сухий та мокрий. Запиленість очищених за цими схемами газів не перевищує 100 мг/м³. Пил, який виноситься із мартенівської печі, складається з маленьких часточок залізної руди, вапняку, шлаку, а також продуктів конденсації парів металу. Винос цих часточок

припиняється повністю після покриття шихти шаром шлаку. Запиленість продуктів згоряння залежить від періоду плавки і найбільший винос пилу характерний для періоду продувки киснем. Щоб зменшити винос пилу, не слід завантажувати в піч сипучі матеріали та додавати руду у ванну на стадії кипіння.

Щоб зменшити шкідливі викиди в процесі розливання сталі під шлаком, необхідно забезпечити: зниження інтенсивності фтористих виділень, що досягається зменшенням вмісту фтористих компонентів; підвищення основності шлаку; використання силікокальцію та порошоків алюмомагнію замість алюмінію; марганцевої руди замість натрієвої селітри; зниження вологості домішок; використання малофтористих шлакоутворювальних брикетів.

Одна з головних умов, що уможлиблює знизити викиди шкідливих речовин, – правильне, кваліфіковане ведення технологічних процесів. Це є запорукою запобігання аваріям та непередбаченим викидам шкідливих речовин.

У наш час загальне водоспоживання в чорній металургії складає 1689,6 млн. м³/рік. Зменшення шкідливих скидів здійснюється використанням різних технологічних прийомів та пристроїв. Наприклад, як основний засіб попередження теплового забруднення водою велике значення має перехід на випарувальне охолодження сталеплавильних агрегатів. Для очищення стічних вод конверторного виробництва використовуються (в основному) радіальні відстійники. Для інтенсифікації їх роботи використовується реагентний метод обробки стічних вод. Використання як коагулянта поліакриламід дозволяє підвищити гідравлічне навантаження на 1 м² відстійника до 1,4 м³/год. Після відстоювання вода повертається в систему оборотного водопостачання. У наш час загальне водоспоживання в чорній металургії складає 1689,6 млн. м³/рік.

Зменшення шкідливих скидів здійснюється використанням різних технологічних прийомів та пристроїв. Наприклад, як основний засіб попередження теплового забруднення водою велике значення має перехід на випарувальне охолодження сталеплавильних агрегатів.

3.4.2. Кольорова металургія. Актуальним завданням для підприємств кольорової металургії є розробка та реалізація заходів боротьби з шкідливим впливом на довкілля та використання відходів.

Охорона атмосферного повітря на підприємствах виробництва кольорових металів полягає в очищенні газів від пилу. Для цього застосовують батарейні циклони, чотиріпільні сухі електрофільтри, димососи, що встановлюють в кінці системи або перед електрофільтрами.

Аспіраційні гази вузлів пересипання та дроблення очищають за один ступінь в горизонтальних електрофільтрах. Гази електролізерів на алюмінієвих заводах очищають від газоподібного фтористого водню, пилу та смолистих речовин промиванням слабким содовим розчином (4 – 6%). Електролізери оснащені також пальниковими пристроями для допалювання окису вуглецю

Уловлені гази очищають спочатку від пилу та смол у двопільних електрофільтрах, а потім в порожнистих скруберах зрошують розчином соди. Для очищення повітря застосовуються здебільшого мокрі апарати, які мають

крім переваг суттєві недоліки, а тому в останні роки почали застосовувати сухе сорбційне очищення.

Виробництво кольорових металів потребує багато води, водні ресурси витрачаються із використанням технології зворотного водопостачання, за допомогою якої стабілізація складу води, запобігання накипоутворенню та посиленню корозії досягається без скиду зі зворотної системи. Тобто технологічна вода проходить кілька стадій виробничого процесу, а потім залежно від вимог тієї чи іншої стадії подається на ту чи іншу переробку без попереднього очищення. Підживлення такої системи свіжою водою необхідне лише для компенсації втрат води від випаровування та виносу бризок. Для поповнення замкнених зворотних систем біологічно очищеними стічними водами ці води, як і води з природних джерел, повинні бути пом'якшені та знесолені наскільки, щоб в системі встановилася рівновага на заданому рівні.

Для уникнення шкідливого впливу поверхневого стоку з території підприємства необхідно створювати локальні дощові каналізації. Такі каналізаційні системи збирають поверхневі стічні води і направляють на локальні очисні споруди, де води очищаються від основних забруднювачів, чим запобігається потрапляння цих забрудників у водойми.

У виробництві багатьох кольорових металів утворюється шлам, який накопичується у шламівідстійниках, і який може використовуватись у промисловості будівельних матеріалів. Наприклад, у технології виготовлення алюмінію із нефілінів з відходів виготовляють нефіліновий цемент, з якого отримують конструкційний ізоляційний газобетон високих марок, зі шламу отримують вогнетривкі бетон та цеглу, а також випалені плити, блоки, легковагий, ізоляційний матеріал. У дорожньому будівництві його використовують як підстиляючий шар, а також як в'язуче асфальтобетону.

Шлами можуть слугувати перспективною сировиною для багатьох інших будівельних матеріалів. Червоний шлам алюмінієвого виробництва знайшов своє застосування як реагент в металургійній промисловості у виробництві агломерату та залізорудних окатишів, а також як пігмент для фарбування ламінованих шарів деревостружкових плит. Дослідження виявили, що червоний шлам алюмінієвої промисловості є добрим сорбентом для очищення промислових газів від сполук сірки, фтору, азоту та інших забруднювачів, для уловлення пестицидів із забруднених вод. Вміст у ньому великого набору макро- та мікроелементів (фосфору, заліза, магнію, марганцю, міді, кобальту, титану, нікелю, сірки, хлору і бору), що знаходяться в рухливому стані і легко засвоюються рослинами, відсутність небезпечних токсичних речовин дають можливість застосовувати червоний шлам як мінеральні добрива для підживлення сільськогосподарських культур. Мікроелементи, що входять у червоний шлам, значно поліпшують якість та харчову цінність врожаю. Враховуючи лужні якості червоного шламу, його застосування особливо перспективне на засолених ґрунтах.

3.5. Нові екологічно безпечні технології

3.5.1. Пряме одержання заліза з руд. На Оскольському металургійному комбінаті замість традиційних методів, залізо одержують прямим шляхом з руд, що пройшли підготовку в цеху окатишів та металізації. У цьому випадку із технології виключені найбільш могутні джерела забруднення (виробництво коксу, аглофабрика, доменний цех).

Фізико-хімічна відмінність безкоксової металургійної схеми в тому, що вміст кисню в залізорудному матеріалі знижується поступово. У традиційній схемі одержання металу вміст кисню знижується від ~ 20% у руді до 0,001% у чавуні, а потім підвищувався до 0,1% у сталі. У безкоксовій схемі кількість кисню знижується від 20% до 1% у металізованій сировині, а потім, після плавки в електропечі, знижується до 0,1% у готовій сталі.

Схема виробничого процесу: залізорудний концентрат після збагачення у виді пульпи надходить на ошматування для виробництва окатишів, а потім у шахтну піч для відновного випалу. Одержують металізовані окатиші, з вмістом заліза до 95%, які направляють на переділ в електродугові печі.

Загальна кількість викидів пилу, SO_2 , NO_x , CO у технології прямого одержання заліза в 6 разів менше, ніж у традиційній технології. Якщо враховувати, що немає виробництва коксу з виділеннями канцерогенних поліциклічних ароматичної вуглеводнів, то сумарна токсичність викидів за новою технологією в 300 разів менше, ніж за традиційною.

3.5.2. Пряме одержання чорнової міді. Для прямого отримання чорнової міді доцільно застосовувати процес «Міцубісі» (Японія). Він відбувається у трьох різних агрегатах (рис. 3.11).

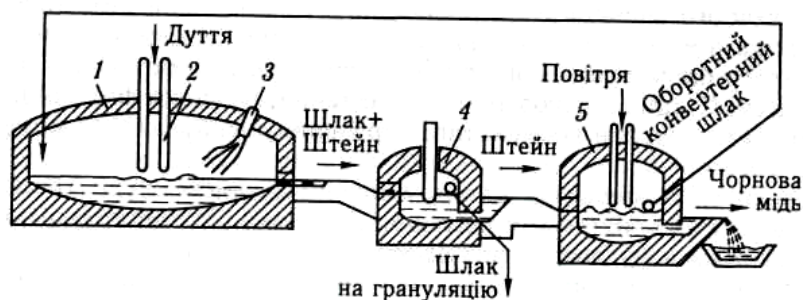


Рис 3.11. Піч фірми «Міцубісі»: 1 – плавильна піч; 2 – фурми; 3 – пальник; 4 – електропіч 5 – піч для конвертування.

Сульфідний концентрат разом із флюсами та повітря, збагачене киснем, подають у піч крізь вертикальні фурми. Тут відбувається плавлення і продування розплаву. Штейн і шлак з плавильної печі перетікають в електропіч, де відбувається їх розшарування та збіднення шлаку до 0,4 - 0,5% Cu . Через сифон штейн безперервно перетікає у піч для конвертування. Після продування штейну повітрям отримують чорнову мідь, яку надалі подають у міксер і на вогняне рафінування. Конвертерний шлак, що містить 13 - 18% Cu , повертають у плавильну піч.

3.5.3. Заходи ресурсозбереження в металургії. Однією з галузей, до діяльності якої щодо ресурсозбереження та екології людство ставить серйозні претензії, є металургія. Наприклад, металургійний комбінат повного циклу, що випускає 10 млн. тонн сталі за рік, до запровадження суворих заходів контролю щороку викидав в атмосферу понад 200 тис. тонн пилу, 50 тис. тонн сірки, 250 тис. тонн оксиду карбону (II), оксидів нітрогену та інших речовин. Крім того, робота заводських агрегатів супроводжується шумом та вібрацією.

Сучасна металургія ґрунтується на використанні паливних ресурсів (вугілля, природний газ, нафта), електроенергії (джерела – нафта, природний газ, вугілля), повітря (виробництво, пов'язане зі значними витратами електроенергії).

Енергоресурси металургійних підприємств зазвичай поділяють на первинні та вторинні. До первинних належать споживані у процесі виробництва, що надходять на завод, вугілля, газ, мазут, електроенергія. Вторинні енергетичні ресурси (ВЕР) умовно поділяють на дві групи: високо та низькопотенційні. У нашій країні, як і в багатьох промислово розвинених країнах, основну увагу приділяють утилізації високопотенційних вторинних енергоресурсів (ВЕР).

До високопотенційних вторинних енергоресурсів належать нагріті до високих температур (1000 - 1700°C) відхідні гази металургійних агрегатів та відходи, що містять горючі компоненти. На практиці використовують досить ефективні способи утилізації фізичної та хімічної теплоти цих газів.

Виходячи із робочого простору металургійних агрегатів, гарячі димові гази забирають із собою значну кількість теплоти (що більше газів, то вища їх температура та нижчий ступінь використання теплоти в агрегаті). Для максимального проведення утилізації теплоти найчастіше виконують такі операції:

- пропускають відхідні гарячі гази через котел-утилізатор з метою отримання пари;
- використовують гарячі гази для попереднього (перед завантаженням у сталеплавильний агрегат) підігрівання металобрухту;
- створюють умови для передавання теплоти гарячих газів повітрю або газу, що подається у металургійний агрегат для горіння (застосування теплообмінників регенеративного та рекуперативного типів).

Слід зазначити, що кількість теплоти, відібраної із гарячих димових газів і внесеної у піч з підігрітим повітрям або газом, є значно ціннішою за кількість теплоти, отриманої в печі внаслідок згоряння палива. Використання з цією метою регенеративних та рекуперативних теплообмінників дає змогу значно знизити витрати палива.

Конверторні гази – цінне джерело високопотенційних ВЕР (можливість утилізувати фізичну теплоту нагрітих газів та хімічну теплоту після спалювання CO і H_2), але потрібно враховувати наступне: інтенсивність виділення газів із конвертера періодично змінюється від нуля в міжплавильний період до максимуму приблизно всередині продувки. Якщо врахувати, що проміжок часу від впускання до випускання становить 35 хв а тривалість інтенсивного окиснення вуглецю 10 хв, то із 1440 хв добового часу лише $10 \cdot 40 = 400$ хв на добу конвертер залишають гази, що є ВЕР.

Гарячі конверторні гази можна використовувати як відновник залізнорудної сировини та для попереднього підігрівання металобрухту, який завантажують у конвертер. Можливі й інші варіанти вирішення проблеми ефективного використання хімічної та фізичної теплоти конвертерних газів.

Низькопотенційні вторинні енергетичні ресурси, наприклад відхідні гази з температурою 200 °С і менше, часто не лише залишаються невикористаними, а й розсіюються у навколишньому середовищі. У міру вдосконалення високопотенційних ВЕР, частка енергії, що втрачається з низькопотенційними ВЕР, зростає. Проблема використання цих ВЕР має кілька аспектів:

1. Вироблення енергії на базі спеціальних турбін (випробувано в Японії, Південній Кореї, Італії).
2. Використання низькопотенційних ВЕР для обігрівання ґрунту в теплицях. За попередніми розрахунками таке підприємство, як великий металургійний комбінат, може опалювати низькотемпературними (80 - 90°С) ВЕР приблизно 150 га теплиць і забезпечувати вирощування близько 60 тис. тонн овочів та зелені.
3. Використання перепаду тиску під час дроселювання газу на газорозподільних пунктах та газорозподільних станціях металургійних заводів. У багатьох випадках тиск зменшується в 3-6 разів без будь-якого використання, тоді як енергію стиснених газів можна застосовувати для виробництва холоду, потрібного для зберігання плодоовочевої продукції.
4. Використання оксиду вуглецю (II), що виділяється з відхідних газів для отримання сухого льоду, який можна використовувати для швидкого заморожування, зберігання та сушіння продуктів харчування, зокрема у зв'язку із заборонаю використання фреонів (для збереження озонового шару).

Контрольні питання

1. Які галузі відносяться до металургійного комплексу, їх характеристика.
2. Типи металургійних підприємств та їх дислокація в Україні.
3. Охарактеризуйте виробництво окатишів.
4. Особливості та технологічні рішення виробництва коксу.
5. Виробництво чавуну, основні стадії технології.
6. Опишіть особливості та послідовність технологічних процесів, які проходять у доменній печі.
7. Мартенівський спосіб виробництва сталі.
8. Суть конвертерного способу виробництва сталі.
9. Дайте характеристику металургійного процесу виробництва міді.
10. Металургійний процес виробництва алюмінію.
11. Вплив на довкілля чорної металургії.
12. Вплив на довкілля кольорової металургії.
13. Заходи охорони та попередження негативного впливу чорної металургії на навколишнє середовище.

14. Заходи охорони та попередження негативного впливу кольорової металургії на навколишнє середовище.
15. Нові екологічно безпечні металургійні технології.

Розділ 4. ГІРНИЧОВИДОБУВНИЙ КОМПЛЕКС



- 4.1. Загальна характеристика
- 4.2. Використовувані ресурси
- 4.3. Вплив гірничовидобувного комплексу на довкілля
- 4.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу гірничовидобувного комплексу на навколишнє середовище та його попередження

4.1. Загальна характеристика

Гірничовидобувний комплекс – це комплекс галузей видобутку та первинної переробки корисних копалин. Технології гірничовидобувного комплексу пов'язані із вилученням корисних копалин із надр, тому без доступу до інших джерел необхідних людству ресурсів (інші планети, міжпланетний простір), не існує альтернативних технологій забезпечення техносфери необхідною сировиною. Мова може йти тільки про мінімізацію впливу гірничовидобувного комплексу на довкілля.

Основні групи галузей гірничовидобувного комплексу: паливна, рудовидобувна, промисловість нерудних корисних копалин, гірничохімічна. Паливна - сукупність галузей промисловості, зайнятих видобутком та переробкою різних видів палива (вугільна, нафтова, газова, сланцева та торф'яна). Рудовидобувна видобуває руди чорних, кольорових металів, рідких і розсіяних елементів. Промисловість нерудних корисних копалин видобуває будівельні матеріали, а також вогнетриви, абразиви, технічні та дорогоцінні камені. Гірничохімічна промисловість видобуває, збагачує і здійснює первинну обробку фосфоритних руд, природних кам'яних солей, руд, що містять сірку, бор, миш'як, барій, барит, а також одержує йод і бром.

У гірничовидобувному комплексі об'єктами основного виробництва вважаються підприємства видобутку (шахти, розрізи, кар'єри), фабрики збагачення, а також відвали та хвостосховища, де складуються і консервуються некондиційні руди та відходи всього промислового комплексу.

Технологічні процеси видобувної промисловості можна розділити на 3 групи:

- переміщення речовини в межах літосфери,
- зменшення концентрації елемента в літосфері,
- зміна складу в процесі збагачення.

Роботи, що проводять в процесі виїмки корисної копалини чи породи, називаються гірничими. У результаті проведення їх в товщі землі утворюються порожнечі – гірничі виробки. Вони різні за формою, розмірам, призначенням, положенням в просторі. Розрізняють виробки відкриті, що розташовані на земній поверхні і мають незамкнутий контур поперечного перетину та підземні

– із замкнутим контуром поперечного перетину, розташовані на деякій глибині від поверхні.

На території України розвідано 7,5 тис. родовищ корисних копалин, з яких 4,5 тис. експлуатуються. Обсяг видобутку гірничої маси складає 2,7 млрд.т/рік, з яких 1,9 млрд.т є розкритими породами і відходами переробки.

У розвитку мінерально-сировинного комплексу визначилися такі закономірності:

- погіршуються гірничо-геологічні та гірничотехнічні умови розробки родовищ через зниження змісту корисних компонентів,
- розширюються масштаби освоєння нових родовищ у важкодоступних районах, що мають складні умови розробки,
- гірничі розробки поглибилися до 1500 – 2000 м для підземної і 1000 м для відкритого видобутку,
- збільшуються прояви гірничого тиску (результат дії гравітаційних, тектонічних сил і зміни температури верхніх шарів земної кори), раптових викидів гірничої маси і газів не тільки на вугільних, але і на рудних родовищах,
- поглиблюється недостатня повнота вилучення, низька комплексність освоєння та використання мінерально-сировинних ресурсів, інтенсивне збільшення відходів гірничого виробництва. У гірничовидобувних районах країни фактично сформувався новий тип мінеральних утворень з відходів гірничого виробництва – техногенні родовища, масштаби яких постійно зростають.

До основних технологічних процесів гірничо-видобувного комплексу відносяться: геологорозвідувальні роботи, процеси видобування корисних копалин відкритим способом, процеси видобування корисних копалин шахтним способом, процеси видобування нафти і газу із надр свердловинними методами, процеси переробки і збагачення корисних копалин, процеси морської гірничої технології та геотехнологічні способи добування корисних копалин.

Геологорозвідувальні роботи – це комплекс спеціальних геологічних та інших робіт, які виконуються з метою виявлення та підготовки для промислового освоєння родовищ корисних копалин, а також дослідження будови надр Землі. Загальна мета геологорозвідувальних робіт полягає в науковому обґрунтуванні, планомірному і економічно ефективному забезпеченні країни розвіданими запасами корисних копалин, вивченні способів їх повного, комплексного та економічно раціонального видобування в процесі експлуатації родовищ з урахуванням охорони навколишнього середовища. Загальний принцип геологорозвідувальних робіт – це комплексне ведення робіт, тобто поряд з пошуками та розвідкою основних видів корисних копалин вивчаються також всі супутні мінеральні компоненти, з'ясовуються можливості їх утилізації, виконуються гідрогеологічні, гірничотехнічні, інженерно-геологічні та інші дослідження, вивчаються природничо-кліматичні, географо-економічні, соціально-економічні, геолого-економічні умови освоєння родовищ.

Виділяють шість стадій геологорозвідувальних робіт:

1. Регіональні геолого-зйомочні та геофізичні роботи.

2. Пошуки родовищ корисних копалин, які виконуються у три стадії – загальні пошуки, детальні пошуки, пошуково-оціночні роботи.
3. Попередня розвідка – встановлюється промислове значення родовища.
4. Детальна розвідка – здійснюється тільки на родовищах або окремих їх ділянках, промислова цінність яких доказана попередньою розвідкою.
5. Дорозвідка родовищ – виконується в межах гірничого відводу на недостатньо вивчених частинах родовища.
6. Експлуатаційна розвідка – з проведенням гірничо-підготовчих виробок.

Родовища корисних копалин можуть бути вивчені шляхом буріння свердловин, будівництва геологорозвідувальних шахт, проходки штолень та шурфів, відбору проб гірських порід, та їх лабораторних досліджень, виконання геофізичних досліджень. Найбільш досконалим і розповсюдженим є вивчення родовищ корисних копалин шляхом буріння свердловин.

Буріння – це процес утворення гірничих виробок переважно круглого перерізу шляхом руйнування гірських порід буровим інструментом (головним чином), рідше термічним, гідроерозійним, вибуховим та іншими способами. З технологічних позицій буріння поділяють на безкернове (за якого руйнування породи відбувається на всій площині вибою) і колонкове буріння (з утворенням кільцевого простору для виймання керну).

Керн – це циліндричний моноліт гірської породи, який отримують в процесі колонкового буріння, і виймають керноприймачем або за допомогою промивної рідини з обов'язковою фіксацією глибини відбору. Витягнутий із надр керн є основним матеріалом для вивчення геологічної будови розрізу свердловини.

Якщо розвідка корисних копалин здійснюється шахтним способом, то із пробуреного шахтного ствола проводять підземні гірничі виробки до покладів і безпосередньо покладами корисних копалин.

Шурф – це вертикальна (іноді похила) гірнична виробка (частіше прямокутного перерізу), яка пройдена з поверхні Землі для пошуків і розвідки корисних копалин, а також для інженерно-геологічних та гідрогеологічних досліджень. Шурфи в сучасній геологорозвідці використовуються все рідше і рідше.

Експлуатаційні шурфи потрібні для здійснення вентиляції шахт, водовідливу, транспортування матеріалів, спускання і підймання людей та інше. Неглибокі шурфи круглого перерізу називаються *дудками*.

Інколи для вивчення родовищ корисних копалин проводять штольні. *Штольня* – це підземна гірнична виробка, що пройдена на місцевості з складним рельєфом горизонтально або з незначним нахилом і має вихід на поверхню. Форму і величину поперечного перерізу, тип кріплення штольні вибирають в залежності від гірничо-геологічних та гірничо-технічних умов.

Значні відмінності має технологія розвідки родовищ нафти і газу. Вона передбачає буріння розвідувальних свердловин, які розміщують за обраною системою. Свої технологічні особливості має розвідка підземних вод. Тут виділяють три етапи розвідки: попередня, детальна і експлуатаційна.

Морська розвідка – це комплекс геологічних робіт щодо вивчення, геолого-економічної оцінки і підготовки до промислового освоєння мінеральної

сировини в акваторіях морів та океанів. За розташуванням морські родовища діляться на: родовища прибережних зон; родовища близького і далекого шельфу; родовища глибоководних морських і океанічних впадин.

В *прибережних зонах* розвідують родовища, перспективні поклади яких виходять з суші під морське дно. Розвідка здійснюється шляхом проходки куштів похилих свердловин, орієнтованих в сторону моря.

Процеси видобування корисних копалин відкритим способом – це сукупність робіт, які проводяться з земної поверхні з метою видобування гірських порід і створення різних виїмок та котлованів. Всі основні процеси щодо вилучення корисної копалини здійснюються у відкритих гірничих виробках.

Відкритий спосіб видобутку – генеральний напрямок гірничовидобувної промисловості. Відкритим способом видобувається 3/4 всього обсягу корисних копалин (у тому числі залізної руди – 86%, фосфоритів – 75%, руд кольорових металів – 66%, вугілля – 42%, будівельних гірських порід – 100%). Продуктивність праці видобутку відкритим способом значно (для видобутку вугілля ~ в 9 разів) вище, ніж для видобутку шахтним способом через застосування більш потужної техніки, менших термінів будівництва, менших капітальних витрат та меншої собівартості продукту.

Гірниче підприємство, на якому здійснюється розробка корисних копалин відкритим способом і яке є сукупністю гірничих виробок називається кар'єром (вугільне – розріз).

Види відкритих гірничих розробок класифікуються щодо положення покладу відносно поверхні таким чином:

1. *Розробки поверхневого типу.* До них відносять більшість розробок торфу, розсипищ, природних будівельних гірських порід, значна частина вугільних та незначна частина рудних розробок у випадку горизонтальних та пологих покладів. Кар'єри переважно неглибокі (до 40 – 60 м) і мають відносно постійну глибину. Розкривні породи та корисні копалини різноманітні, частіше м'які та напівскельні.
2. *Розробки глибинного типу.* До них належить більша частина рудних та частково вугільних розробок у випадку похилого та крутого падіння покладів. В цьому випадку кар'єри поступово заглиблюються: кінцева глибина їх може сягати 800 м. В таких кар'єрах розроблюються всі типи порід.
2. *Розробки нагірного типу.* До них відносять в основному відкриті розробки різних руд, гірничо-хімічної сировини, будівельних гірничих порід і рідше вугілля. Поклади розміщені значно вище переважаючого рівня поверхні. Число робочих уступів і розміри кар'єрів в плані різні. Корисні копалини та розкривні породи в основному скельні.
4. *Розробки нагірно-глибинного виду.* До них відносять відкриті розробки різних руд, гірничо-хімічної сировини, будівельних гірських порід і вугільні розробки у випадку складного рельєфу та поверхні кар'єрного поля.

Для відкритої розробки родовище поділяють на горизонтальні шари, що виймають зверху вниз з випередженням верхнього шару стосовно нижнього,

тому кар'єр на здобуває уступну форму. Похила поверхня, що обмежує уступ з боку вироблюваного простору – укіс. Кут нахилу укосу до горизонтальної поверхні – кут укосу. Для глин, пісків кут укосу дорівнює 25 - 50°, для сланців, вапняку, залізних руд – 55 - 75°, гранітів, базальтів – 75 - 90°.

Існує два варіанти розробки корисних копалин: екскаваторний та гідравлічний. Екскаваторний – універсальний, у цьому випадку використовуються виємні та транспортні машини, а також різні прийоми розпушування порід і копалини. Гідравлічний заснований на використанні енергії струменя води з гідромонітора. Застосовується обмежено на розкривних роботах на породах, що легко розмиваються і транспортуються водою.

Розкривні роботи – видалення порожніх порід, що покривають корисну копалину. Обсяг робіт залежить від глибини залягання шару. Трудомісткість розробки визначається коефіцієнтом розкриву: співвідношенням між обсягом розкривних порід, що видаляються з кар'єрного поля, до промислових запасів копалини у межах того ж кар'єрного поля. Глибина, для якої собівартість видобутку 1т копалини відкритим та підземним способами однакова, є границею відкритої розробки чи граничною глибиною кар'єру. Розкривні роботи виконуються з розрахунковим випередженням стосовно робіт щодо видобутку корисної копалини. Обсяг переміщуваних мас розкривних робіт вимагає значних витрат. Вартість видобутої корисної копалини значною мірою обумовлюється витратами на розкривні роботи. Процес виробництва розкривних робіт складається з таких операцій: зняття розкривних порід, транспортування їх до відвалів і розміщення у відвалах.

Підготовка порід до виїмки ведеться буровибуховими роботами чи безпосередньо екскаваторами. Буровибухові роботи застосовують на породах середньої міцності і міцних. За допомогою верстатів пробурюють 1-2 ряди свердловин діаметром 150 - 200 мм (для розкривних робіт), 100 - 200мм (у вугільних вибоях). У результаті вибуху порода (вугілля) повинні роздрібнитися на шматки, розмір яких визначається ємністю ковша екскаватора. Закладаються заряди до 720 кг у кожній свердловині. Питома витрата вибухових речовин 0,7 - 1,0 кг/м³ гірської маси. Після вибуху частина шматків висадженої гірської породи може перевершувати розміри кондиційних фракцій. Ці шматки дроблять вибуховим чи механічним способом.

Для того, щоб зменшити витрати на переміщення порід, які покривають і вміщують корисний компонент, в процесі розробки горизонтальних та пологих покладів намагаються переміщувати розкривні породи найкоротшою відстанню в раніше створений відпрацьований простір. Насипи пустих порід та некондиційних корисних копалин, які вилучаються і видаляються в процесі відкритої розробки родовищ, називаються *відвалами*.

Відвали, які розміщені у відпрацьованому просторі кар'єру, називають внутрішніми, а поза контурами кар'єру – зовнішніми. За великої потужності нестійких покривних порід відкрита розробка родовищ може виявитися складнішою та дорожчою за підземну. Родовище або частину його, яка розроблюється одним кар'єром, називають *кар'єрним полем*.

Підготовка кар'єрного поля до розробки. Для нормального ведення гірничих робіт, забезпечення можливості розміщення технічних та господарських споруд, відвалів і транспортних комунікацій всі природні перепони та штучні споруди в межах кар'єрного поля та в зоні транспортного доступу до нього видаляють або переносять.

До *природних перепон* належать ліс, чагарник, річки, озера, болота, струмки (на рівнинних родовищах), нависи та заколи (в горах).

До *штучних споруд* відносять автомобільні та залізничні дороги, які проходять в межах технічних границь кар'єру, а також різні промислові і побутові споруди.

Експлуатаційні гірничі роботи ділять на:

- *розкривні роботи* – виймання і переміщення у відвали пустих порід та неконденційних корисних копалин із створенням підготовлених до розробки і розкритих запасів корисної копалини;
- *видобувні роботи* – виймання та доставка видобутої корисної копалини на склади або до споживача.

Весь комплекс гірничих робіт можна розділити на зв'язані між собою *основні* виробничі технологічні процеси:

- підготовку порід до виймання, виймально-навантажувальні роботи;
- переміщення (транспортування) гірничої маси;
- складування (відвалоутворення) супутніх та пустих порід;
- розвантаження або складування корисних копалин.

Кожному основному виробничому процесу відповідають допоміжні роботи, які дають змогу планомірно здійснювати основний процес або полегшують його. Загальний вигляд ландшафту під час виконання розкривних робіт зображено на рис. 4.1.

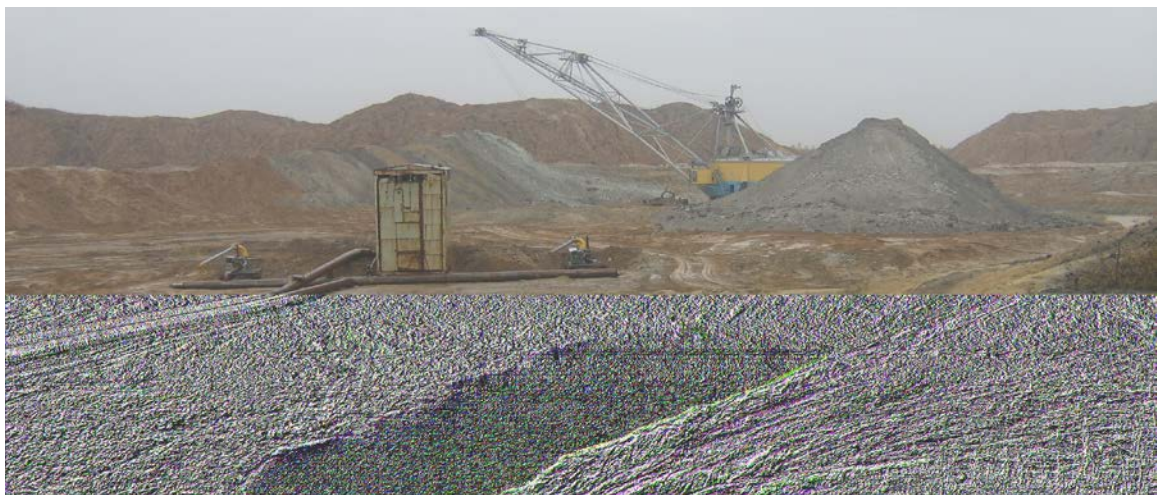


Рис. 4.1. Розкривні роботи на кар'єрі.

Всі основні виробничі процеси на кар'єрах практично повністю механізовані. Переважаючими способами механізації виробничих процесів в сучасних кар'єрах є екскаваторний, гідравлічний та комбінований. На виконання відкритих гірничих робіт суттєво впливають кліматичні умови.

Для видобування корисних копалин досить поширеним є гідромеханізовані комплекси гірничих робіт. Гідромоніторна розробка передбачає ведення гірничих робіт шляхом руйнування породного масиву струменем води за допомогою гідромонітора. За гідромоніторної розробки *попутним забоем* напрямом польоту струменя води гідромонітора і потоку гідросуміші співпадають. За розмиву уступу *зустрічним забоем* (найбільш поширений спосіб) напрямом руху струменя гідромонітора і потоку гідросуміші – протилежні. Розмив *попутньо-зустрічним* або *боковим забоем* ведеться для щільних, важко розмивних порід і високих уступів. У випадку використання цього способу собівартість робіт в 2 – 2,5 рази менша, ніж для екскаваторної розробки. Недоліком способу слід вважати: залежність ефективності гідромоніторної розробки від характеру розроблюваних гірських порід, значну енергоємність, сезонність робіт.

Процеси видобування корисних копалин шахтним способом. Видобування корисних копалин підземним способом ведуть гірничі підприємства на відведених для них родовищах або ділянках (гірничих відводах). *Шахта* – самостійна виробничо-господарська одиниця гірничого підприємства, що веде розробку родовища чи його ділянки підземним способом. Рудник – сукупність шахт поверхневих цехів, об'єднаних одним адміністративним, технічним і господарським керівництвом. Схема вугільної шахти представлена на рис. 4.2.

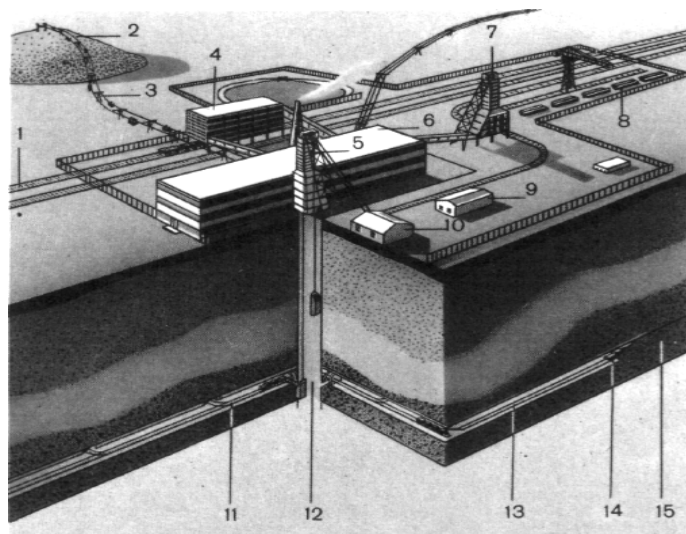


Рис. 4.2. Схема вугільної шахти: 1 – залізничні колії; 2 – відвали породи; 3 – підвісна дорога; 4 – бункер для завантаження вугілля; 5 – підйомна споруда (копер) головного стволу; 6 – надшахтна будівля; 7 – копер вентиляційного стволу; 8 – склад матеріалів для кріплення; 9 – будівля вентилятора; 10 – будівля підйомної машини; 11 – відкаточні гірничі виробки; 12 – головний ствол; 13 – конвеєрний штрек; 14 – вибій; 15 – пласт вугілля.

В технології розробки родовищ корисних копалин підземним способом розрізняють три основні стадії: *розкриття, підготовку і очисне виймання*.

Шахтний ствол – вертикальна або похила гірнича виробка, яка має безпосередній вихід на земну поверхню і служить для піднімання корисної

копалини та пустої породи, транспортування різних вантажів, опускання та піднімання людей, вентиляції та водовідливу. За значної виробничої потужності шахти або за наявності в одному шахтному полі декількох покладів проходять декілька допоміжних стволів, з яких одні служать для опускання і піднімання пустої породи з підготовчих виробок і т.д., інші – для провітрювання.

Застосовувані системи підземних розробок: камерно-стовпова, розробка довгими стовпами і система розробки з магазинуванням.

Камерно-стовпову систему застосовують у випадку розробки горизонтальних чи слабкопохилих родовищ зі стійкими рудами і вміщувачими породами. Для неї характерне чергування рівнобіжних виємних камер та постійно підтримуючих ціликів, у яких залишається більш 15 - 20% запасів від їхньої загальної величини. Відбиту вибухами руду вантажать екскаватором у самоскиди, що доставляють її до рудоспусків. Висота виробки залежить від потужності шару і може досягати 12 м.

Система розробки довгими стовпами відноситься до систем з обваленням порід. За виїмкою руди вироблений простір заповнюється заваленими породами. Незаваленою залишається тільки частина виробленого простору біля вибою, яка підтримується кріпленням. Так розробляються положисті шароподібні горизонтальні поклади потужністю 2 - 3,5 м.

Система розробки з магазинуванням характеризується заповненням виробленого простору відбитою рудою. Обсяг руди збільшується на 30-40%, у міру відбою її приходиться частково випускати. Замагазинована руда – матеріал робочої площадки. Таку систему застосовують у випадку розробки крутих родовищ потужністю 0,5 - 5,0 м зі стійкою рудою. Мінімальний кут падіння рудного тіла для такої системи – 55°.

Проходка гірничих виробок приводить до необхідності складувати порожні породи у відвали. Проходка вертикальних стовбурів припускає зведення їх у формі териконів, а у випадку проходки штолень та похилих стовбурів породи найчастіше складують у плоскі відвали.

Розробка родовищ штольною в гірській місцевості. Штольною розміщують так, щоб її рівень знаходився нижче родовища або його частини. Важлива роль для розробки родовищ корисних копалин підземним способом належить підготовчим роботам.

Підготовка – це проведення горизонтальних та вертикальних виробок, за допомогою яких розкрита частина родовища розкладається на окремі виймальні дільниці – поверхи, блоки, панелі, стовпи. Такі виробки називаються підготовчими.

Очисним вийманням називається комплекс виробничих процесів, які проводяться в підготовлених блоках з метою виймання та доставки корисної копалини. Очисне виймання складається з таких процесів: відокремлення корисної копалини від масиву, доставка його до відкаточного горизонту, провітрювання, підтримування відпрацьованого простору, його кріплення або закладка. За будь-якої системи розробки очисне виймання поділяються на відокремлення корисної копалини від масиву, переміщення від вибою до відкаточних виробок і підтримання відпрацьованого простору. Витрати на

очисне виймання становлять 30 – 60% від загальних витрат. Підземна розробка пов'язана з великими притоками підземних вод, які збираються у водозбірнику. Для здійснення водовідливу в насосній камері встановлюють не менше трьох насосів.

Процеси видобування нафти і газу із надр свердловинними методами. Нафтовий промисел – це комплекс виробничих споруд, роз'єднаних територіально, але взаємозв'язаних системами трубопроводів, енергопередач і організацією роботи. До основних споруд нафтопромислу відносяться свердловини (на стадії облаштування, експлуатовані, нагнітальні та спостережливі), компресорні станції, збірні пункти, нафтосховища, пункти первинної переробки нафти, трубопроводи, різні комори, відстійники, площадки спалювання надлишків газу та конденсату, електропідстанції і деякі допоміжні споруди. Кожна із перерахованих споруд – одиничне потенційне джерело техногенного впливу на навколишнє середовище. Ці впливи можуть бути ізольовані чи перетинатися в часі і просторі, виходячи чи не виходячи за межі промислу.

Нафта і газ у покладах насичують порожнечі між зернами породи, тріщини і каверни порід, що складають шари. Звичайно нафтогазові родовища приурочені до осадових порід (піски, піщаники, вапняки, доломіти). Іноді нафту виявляють у тріщинах та порах вивержених порід, але ці скупчення звичайно не мають промислового значення.

Залежно від умов залягання та кількісного співвідношення нафта : газ поклади поділяють на:

- чисто газові (скупчення природних газів не зв'язані з іншими корисними копалинами),
- газоконденсатні (газ збагачений рідкими вуглеводнями),
- газонафтові (газ розчинений у нафті чи знаходиться над нафтовим покладом у виді газової шапки),
- нафтові без газової шапки з розчиненим у нафті газом.

Як правило, у продуктивній зоні шару крім нафти та газу присутня вода. Породини, що складають шари, в основному гідрофільні, тому органічна фаза не може витискати воду. Вона залишається в порах шару у виді найтонших плівок, крапель. Співвідношення вода : нафта може змінюватися від 1:100 до 100:1.

Рідини і гази в шарі знаходяться під тиском, що залежить від глибини. Зі збільшенням глибини залягання шарів підвищується температура. Відстань по вертикалі, на якому температура гірських порід підвищується на 1 градус, називається геотермальною ступінню, її середнє значення – 33 м, для різних родовищ вона різна. Властивості нафти, газу та води на поверхні відрізняються від їхніх властивостей у пластових умовах, де вони знаходяться за підвищених тиску та температури.

Видобуток нафти і газу здійснюється із свердловин, розрізняють:

- неглибоке буріння (до 1500 м),
- буріння на середні глибини (до 4500 м),
- глибоке буріння (до 6000 м),
- надглибоке буріння (глибше 6000 м).

За глибокого буріння вибій свердловин звичайно очищається від вибуреної породи потоком безупинно циркулюючої промивної рідини (бурового розчину), рідше робиться продувка вибою газоподібним робочим агентом. Після розкриття нафтового родовища нафта може підніматися свердловиною за рахунок:

- пластового тиску,
- тиску газової шапки, причому після початкового зниження її тиску з нафти починає виділятися розчинений газ і підтримувати тиск,
- якщо перших двох факторів не вистачає для підняття нафти на поверхню, використовують системи розробки зі штучним заводненням (перша свердловина – нагнітальна) шарів чи з нагнітанням у шар газу (повітря чи газ).

Продуктивність газової (газоконденсатної) свердловини підвищують нагнітанням у шар сухого газу (після відділення конденсату).

Для сучасних методів розробки нафтових родовищ навіть за порівняно сприятливих умов (однорідні шари, невисока в'язкість нафти) нафтовіддача шарів складає 50 - 60%. Якщо шари містять важку високов'язку нафту, то нафтовіддача не перевищує 15 - 20%.

Зараз застосовуються такі методи підвищення нафтовіддачі шарів:

1 - методи удосконалення процесу заводнення. Застосовують для покладів нафти з підвищеною в'язкістю. У воду, що закачується, додають різні хімічні реагенти (ПАРи, наприклад, ОП-10, чи луги), що збільшують змочуваність породи водою. Це приводить до збільшення витиснення нафти водою на 6 - 8%. Застосування високов'язких водорозчинних полімерів (типу поліакриламід) приводить до збільшення в'язкості води в шарі і до зміни співвідношення рухомості нафти і води в шарі. Нафтовіддача збільшується на 10%. Застосування вуглекислого газу для заводнених покладів в'язких нафт зв'язано з високою розчинністю його в нафті і воді. В'язкість нафти, насиченої вуглекислим газом, може знизитися на кілька сотень відсотків, а в'язкість води, насиченої вуглекислим газом, збільшується до 20%. Нафтовіддача зростає на 15%.

2 – теплові методи впливу на поклади в цілому. Застосування внутрішньопластового горіння знижує в'язкість нафти, приводить до випару легких фракцій нафти. Нафтовіддача зростає до 50 - 60%.

3 – накачування в шари розчинників приводить до зникнення границі розмежування фаз і виникнення зони змішування. Метод може застосовуватися тільки для легких нафт (із густиною менше $0,8 \text{ кг/м}^3$). Нафтовіддача зростає до 90%.

Для газових родовищ газовіддача складає 60 - 80%. Розробку родовищ припиняють у той момент, коли витрати на видобуток та транспортування газу стають рівними витратам на видобуток та транспортування кам'яного вугілля.

За вмісту в нафті більше ніж 2 - 3% парафіну спостерігається його інтенсивне відкладення в трубах (через зниження температури та переходу легких фракцій нафти в газову фазу). Основний компонент інших відкладень – гіпс. Солевідкладення видаляються хімічними реагентами: 10 - 15% розчинами $\text{K}(\text{Na})_2\text{CO}_3$ і $\text{K}(\text{Na})\text{HCO}_3$. SO_4^{2-} замінюється на CO_3^{2-} і нові осади вимиваються

соляною кислотою. Для запобігання солевідкладенню використовують комплексонати (трилон Б та інші).

З метою збільшення продуктивності свердловин застосовують штучний вплив на породи призабійної зони для збільшення їхньої проникності:

1 – обробка свердловин соляною кислотою. Така обробка основана на здатності кислоти розчиняти карбонатні породи з утворенням каналів, що сприяє збільшенню проникності порід і з'єднує вибій свердловини з ділянками шару з низькою віддачею газу чи нафти. Продукти реакції добре розчинні у воді, тому легко видаляються із шару. Залежно від пластових умов концентрацію соляної кислоти змінюють від 12 до 25%. Для зменшення впливу кислоти на метал устаткування в неї додають інгібітори корозії. Оцтову кислоту в робочий розчин додають для уповільнення реакції і для попередження випадання $\text{Fe}(\text{OH})_3$. На 1 м потужності оброблюваної частини шару накачують від 0,4 до 1,5 м³ соляної кислоти. Для свердловин, пробурених у некарбонатних породах, використовують суміш соляної та плавикової (фторводневої) кислот. Ця суміш розчиняє глинисті фракції і частково зерна кварцового піску.

2 – термокислотна обробка свердловин. Доломіти та інші малопроникні породи погано розчиняються в холодній кислоті. Крім цього проходженню реакції можуть заважати відкладення у вибої свердловини парафіну, смол, асфальтенів. Для підвищення ефективності обробки варто застосовувати нагріту кислоту. Підігрів здійснюють хімічним шляхом, за рахунок екзотермічної реакції соляної кислоти з реагентами, що завантажуються в спеціальний резервуар, який опускають у свердловину. Найбільш часто застосовують магній, в процесі його розчинення виділяється 19,1 МДж/(кг магнію), а продукти реакції розчинні у воді. Соляну кислоту використовують з розрахунку 100 дм³ на 1 кг магнію. На одну обробку витрачається кілька десятків кілограмів магнію.

3 – термоакустична і електротеплова обробка призабійних зон застосовуються для очищення від парафіну і смол. В процесі термоакустичної дії шари одночасно опромінюються могутніми тепловими та акустичними полями. Акустичні коливання сприяють значному збільшенню теплопровідності порід. Термоакустичний вплив розкладає гідрати природних газів у призабійній зоні та у свердловині. Метод використовують якщо зона засмічення шару складає 1 - 8 метрів. Якщо зона засмічення менше, застосовують електротеплову обробку. Оскільки породи мають невелику теплопровідність, прогрів ведуть 3 - 7 діб (використовують три U-подібних елементи-електронагрівники потужністю 2 кВт, напругою 380В. Процес прискорюється із застосуванням електроакустичної обробки.

Нафта, газ і вода від оголовків свердловин, розосереджених площею родовища, направляються в систему збору та транспортування. Система збору і транспортування – це розгалужена мережа трубопроводів, прокладених на площі родовища на (під) землею чи над (під) водою (для морських родовищ). Загальна довжина транспортної мережі досягає декількох тисяч кілометрів.

На старих родовищах застосовували негерметизовані самопливні системи збору і транспортування (за рахунок різниці геодезичних рівнів). У таких системах низька швидкість руху, тому відбувається відкладення механічних

домішок, солей, парафіну. Така система металоємна, важко автоматизується, оскільки вимагає великого числа обслуговуючого персоналу – операторів, лаборантів. Втрати нафти від випару легких фракцій і газу досягають 3%. Зараз такі системи вже не будують, але ще експлуатують. Сучасні нафтопромисли оснащені високонапірними герметизованими та автоматизованими системами збору. Втрати від випару зведені до мінімуму і не перевищують 0,2%.

У призабійній зоні в процесі руху нафти і води трубопроводами можливе утворення емульсій. Емульсії бувають двох типів:

- нафта у воді (неполярна речовина в полярному – емульсія першого роду чи пряма емульсія),
- вода в нафті (полярна речовина в неполярному – емульсія другого роду чи зворотна емульсія).

На нафтопромислах емульсії руйнують для:

- відділення води від нафти і виведення її із системи транспортування,
- знесолення нафти, що збільшує термін служби устаткування через зменшення корозії.

Для руйнування емульсій застосовують деемульгатори – численні ПАРи, а також електродегідратори.

До газозбірних пунктів підключають 10 - 30 свердловин. На одному родовищі функціонують 5 - 10 газозбірних пунктів, але їхня кількість може досягати 20 - 25 залежно від розмірів покладу. Добутий газ звільняється від механічних домішок, охолоджується до 5 - 10°C. Для запобігання утворення твердих гідратів газ осушується розчином етиленгліколю. Температура, вище якої утворення гідратів не відбувається, називається критичною. Для етану вона дорівнює 14,5, пропану 5,6, ізобутану 1,7°C. Найбільшу критичну температуру має сірководень (29,5°C). У боротьбі з утворенням гідратів використовуються інгібітори гідратуутворювачі:

- метанол (найефективніший), витрата його складає 0,3 - 1 кг/1000м³ газу, але він дорогий, отруйний, важко регенерується,
- діетиленгліколь, менш ефективний, дорожче метанолу, але легко регенерується,
- CaCl₂ (30 - 35% розчин), дешевий, нетоксичний, піддається регенерації, але в місцях витоків газу спричиняє активну корозію, тому мало застосовується.

Поширеним є добування нафти та газу із родовищ, які знаходяться під дном морів та океанів. У такому випадку технологічні установки для збору газу розміщуються на плавучих платформах.

Технологія добування сланцевого газу потребує окремого розгляду оскільки доцільність застосування її останнім часом широко обговорюється в Україні та в світі. Для досягнення сланцевої породи, в якій знаходиться природний газ, вертикально пробурюють свердловину глибиною 3 - 4 кілометри від поверхні землі. Свердловину обладнують трубою з багат шаровою стінкою із міцної сталі (обсадна колона) і цементу, що проходить крізь водоносні пласти і геологічні формації. Бар'єр захищає ґрунтові води, утримуючи рідини, що їх закачують у свердловину, і накопичений природний газ в межах стовбура свердловини. Після буріння свердловини заданої глибини застосовують

горизонтальне буріння для досягнення більшого об'єму сланцевої породи. Цей спосіб вимагає меншої кількості свердловин для розробки родовища, тобто для бурових робіт потрібна менша площа землі. Довжина горизонтальних свердловин може сягати 1500 метрів. Після завершення буріння сталеву обсадну колону вставляють у горизонтальну ділянку свердловини, потім закачують цемент всією довжиною обсадної колони для створення навколо неї оболонки, яка зміцнює свердловину і запобігає проникненню в ґрунт газу і рідини під час їх транспортування на поверхню. Для збору газу, який надходить із породи в свердловину, використовують свердловинний перфоратор для створення невеликих отворів у сталевій обсадній колоні і цементі для з'єднання зі сланцевою формацією. Сланцевий газ із породи вивільняє гідророзрив. Технологія гідророзриву, яка широко застосовується на протязі 70 років у видобуванні нафти та газу, передбачає закачування рідини під тиском у свердловину і в породу через перфорацію. Це призводить до розриву, що розповсюджується в породі на відстань від 50 до 300 метрів навколо стовбура свердловини. Ці розриви дозволяють газу надходити у свердловинну трубу і на поверхню.



Рис.4.3. Схема створення гідророзриву у сланцевих пластах.

Зазвичай використовують суміш води і піску (99,5%) і присадок (0,5%). Пісок (розклинюючий наповнювач) допомагає забезпечувати відкритий стан розривів і потік газу. Невеликі кількості хімічних присадок, здебільшого ПАРів, допомагають піску проникати в розриви, запобігають розповсюдженню бактерій і очищають систему. Гідравлічні розриви виконують на ділянках уздовж довжини горизонтальної труби - зазвичай від 6 до 20 розривів, розташованих на відстані.

Після виконання гідророзривів у свердловини встановлюються сталеві колони. Оголовок колони обладнується необхідною запірною арматурою, система свердловин обладнується необхідними трубопроводами та обладнанням для збору, транспортування та зберігання газу.

Морська гірнича технологія – це сукупність способів видобування твердих корисних копалин під водами Світового океану. Більше 70 підприємств в різних країнах світу переробляють понад 130 млн. м³ гірничої маси на шельфі. На цього працюють приблизно 2,7 тисячі плавучих установок, які в основному видобувають пісок і гравій та виконують днозаглиблювальні роботи. Технологія видобування на морських шахтах в цілому не відрізняється від технології

підземної розробки на суші. Особливість полягає у необхідності попередження прориву морської води в гірничі виробки.

Буровими свердловинами розробляються на шельфі родовища нафти та газу. Видобування інших видів корисних копалин в надрах здійснюється з використанням гідророзпушування, виплавлення тощо. Значну частину корисних копалин з родовищ під водоймами видобувається драгами. *Драга* – це плавучий гірничо-збагачувальний комплекс для розробки обводнених родовищ корисних копалин. Драга обладнана робочим органом для видобування продуктивних порід, промивально-збагачувальними агрегатами для вилучення цінних мінералів і транспортно-відвальним обладнанням для укладання пустих порід (хвостів промивки) у відвали. *Плавучі земснаряди* призначені для підводного виймання порід та корисних копалин у водоймах і транспортування їх у відвали, інколи на збагачувальні установки та в проміжні ємкості.

Технології переробки та збагачення корисних копалин. *Збагачення* корисних копалин – дуже важлива проміжна ланка між їх видобуванням та використанням – це сукупність процесів та методів для збільшення концентрації мінералів в ході первинної переробки твердих корисних копалин. В процесі збагачення корисних копалин отримують товарні продукти (вапняк, азбест, графіт та ін.) та концентрати, придатні для подальшої технічно можливої і економічно доцільної хімічної або металургійної переробки. Збагачення корисних копалин дозволяє використовувати комплексні і бідні руди, здешевити їх видобування використанням високопродуктивних способів суцільного виймання із масиву, знизити транспортні витрати, оскільки перевозяться тільки концентрати, а не вся маса видобутої сировини.

Спочатку виконується *рудопідготовка*, яка складається із подрібнення, грохотіння, а також усереднення матеріалу. Подрібнення здійснюється на дробарно-сортувальних установках, які призначені для первинної переробки і підготовки видобутої гірничої маси до промислового використання. *Методи подрібнення* ділять на механічні (найбільш поширені), пневматичні або вибухові, електрогідравлічні, електроімпульсні, електротермічні та аеродинамічні.

Процес *подрібнення* часто поєднують з попереднім грохотінням, коли увесь вихідний матеріал спочатку надходить на грохот, а в дробарку направляються великі шматки – підрешітковий продукт минає дробарку. *Грохотіння* – це дуже важливий процес збагачення і переробки корисних копалин, а *грохот* – це машина або пристрій для розділення (сортування) сипких матеріалів за розмірами шматків на просіюючих поверхнях з каліброваними отворами з метою отримання продуктів різного гранулометричного стану.

Важливим процесом збагачення корисних копалин є *класифікація* – процес сепарації подрібненого матеріалу в рідинному або повітряному середовищі, що базується на основі відмінностей в швидкостях осідання частинок різного розміру, їх форми та щільності. *Метою класифікації* є отримання продуктів різного гранулометричного складу та густини. Класифікацію використовують здебільшого в процесі збагачення чорних і кольорових руд, металів, вугілля і їм подібних корисних копалин – для забезпечення оптимальних розмірів продуктів

для наступної обробки, наприклад перед гравітаційним збагаченням і флотацією. Розміри розділюваних частинок від 1 мм до 40 мкм.

В системах з рідинним дисперсійним середовищем швидку коагуляцію обумовлює введення *коагулянтів*. *Коагулянти* – це речовини, які знижують захисну здатність адсорбційно-сольватних шарів на поверхні частинок дисперсної фази. Для гідрозолей ефективними коагулянтами служать електроліти. Утворення агрегатів однорідних частинок називається *гомокоагуляцією*, різнорідних – *гетерокоагуляцією*. Вид коагуляції, за якої частинки дисперсної фази об'єднуються в рихлі агрегати після введення в систему спеціальних полімерних добавок, називається *флокуляцією*. Найбільш ймовірний механізм дії таких добавок (флокулянтів) – адсорбція макромолекул одночасно на різних частинках. У водних середовищах активними флокулянтами вважаються органічні високомолекулярні сполуки (крохмаль, виробничі целюлози), синтетичні полімери акрилового ряду (поліакриламід, поліакрилати), полівініловий спирт, поліелектроліти, а також неорганічні сполуки типу полікремнієвої кислоти. Для збагачення корисних копалин необхідним технологічним процесом є обезводнювання.

Обезводнювання – процес видалення рідкої фази (переважно води) від корисної копалини або отриманих із неї продуктів переробки. Досить часто обезводнюють також відходи збагачувальних фабрик з метою видалення з них води для сухого складування відходів. *Обезводнююча установка* – це споруда з відповідними пристроями для відокремлення води від корисної копалини. Вибір обезводнюючої установки залежить від розмірів частинок продукту, який обезводнюється. Для матеріалу, частинки якого більші 3 – 5 мм, використовують установки для дренажування в штабелях, грохоти, елеватори і класифікатори. Для обезводнювання використовують вібраційні, резонансні та самобалансні грохоти, а також дугові грохоти, в яких 75% води видаляється за рахунок відцентрових сил. Термічне сушіння продуктів збагачення здійснюється в основному в барабанних сушарках, в печах киплячого шару, інколи в конвеєрних сушарках, ще рідше в трубах-сушарках.

Геотехнологічні способи добування корисних копалин. *Свердловинна геотехнологія* охоплює систему технологій з видобування газоподібних, рідких (газ, нафта, вода тощо) та твердих корисних копалин. Свердловинна технологія вирішує завдання мінімізації впливу на масиви гірських порід за найбільш повного вилучення та підймання корисних копалин з надр на поверхню. Розрізняють такі геотехнологічні способи добування корисних копалин: *Внутрішньопластове горіння* – це спосіб розробки нафтових родовищ, який базується на екзотермічних окислювальних реакціях вуглеводнів, головним чином пластової нафти з окиснювачами, які закачуються в нафтовий пласт. *Підземна газифікація вугілля* базується на фізико-хімічних перетвореннях корисних копалин (вугілля, сланців та інших) в газоподібний або в рідкий продукт з допомогою повітря, водяної пари, кисню або їх сумішей за високої температури. Основними продуктами підземної газифікації *вугілля* – є горючий газ і рідке паливо, смоли, мастила, феноли та інші продукти. Продуктами підземної газифікації *сірки* – є сірчистий ангідрид, рідка та пароподібна сірка.

Підземне розчинення полягає в подачі в пласт, де містяться природні мінеральні солі (сіль кухонна, калійна, бішофіт) через свердловини розчинника (здебільшого вода), переводу у водний розчин одного або декількох компонентів і відкачування продукційних розчинів, які поступають на переробку. Поряд з видобуванням, в процесі підземного розчинення здійснюється збагачення, очищення (кухонна сіль) і вибіркоче вилучення (калійна сіль). В особливий розряд свердловинної геотехнології необхідно поставити підземне *вилуговування корисної копалини*. Це спосіб розробки рудних родовищ вибіркочим переводом корисного компоненту в рідку фазу в надрах з подальшою переробкою отриманих розчинів. За допомогою такої технології у світі видобувається значна частина урану і міді. Підземне вилуговування дає змогу повніше використовувати надра за рахунок залучення у виробництво бідних руд, видобування і переробка яких традиційними способами не рентабельна. *Підземна виплавка* – це свердловинний метод видобування корисної копалини (сірка, озокерит) шляхом переведення її в рідкий стан на місці залягання теплоносієм, який подається через свердловини (перегріта вода) і відкачуванням виплавленого корисного компоненту на поверхню. *Свердловинне гідровидобування* – спосіб підземної гідравлічної розробки родовищ твердих корисних копалин. Корисна копалина переводиться на місці залягання в гідросуміш. У зв'язку з відсутністю в очисному вибої людей і складної техніки розмив очисних камер свердловинного гідровидобування ведеться безперервно аж до падіння покрівлі, що з урахуванням невеликого часу використання дає змогу відпрацьовувати родовища з нестійкими породами, розробка яких традиційним підземним способом не ефективна.

4.2. Використовувані ресурси

Ресурси надр, які використовуються людством, можуть бути класифіковані наступним чином.

Паливно-енергетичні: нафта, газ, торф, сапропель, бітуми, вугілля, горючі сланці, ядерне паливо

Руди чорної металургії: залізні, марганцеві, хромові

Неметалева мінеральна сировина для чорної та кольорової металургії: бентонітові глини, високоглиноземна сировина (силіманіт, дистен, андалузит), вогнетривкі глини, доломіт, карбонатні породи (вапняки звичайні та доломітизовані), вторинні каоліни, кварцити, кварцитовидні пісковики, кварцові піски для вогнетривів, пірофілітові сланці, магнезійна сировина (магнезити, талько-магнезити), плавиковий шпат (флюорит), формівні піски.

Мінеральна сировина кольорової металургії: алюмінієві руди, руди ніколю та кобальту, мідні руди, сировина для виготовлення цинку та свинцю, молібденові, титанові, вольфрамові руди, олов'яні та ванадієві руди, мінеральна сировина ртуті і сурми, магнезійна сировина

Мінеральна сировина для виготовлення дорогоцінних металів: руди золота, срібла, платини, паладію, іридію, осмію, рутенію і родію

Руди рідкісних металів та рідкоземельних елементів: руди літію, рубідію, цезію, берилію, стронцію, цирконію, гафнію, танталу, ніобію, кадмію,

галію, індію, талію, скандію, германію, селену, телуру, ренію; рідкоземельні руди: ітрію, лантаноїдів ітрієвої групи, лантаноїдів церієвої групи.

Мінеральна сировина для будівної індустрії:

1. Нерудна будівельна сировина: граніт, сієніт, діорит, габро, лабрадорит, кварцовий порфір, безкварцовий порфір, порфірит, діабаз, ліпарит, трахіт, андезит, базальт, пемза, перліт, вулканічний туф, вапняк, доломіт, гнейс, мармур, кварцит, пісковики.
2. Керамічно-цегельна сировина: глина, каолін, бентоніт, польовий шпат.
2. Скляна сировина: кремнезем, глинозем, мармур, доломіт, магнезит, базальт, сода.
4. Сировина для в'язучих матеріалів: вапняки, гіпс, ангідрит, глина, магнезійні мергелі.
5. Азбестоцементна сировина: азбест, хризол-азбест, каустичний магнезит, доломіт.
6. Лако-фарбова та асфальто-бітумна сировина: природні бітуми, асфальтові породи, дьоготь, пек, вапно, графіт, пігменти.

Неметалеві корисні копалини: графіт, каолін первинний, кристалосировина, каолін лужний, польовий шпат, вапняк для цукрової промисловості, алмази, наждак, тальк, слюда, баритові руди

Водні та грязеві ресурси: вода питна та технічна, мінеральні води, термальні води, лікувальні грязі

Природний камінь: облицювальний, стіновий, напівкоштовний, коштовний.

Мінеральні ресурси для хімічної промисловості: сірка самородна та регенована, сіль калійна, сульфатна, хлоридна, калійно-хлоридна, солі калієвомагнієві, бром, природна сода, давсоніт, апатит, фосфорит, бор, йод

Поклади корисних копалин не безмежні. У табл.4.1 наведені розрахункові проміжки часу повного вичерпання деяких з них.

Таблиця 4.1

Оцінка термінів виснаження викопних ресурсів Землі (розрахунки «Римського клубу»)

Викопні ресурси	Глобальні запаси *, млрд. т	Ймовірний щорічний приріст видобутку, %	Розрахунковий час вичерпання, років
Залізо	100	1,8	173
Хром	0,17	2,6	154
Вугілля	5000	4,1	150
Свинець	0,1	2,0	64
Алюміній	1,2	6,4	55
Нафта	450	4,0	50
Природний газ	220	4,7	49
Мідь	0,3	4,6	48
Уран, торій	0,0025	1,0	7000

* Оптимістичний прогноз, що розвідані запаси зростуть у найближчі десятиліття в 5 разів.

Запаси нафти в Україні відносно незначні – близько 155 млн. тонн (світові запаси близько 136854 млн. тонн). Інтенсивна експлуатація родовищ нафти в

Україні була в 70-х роках (максимум видобутку нафти припадає на 1972 рік – 14,4 млн. тонн). Зараз Україна за запасами нафти займає четверте місце в Європі і 34 місце у світі із 98 країн, що мають родовища нафти. Щороку видобуток нафти зменшується приблизно на 2,0%. Родовища нафти відкриті в Чернігівській, Сумській, Полтавській, Львівській, Івано-Франківській, Харківській, Дніпропетровській та інших областях, а також в АР Крим, зокрема, на Чорноморському шельфі. На фоні зменшення видобутку нафти в Україні постійно зростає транспортування нафтопродуктів, зокрема, транзитне.

Родовища газу в Україні сконцентровані в 3-х регіонах: *Дніпровсько-Донецька нафтогазова область* (перспективна площа 77,5 тис. км² – Шебелинське, Хрестищенське, Єфремівське, Яблунівське, Ляляківське родовища); *Передкарпатська нафтогазоносна область* (Угерське, Битків-Бабчинське родовища та інші); *Причорноморсько-Кримська нафтогазова провінція* (Глебівське, Джанкойське, Стрілківське та інші родовища). На комунальні потреби в Україні використовується 17% газу, який видобувається, решта газу надходить в промисловість. У 2012 році в Україні було видобуто 19,3 млрд. м³ природного газу (щороку видобуток газу зменшується приблизно на 1,8%).

Вугільна промисловість України є основним постачальником палива для чорної металургії, теплових електростанцій, хімічної промисловості та інших галузей народного господарства. Основні поклади вугілля сконцентровані в Донбасі, де побудовано і працюють 225 шахт на яких видобувають 90% вугілля від загальних обсягів видобутку в Україні. В Дніпровському басейні видобувають буре вугілля (5 розрізів і 5 шахт). У Львівсько-Волинському басейні діє 18 шахт. Видобуток вугілля в Україні в 2012 р склав 64,7 млн.т, що на 4,3% більше, ніж у 2011 році.

Горючі сланці сконцентровані в Карпатах, в Болтишській западині (на межі Кіровоградської і Черкаської обл.), в Криму, в межах Дніпровсько-Донецької западини і Волино-Подільської плити, в Харківській області. За оцінками українських вчених загальні видобувні ресурси сланцевого газу Східного, Південного та Західного регіонів України оцінюються в 22 трлн м³, у тому числі Східного регіону - 14,3 трлн м³, Західного - 3,4 трлн м³, Південного - 4,3 трлн м³.

Запаси *торфу* становлять 2,3 млрд. т (площа 0,7 млн. га). Найбільші поклади торфу сконцентровані в Житомирській, Рівненській, Волинській та Чернігівській областях. В Житомирській обл. діє 462 родовища, розвідано – 100 родовищ із загальними запасами торфу близько 120 млн. т.

Сапропелі сконцентровані поблизу прісних водоймищ лісової зони, поклади сапропелів України становлять близько 4 млрд. м³.

Україна є одним з найбільш розвинених регіонів видобування *залізної руди*. Видобування руди ведеться відкритим і підземним способами. Основні поклади залізної руди сконцентровані в Кривому Розі, біля Керчі та Кременчуцькій залізородній аномалії. Видобування руди відкритим способом здійснюється на кар'єрах Південного, Новокириворізького, Центрального, Північного та Інгулецького гірничо-збагачувальних комбінатів в Кривому Розі, Полтавського гірничо-збагачувального комбінату біля Кременчука, а також Камиш-

Бурунського залізорудного комбінату в Криму поблизу Керчі. В Криворізькому басейні розвідано 6 родовищ (Скелетське, Інгулецьке, Новокриворізьке, Першотравневе, Анновське та Велика Глєсватка), в Кременчуцькому басейні розвідані 3 родовища (Горишне-Плавнинське, Єрістовське та Галещенське). На півдні України розвідані також Білозірське та Маріупольське родовища.

За обсягом загальних запасів марганцевих руд України займає друге місце в світі після ПАР. Усі промислові запаси марганцевих руд України зосереджені в найбільшому в світі Нікопольського марганцеворудного басейну (Дніпропетровська, Запорізька і Херсонська області). Ці запаси, розташовані в низці родовищ (Марганецьке, Зеленодільське, Орджонікідзевське, Токмацьке), знаходяться в осадових породах олігоценових, що покривають Український щит. Їх сумарні затверджені запаси складають 2426,1 млн. тонн, при середньому вмісті марганцю в руді 23,9%. Основним споживачем нікопольського марганцю є чорна металургія, близько 5% марганцю експортується.

Хромітові поклади знаходяться в Середньому Побужжі. Унікальна сировинна база комплексних *титанових руд* може забезпечити як потреби Україна, так і експортні поставки. Розвідані та підготовлені до розвідки родовища ільменитових руд переважають сумарні світові запаси. Це корінні магматогенні родовища Волинського типу і розсипи одно- та двомінерального складу Іршавського геолого-промислового типу.

Сировинна база *нікелю* представлена невеликими родовищами руд силікатного типу, які пов'язані з корою вивітрювання гіпербазитів Побужжя та Середнього Придніпров'я. Перспективними вважаються Капітанівське та Заводське родовища, розташовані в Голованівському районі Кіровоградської області. Комплексні нікелеві руди знаходяться в площинній корі вивітрювання, розповсюджені в північно-західній частині масиву – середній вміст нікелю 0,77%, кобальту – 0,037%. На цьому ж родовищі є комплексні хром-нікелеві руди з вмістом нікелю 0,75%, кобальту 0,053%.

Родовища та рудопрояви *ртуті*, *свинцю* та *цинку* розташовані переважно в межах Закарпаття і Донбасу (Мужієвське, Березівське та Біганське родовища поліметалічних руд).

Уран видобувається на двох рудниках – Інгульському і Смолинському в Кіровоградській області, а з 1996 року на Новокостянтинівському родовищі.

Україна має великі поклади *галіту*. Пластові родовища розвідані в Донбасі (Артемівське, Новокарфогенське) і в Прикарпатті (Губичське, Верхньострутинське), солянокупольні родовища є в Дніпровсько-Донецькій западині (Єфремівське, Роменське), Донбасі (Слав'янське) і Закарпатті (Солотвинське). Вміст NaCl в солях досягає 98–99%. Значні запаси солі в ропі солоних озер і лиманів (Сивашське та ін.) та природні підземні розсоли Передкарпаття.

Велике родовище *бішофіту* в Україні знаходиться в Криму (Сакське). Основні поклади сірки сконцентровані в Передкарпатському сірконосному басейні.

Кварцити, *кварцитовидні пісковики* використовуються для виробництва динасових вогнетривів, феросплавів, набивних кварцито-глинистих мас

сталерозливних ковшів та для отримання кристалічного кремнію. Основою сировинної бази кварцитів в Україні є Овруцьке (Товкачівське), Мало-Скелевське та Баницьке родовища. У даний час експлуатуються Овруцьке (Житомирська область) та Баницьке (Сумська область) родовища. Якість кварцитів Овруцького родовища досить висока – до 99% SiO₂.

В Україні розвідано понад 90 родовищ декоративно-облицювального каменю, запаси якого становлять близько 200 млн. куб. м³. Це насамперед червоні, коричневі, рожеві, сірі, темносірі з різноманітними відтінками граніти. Вони мають високу міцність, стійкість до стирання, чудово поліруються. Багаті облицювальними гранітами Житомирщина, Дніпропетровщина, Кіровоградщина, Миколаївщина, є значні поклади каменю в Запорізькій, Київській, Вінницькій, Тернопільській та ін. областях.

4.3. Вплив гірничовидобувного комплексу на довкілля

У загальному технології видобутку корисних копалин зумовлюють такі види порушень навколишнього середовища:

- *геомеханічні* – розтріскування порід внаслідок проведення вибухів, зміна рельєфу місцевості, вирубування лісів, деформація земної поверхні;
- *гідрологічні* – зміна запасів, режиму руху, якості та рівня ґрунтових вод, винесення у водойми шкідливих речовин з поверхні і надр землі;
- *хімічні* – зміна складу і властивостей атмосфери та гідросфери (підкислення, засолення, забруднення води і повітря);
- *фізико-механічні* – забруднення довкілля пилом, зміна властивостей ґрунтового покриву та інше;
- шумове забруднення і вібрація ґрунту.

Гідрологічні порушення спричиняються:

- зарегулювання, як форма порушення виявляється у виді водоймищ і водоканалів. Викликано необхідністю осушення поверхні над родовищем,
- заболочування спостерігається навколо відвалів із площею більше 200 га,
- затоплення характерне для випадків, коли виробництво має надлишок води і цілком її у водообігу не використовує. Води скидаються на землю, у водотоки і водойми, відбувається затоплення додаткових площ землі. В іншому місці в зв'язку з цим може виникнути
- виснаження,
- осушення – відбувається через дренаж ґрунтових підземних вод виробками і свердловинами. Біля кожного кар'єру депресійна лійка ґрунтових вод досягає діаметру 35 - 50 км,
- заводнення виникає у випадку захоронення рідких відходів виробництва.

4.3.1. Вплив видобування корисних копалин відкритим способом. У місцях відкритих розробок відбувається вирубування лісів, порушення рослинності та виведення із користування великих площ сільськогосподарських угідь внаслідок проведення розкривних робіт та складування порід на поверхні землі. Так, обсяг розкривних робіт (зняття порід покриваючих і вмішуючих тіло корисної копалини) на кар'єрах вугільної промисловості складає 848 млн.м³/рік,

залізорудних – 380, будматеріалів – 450. Глибина рудних кар’єрів досягла 450 - 500 м, вугільних 550 – 600 м (на Криворізькому залізорудному родовищі – 800 м). Вплив відкритих гірничих розробок на довкілля відображений на рис.4.4.



Рис. 4.4. Вплив відкритих гірничих розробок на довкілля

Кар’єри часто досягають глибини 400 – 600 м, і відповідно велика кількість гірських порід вивозиться на поверхню. Площі, зайняті відвалами, в декілька

разів перевищують площу кар'єру. Глибинні, здебільшого токсичні, шари породи вивантажуються на поверхню відвалів. Це перешкоджає росту рослин, а після дощів води, які стікають з відвалів, отруюють річки та ґрунти. Орієнтовно можна вважати, що для відкритого видобування 1 млн. т/рік корисних копалин потрібно близько 100 га земельних угідь. Наприклад, на земельних відводах 5 ГЗК Кривбасу загальною площею більше 20 тис. га щорічно складається майже 84 млн. м³ розкритих порід і більше 70 млн. тонн хвостів збагачувальних фабрик. Відбуваються не тільки порушення ґрунтово-рослинного покриву на великих територіях, а й порушується поверхня землі як гірничими виробками, так і відвалами. В Україні найбільші порушення природного середовища сталися на Криворіжжі, тут занапащено більше 18 тис. га землі (рис. 4.5).



Рис. 4.5. Космічний знімок Криворізьких залізородних кар'єрів

Зміни, зумовлені порушенням поверхні, негативно позначаються на її біологічних, ерозійних та естетичних характеристиках. Саме на відкритих розробках покладів найбільше проявляється геотоксикологічний вплив гірничого виробництва на людину. Знижується продуктивність сільськогосподарських угідь. Так в районі Курської магнітної аномалії поблизу кар'єрів в радіусі 1,5–2 км врожайність полів знизилася на 30–50% внаслідок підлужування ґрунтів до рН = 8, зростання в них шкідливих домішок металів та скорочення живлення водою.

В процесі розробки родовищ відкритим способом до основних джерел забруднень відноситься проведення масових вибухів, експлуатація гірничовидобувної техніки та автомобілів. Масові вибухи на кар'єрі відносяться до періодичних джерел забруднень, тому що проводяться звичайно раз у 2 тижні. Заряд вибуху досягає 800 - 1200т, а кількість висадженої ним гірської маси – 6 млн.т. В атмосферу викидається близько 200 - 400 т пилу. Вважається що 1 т. висадженої вибухової речовини дає 40м³ СО, крім цього виділяються оксиди азоту.

Практично всі гірничі роботи супроводжуються пилоутворенням. Так, в процесі переміщення породи екскаватором інтенсивність пилевиділення складає 6,9 г/с, в процесі навантаження вугілля роторним екскаватором – 8,5 г/с. Постійно діючими джерелами пилоутворення є автомобільні дороги. У деяких кар'єрах на їхню частку приходиться 70 - 90% усього пилу. Значні кількості пилу надходять в атмосферу в процесі вантажно-розвантажувальних робіт. Інтенсивність пиловиділення в процесі виїмки вугілля екскаватором складає 11,65 г/с, в процесі навантаження в залізничні вагони - 1,15 г/с. Через використання великої кількості транспортних засобів, великих територій під розрізами, а також потужних масових вибухів забруднення атмосфери за умови відкритого видобутку значно більше, ніж за умови підземного способу.

Гідромеханізовані розробки корисних копалин спричиняють значні масштаби забруднення гідросфери, оскільки усі гідромеханізовані технології пов'язані з використанням води, її забрудненням та поверненням води в забрудненому стані в загальну гідрологічну мережу. В результаті забруднення річок та водоймищ каламутними водами, які утворюються в процесі гідромеханізованих розробок корисних копалин, риба залишає водоймища і значні площі водоймищ виключаються із нерестовищ, а заплава замулюється. Втрачені площі відновлюються для нересту приблизно через 10 – 15 років після закінчення розробок. Але враховуючи те, що переважна більшість родовищ відпрацьовується протягом 25 – 50 років, площі забрудненого водозбору виключаються із відтворення рибних запасів на 45 – 70 років. Для ведення гірничих робіт і промивання пісків та інших порід використовують різну кількість води і забруднюється вона в неоднаковій мірі, що у різній мірі впливає на величину розбавлення і втрати корисних копалин, особливо у випадку розбавлення їх породами, що містять тонкодисперсну глину, яку важко виділити і осадити із каламутної води, що скидається з промивних установок.

4.3.2. Вплив видобування корисних копалин шахтним способом. Вплив на довкілля підземних способів розробки корисних копалин різноплановий: це і вплив на літосферу, забруднення гідросфери та атмосфери. В процесі підземного видобування корисних копалин відбувається осідання поверхні землі. Западини, що утворюються, заповнюються водою. Наприклад, в Прикарпатті в процесі розробки родовищ калійних солей утворилися водойми глибиною до 3 метрів. Видобуток мінеральної сировини призводить до зміни оточуючого ландшафту за рахунок нагромадження гірничих мас (відвали, терикони). Шахтні породи в териконах схильні до самозагоряння, що призводить до теплового забруднення повітря атмосфери та хімічного забруднення продуктами горіння. Інтенсивні підземні гірничі роботи призводять до деформації товщ порід, які лежать вище, і зсування земної поверхні, яке проявляється в утворенні мульд зсування і осідання. Вертикальне зсування (зрушення) буває найбільш інтенсивним для суцільних систем виймання корисних копалин. У середньому загальна величина осідання складає 25% і більше від потужності покладів, які виймаються. Зрушення гірських порід і утворення мульд зсування і осідання обов'язково враховуються в процесі проектування та будівництва наземних споруд. Загальна характеристика

впливу на довкілля від розробки родовищ корисних копалин підземним способом приведена на рис.4.6.

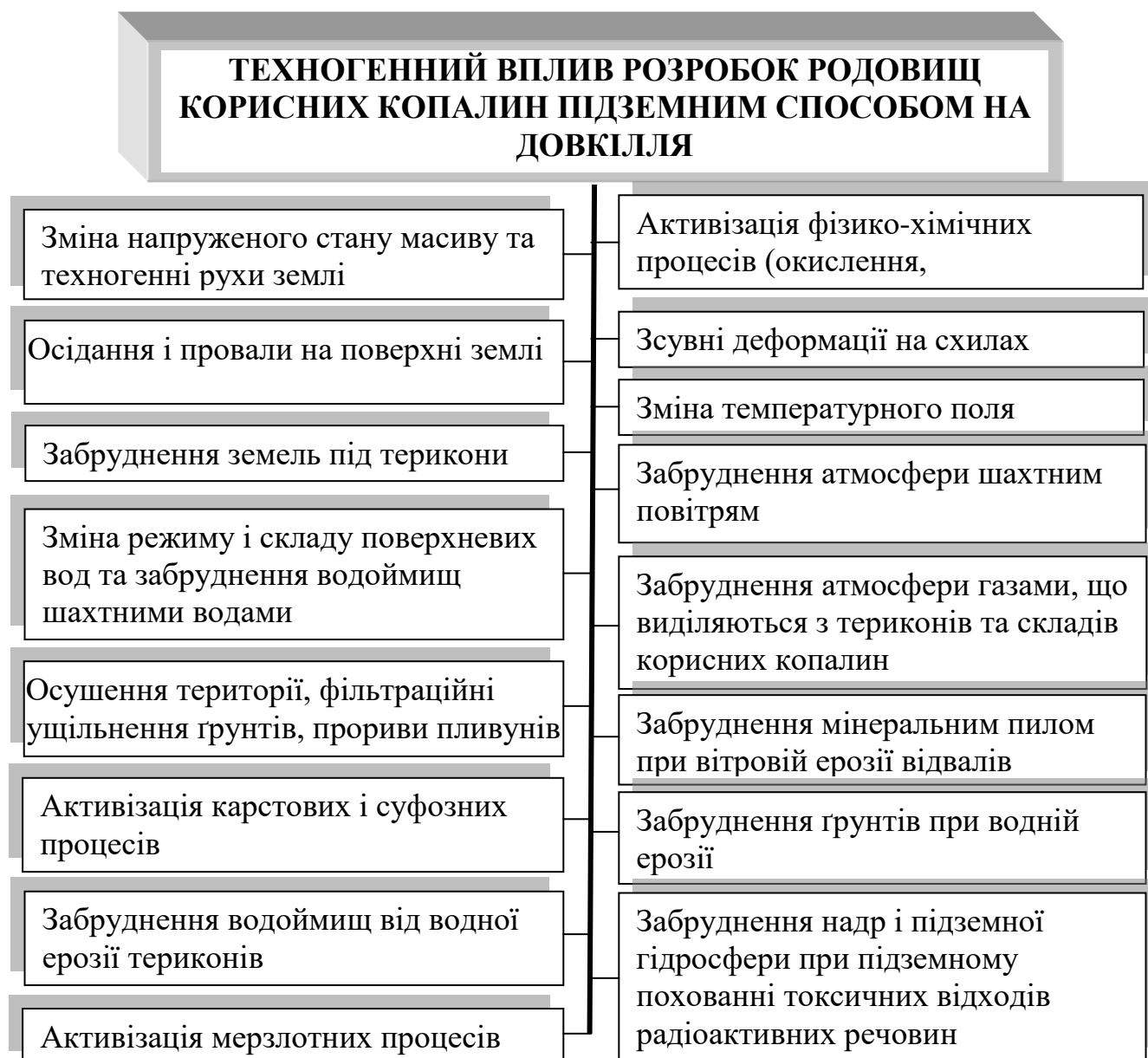


Рис. 4.6. Вплив на довкілля від розробки родовищ корисних копалин підземним способом

Зрушення гірських порід і осідання земної поверхні характерні для багатьох родовищ України, особливо Донецького та Львівсько-Волинського вугільних басейнів. Як відмічалось раніше, підземна розробка зумовлює зсування земної поверхні і утворення мульд осідання. В таких мульдах нерідко знаходяться цілі житлові мікрорайони. В процесі підземної розробки покладів корисних копалин, які знаходяться на глибині 50 – 100 м, зсування товщі порід в мульді досягає поверхні землі через 8 - 15 днів. Якщо основна покрівля представлена стійкими до осідання породами, то таке зсування може відбутися через 3 – 4 місяці. Провали над відпрацьованими вугільними або рудними пластами сягають 40 – 60 м, довжина їх досягає декілька сотень метрів, а ширина від 20

до 40 м. Специфічними на вугільних родовищах є провали пов'язані з підземними пожежами та вигоранням вугілля. В цих випадках можливе просочування газів в житлові та інші приміщення. Якщо зона зсування співпадає з гірськими схилами, на них внаслідок утворення тріщин та осідання поверхні розвиваються зсуви. Подібні ж зсуви об'ємом до декількох мільйонів кубічних метрів виникають на схилах і у випадку зсування товщ порід над вугільними пластами, що вигоріли.

Для шахтного видобутку основними забруднювачами атмосфери є газопилові викиди з підземних гірничих виробок – рудниковий газ (суміш атмосферного повітря з різними газоподібними та пиловими домішками, що виділяються з порід чи з шахтних вод). З підземних гірничих виробок в атмосферу щорічно надходить більш 200 тис.т пилу. У випадку аварійних викидів концентрація газопилових домішок у рудниковому газі багаторазово зростає. Деяка кількість метану в процесі дегазації шарів піднімається тріщинами до земної поверхні, безпосередньо забруднюючи атмосферне повітря. Щорічно в Донбасі (364 шахти) викидається в атмосферу 3870 млн.м³ метану і 1200 млн.м³ вуглекислого газу. Забруднення атмосфери газопиловими викидами відбувається також в процесі ерозії, окислюванні та горінні породи у відвалах. У відвалах крім породи знаходяться горючі речовини (вугілля, сланці, пірит). Утворюється маса, схильна до окиснення, у результаті якого відбувається її самонагрівання та самозаймання. На цей процес впливає не тільки склад, але і будова відвалів. Найбільш сприятливі умови для самозаймання створюються на териконах та хребтових відвалах, у яких горючі речовини накопичуються у верхній частині відвалу, де є достатній приплив повітря. Горіння породи на діючих відвалах носить осередковий стійкий характер. Температура в зоні горіння досягає 800 - 1200°C. Величина газовиділення з палаючих діючих та недіючих відвалів різна. Від одного палаючого терикона середнього обсягу, що містить вуглевідходи з низьким вмістом сірки (0,4 - 1%) за одну годину в атмосферу викидається більш 89 кг SO² і 25 кг CO. Через рік після припинення експлуатації інтенсивно палаючі відвали знижують виділення газу до 0,5, через 2 роки – до 0,3, 3 роки – 0,1.

Гірничі розробки призводять до збільшення стоку рудникових та шахтних вод, які несуть значну кількість забруднень: хлористі сполуки, сірчану кислоту, розчинні солі заліза, марганцю, міді та ін. Особливо небезпечними є важкі метали Cd, Mo, Ni, Zn, Va, Be, Hg, As, Se, Pb. Великі обсяги стічних вод, що утворюються в процесі гірничих робіт, зв'язані з високою водоємністю розроблювальних вугільних родовищ.

4.3.3. Вплив видобування корисних копалин свердловинними методами. Підприємства нафтодобувної галузі здійснюють вплив на навколишнє середовище у таких проявах:

- вилучення земельних ресурсів для будівництва об'єктів нафтодобування;
- порушення та забруднення земель;
- викиди забруднюючих речовин в атмосферу, скидання в поверхневі та підземні води, а також на підстилаючу поверхню;
- вилучення з нафтою високомінералізованих супутніх вод;

- поховання відходів буріння;
- аварійні розливи нафти (з наступним випаровуванням).

Схематично вплив на довкілля розробки родовищ свердловинним способом представлений на рис.4.7.



Рис. 4.7. Вплив на довкілля в процесі розробки родовищ свердловинним способом.ю

Основними джерелами забруднення у початковий період створення нафтогазового промислу є будівельна техніка та автотранспорт, пересувні генератори. Кількість газів, що виділяються в процесі буріння глибоких свердловин, складає 2 - 3 м³/сек і більш, тобто 260000 м³/добу. У складі цих газів присутні вуглеводні (0,5%), альдегіди (до 0,008%), бенз(а)пірен (до 10 мг/м³).

З екологічної точки зору вибурені породи є серйозно проблемою, оскільки за середньої глибини свердловин 2500 м на поверхню витягається 350 м³ ґрунту, а за глибини 5000 - 6000 м – 800 м³. Ці породи складуються у виді відвалів

поблизу свердловини, сильно забруднені буровими розчинами і нафтопродуктами.

У результаті вилучення з надр нафти, газу та підземних вод, що підтримують пластовий тиск, можливі деформації земної поверхні. Найбільша відома величина осідання – 8,8 м (родовище Ленг-Біч у Каліфорнії). Переміщення поверхні можуть бути значно більшими, ніж для тектонічних рухів земної кори. Осідання можуть бути причиною зсувів. Можуть відбуватися раптові осідання, що за характером протікання і за ефектом мало відрізняються від землетрусів. Ці зміни приводять до руйнування будівель, підземних та наземних комунікацій, доріг, мостів. На ділянках з порушеним рослинним покривом збільшується глибина розтавання ґрунту, утворюються тимчасові потоки і розвиваються ерозійні процеси. Швидкість росту ярів у тундрі і лісотундрі досягає 20 м/рік.

Основний негативний вплив підприємства нафтодобувної галузі здійснюють на атмосферне повітря. Щорічно галуззю викидається в атмосферу шкідливих викидів до 1650 тис. тонн. Основна частка викидів (98%) припадає на рідкі та газоподібні речовини. Характерними забруднюючими речовинами, які утворюються в процесі добування нафти, є вуглеводні (48% сумарного викиду в атмосферу), оксиди карбону (33%), тверді речовини (20%). Галузь незадовільно використовує супутні гази, які вилучаються в процесі добування нафти. Щорічно втрачається та спалюється до 7,1 млрд. м³ нафтового газу (біля 20% вилученого). Додаткового збитку навколишньому середовищу завдають аварії на бурових установках і платформах, а також на магістральних газо- та нафтопроводах, які є найтипівішими причинами забруднення атмосферного повітря.

Типи викидів:

- фонові постійні (викликані нещільністю устаткування – за нормальної роботи один насос виділяє 1 кг газів і парів нафтопродуктів на годину, компресор – до 3 кг/год.);
- технологічні неминучі епізодичні (продувка свердловини супроводжується викидом до 150 тис.м³ газу, в процесі ремонту трубопроводів та апаратів відбувається підбурення газу і нафти);
- технологічні неминучі постійні пов'язані з димарями та факелами. За температури повітря 0 - 6°С підвищення температури фіксується на відстані 200 м від факела, порушення сніжного покриву – до 100 м, а мінералізація снігових вод – до 1 км;
- аварійні, пов'язані з розривами та ушкодженнями основного устаткування.

Природний газ окремих родовищ може містити токсичні речовини. Наприклад, вміст сірчистих сполук у газі деяких родовищ такий, що вартість сірки як товарного продукту, одержуваного з газу, покриває витрати на очищення газу.

Потреба у великій кількості води зумовлює необхідність розташування підприємств поблизу водойм, в свою чергу, вимагає заходів з захисту водних об'єктів від забруднення. Зі стічними водами у водойми потрапляють значні кількості нафтопродуктів, фенолів, сульфатів, хлоридів, сполук нітрогену, солей

важких металів. Взаємодія з гідросферою характеризується порушенням водооберту, викидами стічних вод і їхньою підвищеною температурою, споживанням води буровими установками, компресорними станціями. Середньодобова витрата води на одну свердловину, що буриться, складає 100 - 120 м³. в процесі буріння утвориться 25 - 40 м³/сут стічних вод. На видобуток 1 т нафти затрачається близько 2 т води.

В технології використовується ряд хімічних реактивів:

- для бурових розчинів. Для «змащення» і промивання колон свердловин під час буріння використовують розчини амінів, ПАВів, полімерних речовин;
- для обробки призабійної зони шару з метою збільшення нафтовіддачі використовують розчини кислот (соляна, плавикова, оцтова), ПАВів, полімерів, комплексонів, органічні розчинники;
- для боротьби з корозією, відкладенням солей, асфальтів, смол, парафінів використовують розчини лугів, фторорганічних сполук, органічні розчинники.

Таблиця 4.3

Характеристика бурових стічних вод (БСВ), відпрацьованих бурових розчинів (ВБР) і бурових шламів (БШ)

Показник	БСВ, мг/л		ВБР	БШ
	системи підтримки пластового тиску	системи скиду на рельєф місцевості		
Зважені речовини	-	2500-28000	+	+
pH		7,2-12,4		
Нафта та нафтопродукти	-	25-1100	+	+
Ca ⁺²	+	120-2500	+	+
Mg ⁺²	+	20-300	+	+
Fe загалом	+	5-75	+	+
Sn ⁺²	-	+	+	+
Pb ⁺²	-	+	+	+
Ba ⁺²	-	+	+	+
Na ⁺ , K ⁺	-	300-18000	+	+
Cl ⁻	+	270-19000	+	+
SO ₄ ⁻²	+	200-2900	+	+
Азот амонійний	-	+	-	-
P ₂ O ₅	-	+	-	-
H ₂ S	+	-	-	-

Стічні води нафтопромислів містять:

- механічні домішки – до 11,5 г/дм³,
- нафта – до 5 г/дм³,
- загальна мінералізація – до 180 г/дм³,
- хлор-іон – до 124 г/дм³.

Розповсюдження на поверхні води 1 т нафти, утворює плівку площею 12 км². Нафтова плівка на поверхні моря пригнічує життєдіяльність морського фітопланктону – одного з головних постачальників кисню в земну атмосферу, порушує тепло- та вологообмін між океаном і атмосферою, губить мальків риб та інші морські організми.

Небезпечні протікання пластової рідини в підземні системи збору нафти, які важко виявити і на які не діють процеси фотохімічного розкладу.

Основні джерела забруднення – збірні пункти. Відділена від нафти вода високомінералізована. Її намагаються утилізувати закачуючи в шари для підтримки пластового тиску. Вплив таких стічних вод згубний для екосистем, тому що вони додають воді у водоймах запах, присмак, колірність, мутність, викликають піноутворення, впливають на самоочищуваність води і токсично діють на неї. Один обсяг пластової води робить непридатною до вживання 40 - 60 обсягів чистої води.

Розвідка та видобуток сланцевих газів методом гідравлічного розриву (фрекінгу) в Україні може призвести до значного погіршення довкілля, що спричиняється можливістю виникнення ряду екологічних проблем:

1. З одного боку, для буріння і експлуатації свердловин (нагнітання рідини в пласт) необхідні великі обсяги води. З іншого боку, великі обсяги рідин після буріння і експлуатації необхідно скидати, що викликає необхідність спорудження ефективних очисних споруд, які б забезпечили необхідний рівень очищення.

2. Для утилізації відходів буріння свердловин необхідне спорудження полігонів для захоронення вибуреної породи та шламу. Відповідно необхідно передбачити запобіжні міри проти забруднення земельних ресурсів в процесі виносу породи і шламу на поверхню.

3. Необхідне проведення системних досліджень сейсміки, геологічної стабільності, стійкості та екосистемної рівноваги регіонів. Слід науковими дослідженнями доказати, що застосування фрекінгу не спричинить порушення стабільності зсувних ділянок та негативного впливу на стан інженерних споруд, в першу чергу магістральних нафто- та газопроводів, не приведе до втрати екрануючих властивостей водотривких товщ та неконтрольованого поширення фрекінгових рідин та газів у геологічному середовищі.

4.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу гірничовидобувного комплексу на навколишнє середовище та його попередження

4.4.1. Видобування корисних копалин відкритим способом. Під час розробки кар'єрів із ціллю зменшення впливу пилу, який є небезпечним забрудником атмосфери, ефективним є дотримання засобів захисту від пилу, впровадження систем пилеподавалення, застосування захисних систем пилеосадження.

Згідно із кодексом України "Про надра" користувачі надр зобов'язані приводити земельні ділянки, порушені в процесі користування надрами, в стан, придатний для подальшого їх використання у суспільному виробництві. Це завдання може бути вирішене як поверненням їх в область користування, яка

була властива цим ділянкам до початку користування надрами шляхом рекультивації, так і наданням їм нової області суспільного користування (заліснення, створення штучних озер).

У ході зростання кількості хімічних та гірничих підприємств і формування розвинутого гірничодобувного комплексу негативні регіональні зміни стану довкілля стали все більше відчутними. Порушення природного стану земель в процесі проведення гірничих робіт в основному пов'язане із видобутком кам'яного вугілля, рудних та нерудних корисних копалин, будівництвом трубопроводів. Значні площі займають відвали розкритих порід, терикони пустої породи та хвостосховища збагачувальних фабрик. Загальна площа порушених гірничими роботами земель в Україні складає понад 2,8 тис.км², з них близько 1,3 тис. км² знаходяться в експлуатації і 1,5 тис. км² підлягають рекультивації.

Рекультивація – це не обов'язково повернення земельних ділянок до їх первісного стану. Адже в ряді випадків, наприклад на місці кар'єру, це неможливо. В широкому розумінні рекультивація – це приведення ділянок землі в той стан, який дозволяє використовувати їх надалі в сільському господарстві, для лісових посадок, для будівництва, для створення зон відпочинку. В ряді випадків мова йде про створення штучних, але гармонійних ландшафтів, які доповнюють природні. Найпоширенішим типом порушень земної поверхні є відвали. Їх техногенні форми дуже різноманітні: конічні, гребенеподібні, плоскі, платоподібні. Іншим типом порушень є прогини та провали земної поверхні, що утворюються над шахтними полями, а також власне котловани кар'єрів. Серед останніх виділяються мульдopodobні з пологими схилами, циркоподібні, трапецієподібні, сухі і затоплені підземними та поверхневими водами. Найважливішими етапами відновлення порушених земель є гірничотехнічна та біологічна рекультивація.

Гірничотехнічна рекультивація передбачає гасіння териконів, формування плоских відвалів, згладжування схилів, створення терас, засипання понижень. Сплановані поверхні перекриваються глинистою породою, будь-якою ґрунтоутворюючою породою (лес, супісок) та ґрунтом. Порооди ґрунтового покриву ще до початку гірничих робіт зрізаються і зберігаються в спеціальних відвалах.

Біологічна рекультивація включає в себе заходи щодо відновлення ґрунтів або створенню на породних відвалах умов, що можуть забезпечити їх родючість. З цією метою підбираються найбільш стійкі види рослин і створюються стійкі біоценози. На землях, які звільняються від гірничих робіт, створюють орні землі, сінокоси, пасовища (сільськогосподарська рекультивація), ведеться насадження лісу (лісогосподарська рекультивація). Іноді відроблені глибокі кар'єри використовують під водосховища, ставки (водогосподарська рекультивація). Біологічну рекультивацію земель, порушених в процесі добування марганцевих руд, здійснюють у Дніпропетровській області, в процесі добування залізних руд – в Кримській області, вугілля, нерудних корисних копалин – в Донбасі. Гірничими роботами щодня порушуються площі земель, що вимірюються гектарами. Однак після того, як корисні копалини вибираються, кар'єр

заповнюється розкривними породами і після планування поверхні засипається чорноземом, що зберігається в спеціальних відвалах-запасниках.

Використання відпрацьованих земель для вирощування сільськогосподарських культур чи запровадження промислового рибальства пов'язане із значним ризиком – адже досить часто землі забруднені продуктами попередньої гірничохімічної діяльності. Тому оптимальним шляхом є заповідання відпрацьованих земель з одночасним проведенням ремедіації, внаслідок якої здійснюється очищення ґрунтів та водних середовищ від забруднювачів. Ремедіація – це очищення території від небезпечних забруднювачів або стримування їх розповсюдження з допомогою природних чи штучних мікроорганізмів чи рослин. Відомі приклади застосування ремедіації для очищення від нафтових забруднень, важких металів, екотоксикантів, органічних сполук, металоорганічних сполук і т.д. Внаслідок реалізації комплексного підходу – заповідання відпрацьованих земель з одночасним проведенням ремедіації вдається через певний період часу реалізувати природне самовідновлення порушених земель і повернення їх в природний стан. Прикладами успішного відновлення відпрацьованих земель є створення штучної водойми та зони рекреації на базі Яворівського сірчаного кар'єру та створення штучної водойми та ландшафтного парку на базі Подорожнянського сірчаного кар'єру.

Шахтне об'єднання «Павлоградвугілля» веде роботи із рекультивації порушених земель, використовуючи для засипки ділянок земної поверхні, які просіли, шахтну породу, що утворюється в результаті діяльності підприємства. Після цього територія покривається родючим шаром і на ній висаджується рослинність. У 2009 році було рекультивовано і передано в землі запасу 15,1 га земель. Вартість робіт склала 4,3 млн. грн. Крім того, «Павлоградвугілля» здійснює захист лісових масивів і сільськогосподарських угідь від затоплення за допомогою дренажних систем. Води боліт, озер, ставків, струмків і річок відводять за межі гірничого відводу. Для відводу річок споруджують відвідний канал за контуром гірничого відводу, а для спускання води з інших водних об'єктів будують канали з стоком в сторону знижених ділянок рельєфу.

Система осушення родовища повинна забезпечувати нормальні умови ведення гірничо-капітальних та експлуатаційних робіт в кар'єрі. Заходи щодо осушення передбачають огороження кар'єру від притоку поверхневих та підземних вод шляхом проведення спеціальних виробок та організації водовідливу. Спосіб осушення кар'єру вибирають в залежності від водно-фізичних властивостей гірничих порід, числа розміщення, потужності водоносних горизонтів. Розрізняють поверхневий, підземний та комбінований спосіб осушення. Вода, яка відкачується з кар'єру, повинна скидатися в найближчий водотік або водозбірник і не повинна знову проникати в кар'єр через тріщини, провали або водопроникні породи. Не повинне відбуватись заболочування території, яка примикає до кар'єру. Передбачаються також заходи щодо збереження ресурсів підземних вод, які виключають забруднення та мінералізацію джерел водозабезпечення і водоймищ зон відпочинку. Протягом

розробки родовища система осушення кар'єру змінюється, створюються нові контури водознижуючих свердловин, підземні виробки, водозбірники тощо.

4.4.2. Видобування корисних копалин шахтним способом. В процесі видобування корисних копалин забруднюється атмосфера – внаслідок забруднення її шахтними газами (в основному метаном), гідросфера – внаслідок забруднення її шахтними водами та літосфера – внаслідок складування порід, які видобуваються із шахт в вигляді териконів. Найбільш ефективним способом попередження забруднення атмосфери метаном може бути дегазація пластів, збір шахтного газу та використання його у технологічних цілях (головним чином спалюванням). Схема дегазації пластів представлена на рис. 4.8.

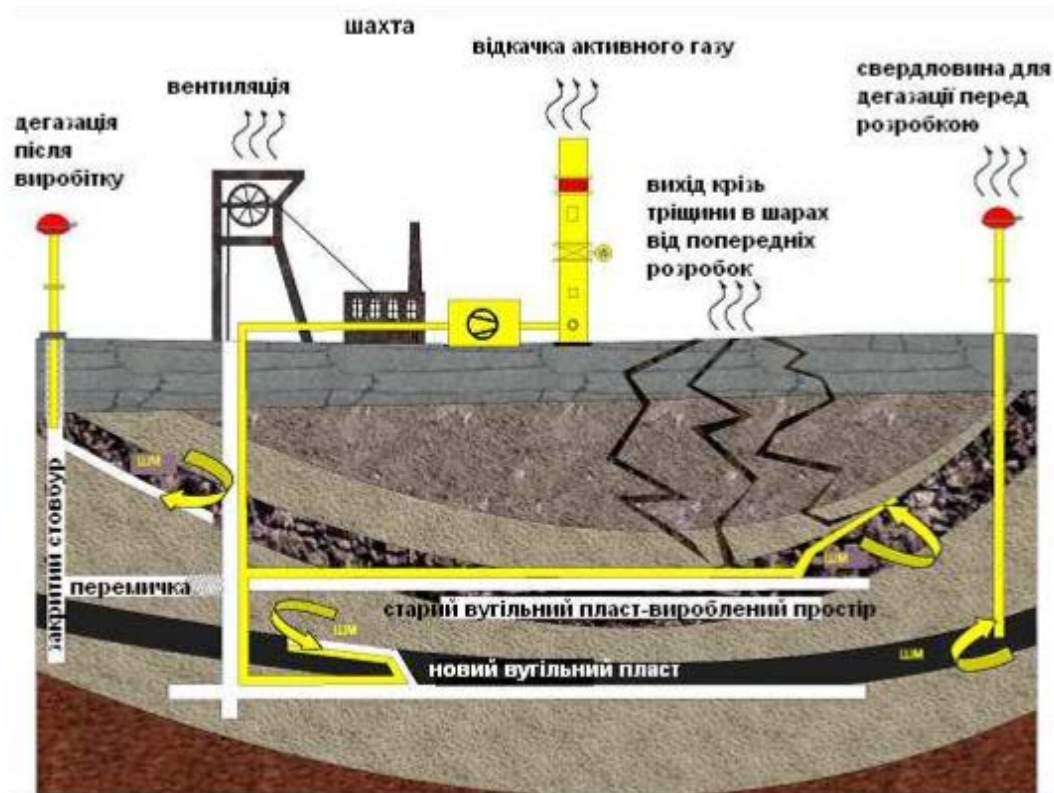


Рис.4.8. Схема дегазації шахтних виробок.

Шахтні води — це мінералізовані підземні води, які забруднені завислими речовинами і бактеріальними домішками. Хімічний склад підземних вод формується під впливом солей, які вимиваються з порід в процесі інфільтрації поверхневих вод. До специфічних забруднювачів водних басейнів України підприємствами вугільної промисловості відноситься скид високомінералізованих вод (1,9 млн. м³/добу) в поверхневі водоймища і водостоки, а також накопичувачі, де води шахтного водовідливу і збагачувальних фабрик відстоюються. Об'єм шахтних та кар'єрних вод, що відкачуються в процесі видобутку вугілля, складають майже 600 млн. м³/рік, тоді як на господарсько-виробничі потреби підприємств галузі і для інших споживачів використовується тільки 250 млн. м³ (40%). У зв'язку з незадовільним очищенням шахтних вод в річках щорічно розчиняється понад 1 млн. т мінеральних солей. Забруднення довкілля

шахтними водами попереджується встановленням сучасних очисних споруд, в яких реалізуються високоефективні технології очищення.

У Донецькому гірничопромисловому регіоні налічується 1186 териконів, із яких 390 горять. Об'єм гірничих порід у териконах та відвалах становить близько 1 км³. У межах Донбасу терикони, що горять, щодобово викидають 162 т шкідливих газів (H₂S, SO₂, CO й ін.). У Львівсько-Волинському гірничопромисловому регіоні налічується 20 териконів, під якими зайнято 1400 га якісних родючих земель. Породні відвали є фактором інтенсивного забруднення ґрунтів, повітря, поверхневих та підземних вод. Навколо териконів спостерігаються підвищені концентрації таких елементів, як кобальт, нікель, молібден, барій і свинець. Навіть на відстані 1-3 км від териконів виявлено підвищені концентрації миш'яку, цинку, кадмію, ртуті, фосфору.

Рекультивация териконів, які є фактором інтенсивного забруднення ґрунтів, повітря, поверхневих та підземних вод, є досить актуальною проблемою сьогодення. За обмежених фінансових можливостей, ліквідації значної кількості шахт, реалізації природоохоронно-реабілітаційних заходів та ін., важливого значення набуває наукове забезпечення пріоритетних за еколого - економічними критеріями природоохоронних заходів. Озеленення териконів – досить затратний природоохоронно-реабілітаційний захід і проводиться не на кожному вуглевидобувному підприємстві. Тому на даний час кількість озелених териконів досить незначна. Залісені терикони шахт: "Червоногвардійська", № 6-14 (м. Червоногвардійськ), ім. Орджонікідзе та ін. гармонійно поєднуються з навколишнім ландшафтом. На териконі шахти № 6-14 (м. Червоногвардійськ) (Советська дирекція ліквідації шахт) проводились вибухові роботи. Внаслідок цього залишились незвичайної форми відвальні утворення. Науковці Донецького мед університету здійснили озеленення цього породного відвалу, прокладені доріжки для оздоровлення хворих на легені та дихальні шляхи. На залісеному териконі шахти ім. Орджонікідзе створено сприятливі умови для існування тваринного світу. Тут водяться зайці, фазани та інші тварини. Деякі терикони самоозеленюються, але таке озеленення відбувається протягом десятків років, тому є не досить ефективним. На багатьох вуглевидобувних підприємствах (ш. "Червоний Профінтерн", ш. "Червоний Жовтень" та ін.) породні відвали є отерасованими, а кошти на їх озеленення не виділяються.

4.4.3. Видобування корисних копалин свердловинним способом. Заходи охорони довкілля від добування корисних копалин свердловинним способом полягають у захисті атмосфери від забруднення парами та газами, захисті гідросфери від забруднення, захисту ґрунтів від забруднення нафтопродуктами.

Для захисту атмосфери ефективним є застосування очисних установок, уловлювання забруднювачів із газових середовищ застосовуються головним чином адсорбційні та абсорбційні технології.

Ліквідація розливів нафти і нафтопродуктів - одне з найскладніших завдань, оскільки нафта містить як важкі вуглеводні, так і леткі, що легко проникають в ґрунт, досягаючи концентрацій, що перевищують ГДК, на глибинах до 0,7 м. Ліквідація розливів нафти і нафтопродуктів, передусім, пов'язана з локалізацією

нафтових плям, щоб уникнути подальшого збільшення площі забруднень. Ліквідація аварійних розливів проводиться з використанням наступних методів:

- Механічні методи (виїмка забрудненого ґрунту і переміщення на полігони відходів або на майданчики рекультивації) з використанням спецтехніки;
- Фізико-хімічні методи очищення ґрунту: термічна обробка, подача стислого повітря, змив і промивання водою, вакуумування, абсорбція, фізична адсорбція, флотація і інші фізико-хімічні процеси та засновані на їх принципі пристрої;
- Біологічні методи знешкодження зібраних відходів методами біодеструкції і усунення залишкового забруднення на місцевості.

Головним чином отримали розвиток методи очищення рідинних середовищ від нафтових забруднень. В боротьбі з нафтовою загрозою можна виділити два шляхи: попередження потрапляння нафти у водойми та боротьба з нафтою, яка вже потрапила у водойму. Перший шлях передбачає весь комплекс заходів, який включає не тільки попередження безпосередніх скидів нафти, а й можливості потрапляння її з береговим стоком та атмосферним переносом. Другий шлях передбачає використання механічних, фізичних, хімічних та біологічних методів для ліквідації забруднень. Незалежно від масштабів розливів нафти, ліквідаційні роботи ґрунтуються на виконанні трьох основних операцій: локалізації нафтової плями, збору розливої нафти, ліквідації наслідків розливу, в тому числі, очищення берегової зони в разі її забруднення. Вибір методу ліквідації обумовлений такими параметрами:

- типом та кількістю розливої нафти;
- віддаленістю місця аварії від баз, в яких знаходяться засоби для боротьби із забрудненням;
- гідрометеоумовами на місці аварії;
- технічними можливостями засобів ліквідування розливу нафти.

Для очищення водних середовищ виділяють *механічне* очищення, для якого можна використовувати такі методи:

1.Адгезію: нафта прилипає до поверхонь, особливо олеофільних; видалення відбувається за допомогою дисків, барабанів або з допомогою безперервних стрічок, з яких нафту видаляють механічним способом;

2.Поріг: тонкий поверхневий шар морської води і нафти перетікають через поріг, після чого нафту відділяють від води;

3.Циклони: створюється вир з пониженням рівня в центрі, звідки відкачується нафта;

4.Всмоктування: поверхневий шар водойми всмоктується, після чого нафту відділяють від води.

До *хімічних* засобів, які стримують розлив нафти, можна віднести препарати затверджуючої дії, які «желатинізують» нафту на поверхні води або в пошкодженому танкері на основі розчинів полімерів, здатних до утворення твердих продуктів під дією вологи, порошків синтетичних високомолекулярних речовин та природних сполук, таких як желатин та казеїн.

Одним з методів ліквідації забруднення є використання бону з пористого матеріалу, просоченого сорбуючою речовиною.

Ефективним є використання *біодеградації*. Здатність розкласти деякі компоненти нафти проявляють близько 90 видів морських бактерій та грибів, а також деякі водорослі. Бактерії, які здатні використовувати нафтопродукти як єдине джерело енергії, зустрічаються в таких районах моря, які постійно підлягають забрудненню. В інших місцях вони зустрічаються рідко (менше 100 мікроорганізмів на 1л води), але їх кількість різко зростає у випадку збільшення нафтових вуглеводнів

Для очищення ґрунтів від нафтових забруднень найчастіше використовують біодеструкцію та адсорбційні методи.

Контрольні питання

1. Дайте загальну характеристику та особливості проведення геологорозвідувальних робіт.
2. Охарактеризуйте процеси видобування корисних копалин відкритим способом.
3. Дайте характеристику процесів видобування корисних копалин шахтним способом.
4. Процеси видобування нафти і газу із надр свердловинними методами.
5. Опишіть технологію та екологічні ризики видобування сланцевого газу.
6. Характеристика морських гірничих технологій.
7. Технології переробки і збагачення корисних копалин.
8. Охарактеризуйте геотехнологічні способи добування корисних копалин.
9. Оцінка термінів виснаження викопних ресурсів Землі та класифікація корисних копалин.
10. Вплив на довкілля процесів видобування корисних копалин відкритим способом.
11. Вплив на довкілля процесів видобування корисних копалин шахтним способом.
12. Вплив на довкілля процесів видобування корисних копалин свердловинними методами.
13. Охарактеризуйте заходи охорони та попередження негативного впливу на навколишнє середовище процесів видобування корисних копалин кар'єрними способами.
14. Дайте характеристику заходи охорони та попередження негативного впливу на навколишнє середовище процесів видобування корисних копалин шахтними способами.
15. Охарактеризуйте заходи охорони та попередження негативного впливу на навколишнє середовище процесів видобування корисних копалин свердловинним способом.

Розділ 5. ТРАНСПОРТ



- 5.1. Загальна характеристика
- 5.2. Використовувані ресурси
- 5.3. Вплив на довкілля
- 5.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу транспорту на навколишнє середовище та його попередження
- 5.5. Нові екологічно безпечні транспортні технології

5.1. Загальна характеристика

Транспорт - галузь матеріального виробництва, що здійснює перевезення пасажирів і переміщає вантажі виробничого та невиробничого призначення. Основними завданнями транспортного комплексу, який називають “кровоносною системою економіки”, є своєчасне та повне задоволення потреб господарства та населення у перевезеннях і забезпечення стійких зв’язків між окремими галузями та районами країни. Транспортні потоки вантажних і пасажирських перевезень обслуговуються різними видами транспорту. Усі види транспорту є продовженням виробничого процесу в сфері споживання й обслуговування, тому його завданням є зближення у просторі та часі об’єктів виробництва і споживання.

Транспорт щорічно використовує 30% видобутої енергії. Його частка в загальному забрудненні складає 30%, а у міському – 80%.

Вид шляху можна взяти за основу класифікації транспортних машин. Класифікація транспортних технічних систем за видом шляху представлена на рис.5.1.

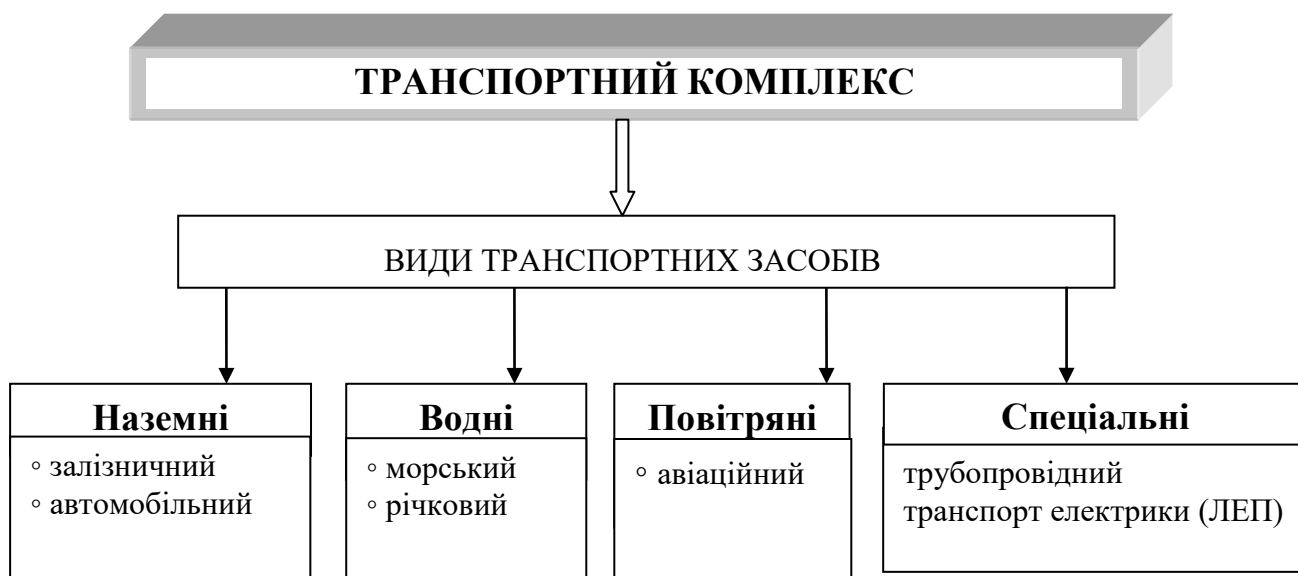


Рис.5.1. Класифікація транспортних технічних систем за видом шляху.

За характером виконуваної роботи транспорт поділяється на вантажний та пасажирський.

Транспорт загального користування здійснює переміщення сировини, палива, напівфабрикатів і готової продукції між підприємствами і з місць виробництва до місця споживання (авто, авіа, залізничний, трубопровідний).

Промисловий транспорт здійснює транспортні перевезення безпосередньо на підприємстві, а також зв'язок підприємств із транспортом загального користування (це внутрішньозаводський, внутрішньоцеховий та зовнішній транспорт – авто-, електро-, залізничний, конвеєрний, пневматичний).

Перевезення людей виконується транспортом загального користування, спеціалізованим пасажирським транспортом (трамвай, тролейбус, метро і т.д.) і транспортом особистого користування.

Основними складовими елементами будь-якого виду транспорту є:

- шлях, яким здійснюється переміщення рухомого складу;
- сфера обслуговування рухомого складу та пасажирів,
- рухомий склад із силовою установкою, пристосований для перевезення вантажів і/або пасажирів.

Автомобільний транспорт має велике значення у пасажирообігу та перевезенні вантажів на короткі та середні (до 1000 км) відстані і займає важливе місце в єдиній транспортній системі. Автотранспорт розвантажує інші види транспорту від короткопробіжних вантажів і переміщає основну масу вантажів від місць виробництва до місць споживання і перевантаження на залізничні станції, в аеропорти, водні пристані, а потім з місць вивантаження на склади вантажоодержувачів. Обсяги перевезень автомобільним транспортом в останні роки помітно знизилися. Однак, через ще більший спад у роботі інших видів транспорту, нині ним відправляється 64% вантажів. Оскільки транспортують автомобілями вантажі на значно коротші відстані, ніж залізницями чи трубами, то питома вага автомобільного транспорту у вантажообігу невисока (4,8%). За пасажирообігом в Україні він займає друге місце у транспортному комплексі, після залізничного.

Основні техніко-економічні переваги:

- висока маневреність та рухливість,
- висока швидкість доставки вантажу «від дверей до дверей»,
- можливість доставки вантажу на будь-які відстані (внутрішньозаводські, міські; приміські, міжміські і міжнародні перевезення).

Основні недоліки:

- висока вартість (у порівнянні з залізничним і водним транспортом),
- невелика вантажопідйомність рухомого складу,
- низька дорожня безпека,
- висока токсичність відпрацьованих газів .

Структура автомобільного парку України представлена на рис.5.2.

Розвиток автомобільного транспорту нерозривно пов'язаний з будівництвом автошляхів, які споруджуються, щоб зробити можливим рух автомобілів з високою швидкістю, необхідною безпекою та зручністю за умови

мінімальних дорожніх та транспортних витрат. Сучасна довжина лише магістральних автошляхів з твердим покриттям у світі перевищує 12 млн. км. В Україні довжина автомобільних доріг загального користування сягає майже 170 тис. км, з них біля 96,5% - із твердим покриттям. Найбільш розгалужена мережа автомобільних доріг сформована у Вінницькій, Дніпропетровській та Харківській областях. Водночас найменшу кількість автомобільних доріг загального користування з твердим покриттям мають Херсонська, Миколаївська, Луганська та Чернігівська області. Найважливішими автомагістралями є: Київ – Москва; Київ – Рівне – Львів – Чоп; Санкт-Петербург – Одеса; Москва – Севастополь.

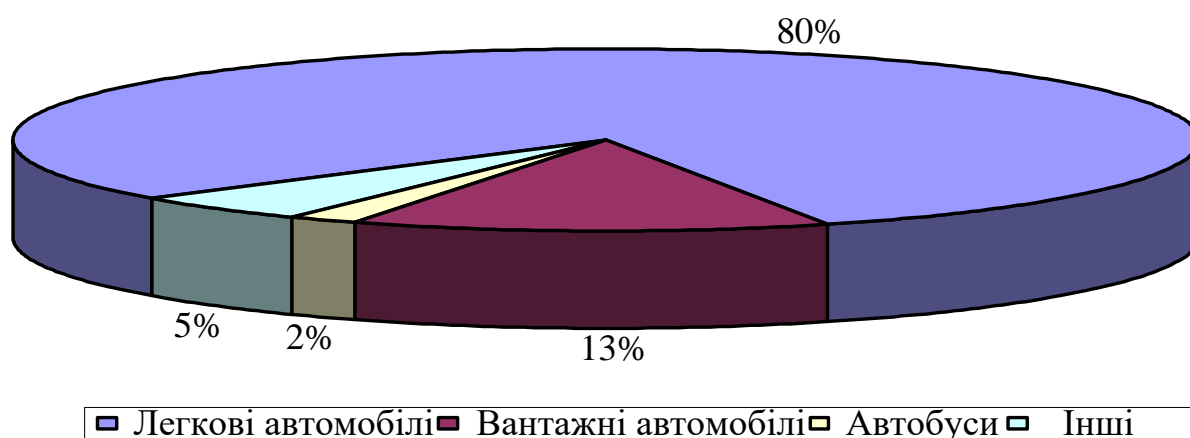


Рис.5.2. Структура автомобільного парку України.

Залежно від інтенсивності руху, дозволеної швидкості руху та роду технічних характеристик автомобільні дороги поділяються на 5 категорій (табл.5.1).

Таблиця 5.1

Категорія доріг

Параметри	Категорія доріг				
	1	2	3	4	5
Середньодобова інтенсивність руху в обох напрямках	Понад 7000	7000-3000	3000-1000	1000-200	Менше 200
Розрахункова швидкість руху, км/год	130	110	100	80	60
Ширина проїзної частини, м	15 і більше	7,5	7	6	4,5

Чим вища категорія дороги, тим більший потік автомобілів вона пропускає і тим більш досконалою вона є у технічному відношенні.

Автомобільна дорога включає в себе ґрунтове полотно та штучні споруди, на яких будується проїзна частина. Дорога повинна бути за можливістю прямою

з пологими кривими в площині, щоб поздовжній ухил не перевищував 30% для I категорії та 70% для V категорії. На дорогах вищих категорій роблять розділяючі смуги для розділення потоків автомобілів, які рухаються в зустрічних напрямках.

Залізничний транспорт Залізничний транспорт в Україні посідає перше місце за вантажообігом та пасажирообігом. Експлуатаційна довжина залізниць загального користування дорівнює близько 22,6 тис. км. Найбільш густа його мережа на Донбасі та у Придніпров'ї. Найменше залізниць на Поліссі та на півдні України. Найбільшими залізничними вузлами України є: Київ, Харків, Львів, Запоріжжя, Полтава, Дніпропетровськ, Жмеринка, Лозова та ін. Залізничні магістралі зв'язують Україну з сусідніми державами. У вантажопотоках переважають залізні та марганцеві руди, вугілля, будівельні матеріали, ліс, хімічна сировина, зерно тощо.

Перевезення вантажів залізницями має відносно невелику вартість перевезень та високу швидкість доставки вантажів. Однак, будівництво залізничних шляхів вимагає великих капіталовкладень, що залежить від топографічних, кліматичних та економічних умов. На залізничних шляхах існує два типи тяги – *автономна* (тепловози) та *не автономна* (електровози).

На *тепловозах* використовують дизельні двигуни внутрішнього згоряння та газотурбіни. *Електровози* класифікують за видом струму в контактній мережі. На сучасних залізницях використовують системи постійного струму напругою 3 кВ і змінного струму напругою 25 кВ і частотою 50 Гц.

Існують ще й комбіновані системи тяги – контактнo-акумуляторна система та дизель-контактна, які займають проміжне місце і мають електричні тягові двигуни. Електричний вид тяги використовується на дорогах, що мають електрифіковані шляхи. На таких дільницях електричні тягові двигуни отримують енергію від контактної мережі. Після виходу за її межі енергія до тягових двигунів поступає від акумуляторів, розташованих на контактнo-акумуляторному рухомому потязі. Тягові двигуни дизель-контактного локомотиву отримують енергію на не електрифікованих ділянках живлення від генераторів, які приводяться в дію дизельними двигунами потягу.

Магістральні та промислові тепловози широко використовують для перевезень на підприємствах чорної металургії, вугільної, хімічної, енергетичної промисловості тощо. Наприклад, в металургійній промисловості залізничний транспорт виконує 90% усіх перевезень. Тепловози на підприємствах переміщують потяги на невеликі відстані. В Україні залізницями на відстань 5 – 10 км переміщується до 40 млн. т вантажів за рік. Тепловози також використовують для перевезення рідкого металу від доменного цеху до міксерів, перевезення шлаку тощо.

Загальний ККД електровоза становить 30%, тоді як тепловоза не перевищує 20% (у паровоза – 3 – 5%).

Морський транспорт посідає друге місце за вантажообігом в Україні. У нашій державі він має сприятливі умови для міжнародних та каботажних (між портами всередині держави) перевезень. Найбільшими морськими портами в

Україні є Одеса, Іллічівськ, Херсон, Миколаїв, Севастополь, Керч, Феодосія, Маріуполь, Бердянськ. Працюють міжнародні поромні переправи:

- Іллічівськ – Варна (Болгарія),
- Іллічівськ – Поті (Грузія),
- Керч – Тамань (Росія),
- Євпаторія – Стамбул (Туреччина).

За середньою довжиною вантажних перевезень (близько 600 км) морський транспорт посідає перше місце серед інших видів транспорту. Але за відстанню перевезення пасажирів значно поступається залізничному і особливо повітряному транспорту.

У структурі перевезення вантажів морськими суднами переважають руди металів, кам'яне вугілля, нафта і нафтопродукти, будівельні матеріали.

Найбільшим морським портом України є Одеса. Він обладнаний під контейнерні перевезення. На залізничній станції Одеса-Порт відбувається перевантаження із залізничного на морський транспорт та навпаки. Одеса має регулярне сполучення більш як із 100 країнами світу. В Одесі обробляють понад 20 млн. тонн вантажів, що становить 20% морського вантажообігу країни. Це такі вантажі, як нафта, зерно, руда, будівельні матеріали, цукор тощо.

На південний захід від Одеси на березі Сухого лиману знаходиться порт Іллічівськ. Він обладнаний під контейнерні перевезення. Сюди надходять марганець, вугілля, залізна руда, будівельні матеріали, хімічні добрива, каучук, зерно, олія тощо.

Своєрідну спеціалізацію має порт Южний на Аджилицькому лимані. Він призначений для відвантаження аміаку, який надходить трубопроводом Тольятті (Росія) – Горлівка – Одеса.

У гирлі Південного Бугу за 74 км від моря знаходиться порт Миколаїв. Тут обробляють переважно нафтові вантажі, марганцеву руду, вугілля, метал. А у гирлі Дніпра знаходиться порт Херсон. Основні його вантажі: вугілля, ліс, зерно, метал, залізна та марганцеві руди, нафта. Це одночасно і морський, і річковий порт. Тут здійснюється перевалка вантажів з морських суден на річкові і навпаки.

Значними портами Азовського моря є Керч, Маріуполь, Бердянськ. Переважними видами вантажів, що переробляють ці порти є залізна руда, вугілля, а також рибні продукти.

Водотонажні судна поступаються у швидкості іншим видам транспорту, однак для пасажирів передусім важлива швидкість доставки. На ряді напрямків прямий морський шлях з меншою швидкістю забезпечує швидшу доставку, ніж наземні транспортні засоби на об'їзних маршрутах.

В наш час швидкісний зв'язок на морському транспорті забезпечується суднами на підводних крилах і суднами на повітряній подушці. На ряді напрямків час доставки швидкісними суднами співрозмірний з витратами часу у випадку використання повітряного зв'язку.

Річковий транспорт в Україні має допоміжне значення. Найбільші річкові порти розміщені на Дніпрі (Київ, Черкаси, Кременчук, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Каховка, Херсон), Дунаї (Ізмаїл, Юлія, Рені), Південному Бузі (Миколаїв,

Первомайськ, Вознесенськ), Дністрі (Білгород-Дністровський). Річками транспортують ліс, будівельні матеріали та ін.

Загальна довжина судноплавних шляхів, що експлуатуються в Україні, складає близько 4 000 км. За основними показниками перевезень вантажів та пасажирів цей вид транспорту знаходиться на останньому місці. Частка річкового транспорту у загальному перевезенні вантажів не перевищує 1,2%, а пасажирів – 0,3%. У структурі вантажних перевезень цього виду транспорту провідне місце належить будівельним матеріалам, вугіллю і коксу, залізній і марганцевій рудам.

Основну роль у перевезенні вантажів та пасажирів відіграє Дніпровський басейн. Дніпром та його найбільшими притоками - Прип'яттю та Десною здійснюється понад 90% всіх перевезень річкового транспорту в країні. На дніпровські порти Київ, Дніпропетровськ, Херсон та Запоріжжя припадає понад 85% всього обсягу роботи щодо перевезення вантажів і пасажирів у Дніпровському басейні.

Переваги пасажирських суден як транспортних засобів порівняно з іншими видами транспорту – пасажирські судна (в тому числі автомобільно-пасажирські пороми) забезпечують найбільшу партійність відправлень. Якщо партійність автобусних відправлень не перевищує 60 чол., залізничних – 500 чол., повітряних – 350 чол., то партійність відправлення на пасажирських судах досягає 2000 чол.

Авіаційний транспорт. Головною спеціалізацією є перевезення пасажирів та термінових вантажів. Найважливішими аеропортами країни є Бориспіль, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк, Одеса, Львів, Сімферополь. Через територію України проходять важливі міжнародні повітряні лінії до Німеччини, Росії, Туреччини, Чехії, Франції, Швеції та інших країн світу.

Україна має 36 цивільних аеропортів з твердим покриттям, які рівномірно розташовані на всій території країни. До цієї галузі належить також парк літаків та гелікоптерів.

Трубопровідний транспорт дає змогу подавати на великі відстані нафту, продукти її переробки, природний газ. Газ становить близько 2/3 обсягу транспортування продукції трубопроводами, менше третини припадає на нафту. Загальна довжина трубопроводів в Україні — понад 40 тис. км, з яких 87% припадає на газопроводи, а 13% — нафто- і нафтопродуктопроводи.

Головний елемент трубопровідного транспорту – трубопроводи які більшою частиною розташовані в закритих траншеях та за умови належного будівництва не порушують ні структури ґрунту, ні ландшафту. Його енергетичні пристрої – компресорні та насосні станції за наявності газотурбінних, дизельних та електричних приводів розміщуються, як правило, за межами міст та населених пунктів, і завдяки цьому вони не створюють значних екологічних загроз.

До складу магістральних трубопроводів входять:

- лінійні споруди, що є власне трубопроводом;
- системи протикорозійного захисту;
- лінії зв'язку, та інше;
- перекачувальні та теплові станції;

- кінцеві пункти нафтопроводів і нафтопродуктопроводів та газорозподільні станції, на яких приймають продукт, що надходить трубопроводом, і розподіляють його між споживачами.

Магістральні трубопроводи, як правило, заглиблюють в ґрунт на глибину 0,8 м, якщо інша глибина закладання не диктується геологічними умовами чи потребою підтримання температури нафти на певному рівні.

Перекачувальні станції, які обладнані відцентровими насосами, розташовуються на нафтопроводах з інтервалом 50 – 150 км. Продуктивність застосовуваних магістральних насосів складає до 12500 м³/год. На початку нафтопроводу розташована головна насосна станція (ГНС).

Головна насосна станція відрізняється від проміжних наявністю резервуарного парку об'ємом, рівним дво-, тридобової пропускній здатності нафтопроводу. Якщо довжина нафтопроводу більше 800 км, його розбивають на експлуатаційні ділянки довжиною 400–800 км, у межах яких можлива незалежна робота насосного обладнання. Проміжні насосні станції повинні мати резервуарний парк об'ємом до 1,5 – добової пропускної здатності трубопроводу.

Теплові станції встановлюють на трубопроводах, що транспортують високов'язкі нафти, іноді їх роблять з насосними станціями. Для підігріву продукту, що перекачують, застосовують парові або вогневі печі. Для зниження теплових втрат такі трубопроводи мають теплоізоляційне покриття.

Стан та прогноз відправлення вантажів трубопровідним транспортом України наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Динаміка роботи трубопровідного транспорту України, млн. тонн

Роки	Відправлення вантажів
1990	296
1991	270
1992	264
1993	251
1994	244
1995	246
1996	246
1997	236,6
1998	246
1999	246
2000	247
2005	250
2011	280
Прогноз	
2015	290

Трубопровідний транспорт має багато переваг – економічний, потужний, легко автоматизується, надійний в експлуатації, створює незначний негативний вплив на довкілля, не залежить від погодних умов.

Недоліком трубопровідного транспорту можна вважати його вузьку спеціалізацію – трубами можна транспортувати тільки певний вид продукції. Серед трубопроводів найбільш поширені нафтопроводи, газопроводи, продуктопроводи (пропан-бутан, бензин, дизельне паливо, мазут та ін.), аміакопроводи, водопроводи, шламопроводи та інші.

Транспорт електрики передбачає передачу електроенергії на значні відстані. В Україні працюють лінії електропередач (ЛЕП) надвисокої потужності: ЛЕП-500, ЛЕП-750, ЛЕП-800, ЛЕП-1500. Завдяки ним експортується електроенергія з України до Угорщини, Польщі, Болгарії, Молдови, а також надходить частина електроенергії з Росії.

ЛЕП складається з великої кількості опор, рівномірно розташованих вздовж обраної траси, з приєднаними до них ізоляторами, провідниками та блискавковідводами, які характеризуються зоною захисту – частиною простору, яка захищена від прямих ударів блискавки.

Після закінчення будівництва ЛЕП проводиться відчуження полоси відводу траси. Технічне обслуговування ЛЕП часто проводиться з використанням спеціального колісного пристрою, що самостійно пересувається провідниками, для захисту обслуговуючого персоналу використовується «клітка Фарадея». Експлуатаційні вимоги досить обмежені: утримувати ізолятори в чистоті, перевіряти пошкодження провідників, особливо після аварійних ситуацій, а також забезпечувати структурну цілісність опор.

5.2. Використовувані ресурси

Для всіх видів рухомого транспорту необхідною умовою для забезпечення його руху є вивільнення енергії, яка відбувається або в процесі горіння палива, або внаслідок вивільнення акумульованої чи підведеної електричної енергії.

Використовувані транспортом ресурси можна поділити на:

1. Ресурси для забезпечення руху рухомого складу транспорту.
 - Паливо.
 - Повітря для горіння палива.
 - Електроенергія.
 - Ядерна енергія.
2. Ресурси для забезпечення експлуатації транспорту.
 - Мастила для змащування рухомих елементів транспортних засобів.
 - Змінні та зношені елементи рухомого складу транспорту.
3. Ресурси для забезпечення функціонування спеціальних видів транспорту.

Вид палива, яке використовується для забезпечення руху транспортних засобів, залежить від виду силової установки, де потенційна енергія палива перетворюється в кінетичну енергію руху. Найбільш поширеними видами силових установок є:

- карбюраторний двигун внутрішнього згорання;
- дизельний двигун внутрішнього згорання;
- газова турбіна;
- ракетний двигун;

- ядерна силова установка.

Карбюраторні двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) використовуються у автомобілях та суднах. Чотиритактні двигуни застосовуються переважно в автомобілях, а двотактні – на легких мотоциклах та невеликих човнах.

Паливом для карбюраторних ДВЗ служить бензин. В різних країнах та регіонах застосовують різне позначення для різних марок бензину. В Україні застосовують автомобільний бензин марок А-72, А-76, А-80, АИ-91, А-92, АИ-93, АИ-95 та інші модифікації. Характеристикою бензину є так зване октанове число, яке характеризує детонаційну стійкість палива (здатність палива протистояти самозагорянню в процесі стискування) Це умовне число, яке рівне вмісту у об'ємних відсотках ізооктану (2,2,4-триметилпентана) у його суміші з н-гептаном, за якого ця суміш еквівалентна за детонаційними властивостями досліджуваному паливу в стандартних умовах випробування.

В різних регіонах світу використовують різні марки автомобільного бензину. В Європі поширені марки «суперплюс» або «супер» (не етильований літній та зимовий), «преміум» або «європейський» (не етильований літній та зимовий), «німецький» (етильований літній та зимовий), «італійський» (етильований літній та зимовий), «регулар» (не етильований літній та зимовий). В США застосовують автомобільний бензин марок «регулар», «мідгрейт», «преміум» та «суперпреміум». Всі марки бувають як літні, так і зимові. В Азіатсько-тихоокеанському регіоні застосовують автомобільний бензин марок 91RON, 92RON, 95RON, 97RON. Аббревіатура RON складена із перших букв англійських слів research octane number (октанове число згідно дослідницького методу).

У **дизельному двигуні** паливно-повітряна суміш стискується до межі, що приблизно вдвічі перевищує тиск у бензиновому двигуні. У результаті суміш стає настільки гарячою, що загоряється без електричної іскри. Дизельні двигуни більш потужні і економічні, але мають більшу питому масу на одиницю потужності порівняно з бензиновими. Дизельні двигуни використовуються окрім автомобільного на залізничному, морському та річковому транспорті.

Паливом для дизельних двигунів є дизельне паливо (солярка). Розрізняють дистильатне низьков'язке паливо – для швидкохідних транспортних засобів та високов'язке – для тихохідних (суднових, стаціонарних) двигунів. Окрім того розрізняють зимове та літнє дизельне паливо. Основна їх відмінність – у значенні температури граничної фільтрації та температури помутніння та застигання, які вказуються в стандартах на ці види палива. Виробництво зимового палива дорожче, однак літнє дизельне паливо за температури нижче -10 C без попереднього підігріву використовувати неможливо.

Основний показник дизельного палива – цетанове число, яке характеризує властивість палива до запалювання в камері згоряння і рівне об'ємному вмісту цетану в суміші з α -метилнафталіном, яка в стандартних умовах має однакову здатність до запалювання у зрівнянні з досліджуваним паливом. Температура спалаху для дизельного палива повинна бути не вище 70 C .

Останнім часом в рамках боротьби за охорону навколишнього середовища жорстко нормується вміст сірки в дизельному паливі. Під сіркою мають на увазі вміст сірчистих сполук – меркаптанів, сульфідів, дисульфідів, тіофенів, тіофанів і т.п. Допустимий вміст сірки в деяких остаточних паливах – до 3%, в суднових паливах – до 1%, а згідно останніх нормативів Євросоюзу допустимий вміст сірки в дизельному паливі не більше 0,001% (10ppm).

Бензинові та дизельні двигуни постійно удосконалюються для підвищення ефективності їхньої роботи і зниження забруднення довкілля. У сучасних двигунах карбюратор замінюють електронною системою впуску палива. Мікропроцесор контролює подачу суміші і час згоряння, підвищуючи ефективність згоряння палива та зменшуючи утворення надлишкової кількості вихлопних газів.

Газова турбіна — це тепловий двигун безперервної дії, на лопатках якого енергія стисненого і нагрітого газу перетворюється в механічну роботу на валу. Складається з компресора, сполученого безпосередньо з турбіною, і камерою згоряння між ними. Стиснуте атмосферне повітря з компресора надходить в камеру згоряння, де змішуючись з паливом і відбувається горіння суміші. У результаті згоряння зростає температура, швидкість і обсяг потоку газу. Далі енергія гарячого газу перетворюється в роботу. Входячи в соплову частину турбіни гарячі гази розширюються, і їх теплова енергія перетворюється в кінетичну. Потім, у роторній частині турбіни, кінетична енергія газів змушує обертатися ротор турбіни. Частина потужності турбіни витрачається на роботу компресора, а решта є корисною вихідною потужністю. Енергія турбіни використовується в літаках, на залізничному транспорті та на кораблях.

У авіаційному транспорті використовують повітряно-реактивні двигуни - газові двигуни, оптимізовані для отримання тяги від вихлопних газів або від тунельного вентилятора, приєднаного до газової турбіни. Реактивні двигуни, які виробляють тягу, головним чином, від прямого імпульсу вихлопних газів, часто називаються турбореактивними, в той час, як ті, які створюють тягу від тунельного вентилятора, часто називаються турбовентиляторними.

Як паливо для авіаційних двигунів використовують гас (керосин) – продукт переробки нафти, до складу якого входять парафінові, нафтені та ароматичні вуглеводи. На відміну від бензинів у керосині значно більша кількість ароматичних вуглеводів.

Для інших турбін використовують **газотурбінне паливо** - вуглеводневі гази або рідке нафтове паливо. Газоподібне паливо. (природні гази) застосовують головним чином в газотурбінних установках (у трубопроводному транспорті), що працюють на станціях перекачування газів магістральних газопроводів; рідке газотурбінне паливо - в транспортних (автомобільних, тепловозах, суднових) і крупних стаціонарних газових турбінах. До нафтового газотурбінного палива відносяться дистилати, що отримуються в процесі перегонки нафти, переробки продуктів крекінгу, дистилати сповільненого коксування мазуту та інші продукти вторинної переробки нафти. Основні вимоги, які ставляться до цього палива, - низький вміст ванадію і мала зольність. У рідке газотурбінне паливо додають присадки, що знижують корозію лопаток, відкладення нагару та золи.

Промисловість випускає два види рідкого газотурбінного палива: з $t_{заст} = 5^{\circ}\text{C}$ (для локомотивних газотурбінних двигунів) і 12°C (для інших транспортних і стаціонарних газових турбін).

Ракетний двигун - різновид реактивного двигуна, у якому робоче тіло (газ, продукти згорання, потік іонів) міститься в об'єкті (ракеті). Практичне застосування мають переважно ракетні двигуни, у яких тяга створюється внаслідок спалювання палива, кисень для цього використовується з окиснювача (рідкого кисню, перекису водню та ін.); Ракетні двигуни приводять у дію ракетно-носії космічних кораблів.

Для роботи ракетного двигуна застосовується як **рідке, так і тверде ракетне паливо**. Пальним у рідкому ракетному паливі служить звичайно рідкий водень, гас ($\text{C}_9 - \text{C}_{16}$) чи диметилгідрозин $(\text{CH}_3)_2\text{N}-\text{H}_2$. Окиснювачі - рідкий кисень чи тетраоксиддіазоту N_2O_4 . До складу твердого ракетного палива входять пил на основі нітроцелюлози $[\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_{3-x}(\text{ONO}_2)_x]_n$ - пальне і перхлорат амонію NH_4ClO_4 - окиснювач.

Ядерна силова установка – це силова установка, принцип дії якої оснований на енергії розпаду в процесі ядерних реакцій. Основна сфера застосування – атомний флот та авіація. Такий двигун у порівнянні з іншими для флоту забезпечує практично необмежену автономність плавання, велику потужність на валу і як наслідок можливість на протязі тривалого часу підтримувати високу швидкість ходу. Основними компонентами двигуна є ядерний реактор (від одного до двох в установці), теплова енергія, яка виділяється в результаті його роботи передається на двигун, або безпосередньо є робочим тілом (у випадку літака).

Як паливо для роботи ядерної силової установки використовується ядерне паливо, характеристика якого приведена у розділі 2 (атомні електричні станції).

Повітря, яке використовується для горіння палива у перелічених вище силових установках використовується без будь-якого попереднього збагачення. Обов'язковою операцією є тільки попереднє очищення повітря від механічних зважених частинок шляхом використання фільтрів.

Мастила (оливи) для змащування рухомих елементів транспортних засобів. Мастила широко застосовуються для змащування поршневих двигунів внутрішнього згорання (моторні оливи), у вузлах тертя (трансмісійні оливи), для змащування та охолодження підшипників турбоагрегатів (турбінні оливи), а також в інших випадках, де необхідно зменшити сили тертя (оливи загального призначення). Основними якісними показниками, що характеризують експлуатаційні властивості олив, є в'язкість, стабільність проти окиснювання, антикорозійні властивості та стійкість до піноутворення.

Трансмісійні оливи використовують у вузлах тертя агрегатів трансмісії легкових та вантажних автомобілів, автобусів, тракторів, тепловозів, дорожньо-будівельних та інших машин, а також у різних зубчатих редукторах і черв'ячних передачах промислового устаткування. Це базові оливи, леговані різними функціональними присадками. Як базові компоненти використовують мінеральні, частково або цілком синтетичні оливи. Трансмісійні оливи

працюють у режимах високих швидкостей ковзання, тисків та широкого діапазону температур. Їх пускові властивості і тривала працездатність повинні забезпечуватися в інтервалі температур від -60 до +150 °С. Тому до трансмісійних олив висувають досить жорсткі вимоги.

Основні функції трансмісійних олив:

- зниження до мінімуму втрат енергії на тертя;
- відвід тепла від поверхонь тертя;
- зниження шуму і вібрації зубчатих коліс, зменшення ударних навантажень;
- захист поверхонь тертя від зносу, заїдання та інших ушкоджень;

Для змащування та охолодження підшипників різних турбоагрегатів (парових та газових турбін, гідротурбін, турбокомпресорних машин) використовують турбінні оливи. Ці ж оливи використовують як робочі рідини у системах регулювання турбоагрегатів, а також у циркуляційних та гідравлічних системах різних промислових механізмів. Турбінні оливи повинні мати достатню стабільність проти окиснювання, не виділяти за умови тривалої роботи осаду, не утворювати з водою стійких емульсій, які можуть проникати в мастильну систему в процесі експлуатації, захищати поверхню сталевих деталей від корозійного впливу. Перераховані експлуатаційні властивості досягаються використанням високоякісної нафти, застосуванням глибокого очищення в процесі перероблення, введенням композицій присадок.

Змінні та зношувані елементи рухомого складу транспорту характеризуються великою різноманітністю і налічують велику кількість груп готових виробів, матеріалів та хімічних сполук. Проте можна виділити великі групи змінних та зношуваних ресурсів, які створюють однакову ступінь складності у їх утилізації з ціллю попередження забруднення навколишнього середовища. Це перш за все шини автомобільного та авіаційного транспорту, акумулятори, вода та охолоджувальні рідини, антизамерзаючі рідини

Ресурси для забезпечення функціонування спеціальних видів транспорту є індивідуальними для кожного конкретного випадку його експлуатації. Так для трубопровідного транспорту це може бути паливо та електроенергія, яка застосовується на перекачувальних та теплових станціях, на ЛЕП – змінні ізолятори, трансформаторні оливи і т.п.

5.3. Вплив на довкілля

5.3.1. Автомобільний транспорт. Автотранспортний комплекс розглядається зараз як всесвітня екологічна загроза людству. Забруднення повітря транспортними засобами пов'язано зі споживання енергії видобувних органічних палив. Згідно з європейською статистикою за 1998 рік енерговитрати транспорту становили 29,8% загального споживання енергії в Європейському Союзі (ЄС).

В транспортному секторі ЄС за розділом споживання палива на автотранспорт припадає 84,4%, на авіацію – 11,1%, на залізниці – 2,5% і на річковий транспорт – 2%.

За статистичними даними автомобільний транспорт є найбільшим забруднювачем довкілля серед інших видів транспорту України (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Викиди основних шкідливих речовин транспортом України (2011 р.)

Вид транспорту	Викиди					
	СО		С _m Н _n		NO _x	
	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%
Автомобільний	1452477	96,7	273644	96,2	130125	73,6
Залізничний	33578	2,2	6998	2,46	16233	9,2
Морський і річковий	15453	1,1	3838	1,34	30429	17,2
Всього	1501508	100	284480	100	176787	100

Вплив автотранспорту на екосистеми полягає у:

- забрудненні токсичними викидами атмосфери, водних об'єктів та ґрунтів, зміні хімічного складу ґрунтів і мікрофлори, утворенні виробничих відходів
- Забруднювальні речовини, окрім шкідливого впливу на живу природу, негативно впливають на створені людиною системи – на будівельні матеріали, історичні архітектурні та скульптурні пам'ятники та інші витвори мистецтва, викликають корозію металів, псування шкіряних та текстильних виробів;
- споживанні природних ресурсів – атмосферного повітря, яке необхідне для перебігу робочих процесів в ДВЗ транспортних засобів, нафтопродуктів і природного газу, які є паливом для ДВЗ, води для систем охолодження ДВЗ і мийки транспортних засобів, виробничих і побутових потреб транспортних підприємств, земельних ресурсів, відчужених під будівництво автомобільних доріг та інших об'єктів транспортної інфраструктури;
- виділенні теплової енергії у навколишнє середовище під час роботи ДВЗ та установок, в яких спалюють паливо;
- створенні високих рівнів шуму та вібрації;
- активації несприятливих природних процесів таких, як водна ерозія, заболочення місцевості, утворення сільових потоків, зсувів та обвалів;
- травмуванні і загибелі людей, тварин, нанесенні великих матеріальних збитків внаслідок аварій та катастроф;
- порушенні ґрунтово-рослинного покриву і зменшенні врожайності сільськогосподарських культур.

Найбільша частина шкідливих речовин, що виділяються двигуном автомобіля, припадає на частку відпрацьованих газів – продукт неповного згоряння використаного палива, у складі яких містяться різноманітні хімічні сполуки, у тому числі і небезпечні для здоров'я людини та шкідливі для оточуючого середовища.

Науково-лабораторні аналізи відпрацьованих газів автомобілів засвідчують, що в їх складі знаходиться майже 200 компонентів. Склад відпрацьованих газів залежить від роду застосовуваних палив, присадок і масел, режимів роботи двигуна, його технічного стану, умов руху автомобіля, тощо. Токсичність

відпрацьованих газів бензинових двигунів зумовлена головним чином вмістом оксиду вуглецю та оксиду азоту, а дизельних двигунів – оксидом азоту та сажі (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Склад відпрацьованих газів автомобілів

Компоненти, %	Бензинові двигуни	Дизельні двигуни
Азот	74,0-77,0	76,0-78,0
Кисень	0,2-8,0	2,0-18,0
Пари води	3,0-13,5	0,5-10,0
Вуглекислий газ	5,0-12,0	1,0-10,0
Диоксид вуглецю	5,0-14,0	1,0-12,0
Оксид вуглецю	0,1-10,0	0,01-0,3
Оксид азоту	0,1-0,5	0,001-0,4
Альдегіди	0-0,2	0-0,009
Вуглеводні	0,2-3,0	0,01-0,5
Сірчаний газ	0-0,002	0-0,03
Оксид сірки	0-0,003	0-0,015
Сполуки свинцю, мг/м ³	0-60,0	--
Сажа, г/м ³	0-0,4	0,01-1,1
Бенз(а)пірен, г/м ³	до 0,00002	до 0,00001

В порівнянні з карбюраторними двигунами дизельні мають такі переваги:

- більш висока паливна економічність (на 30 – 40%);
- висока надійність;
- менша токсичність.

До недоліків дизельного двигуна слід віднести:

- велику масу і розміри за умови однакової з карбюраторними двигунами потужності;
- більш важкий пуск двигуна;
- підвищений рівень шуму в процесі роботи;
- значні викиди з відпрацьованими газами сажі, яка може бути причиною утворення канцерогенних речовин.

Більш токсичний викид карбюраторних ДВЗ за рахунок більшого викиду CO, NO_x, C_mH_n. Дизельні ДВЗ викидають у великих кількостях сажу, що у чистому виді нетоксична, але її частки, володіючи високою адсорбційною активністю, несуть на своїй поверхні токсичні речовини, у т.ч. канцерогенні. Сажа може тривалий час знаходитися в зваженому стані в повітрі, збільшуючи тим самим час впливу токсикантів на людину. Застосування етилованого бензину сприяє потраплянню в навколишнє середовище свинцю (75% бензину – етилований бензин, який містить від 0,15 до 0,5 гРв/л) - отрута кумулятивної дії.

Автомобіль, що працює на етилованому бензині викидає 30 - 540 мг діоксинів у діоксиновому еквіваленті на кожен кілометр пройденого шляху.

Близько 70% Pb, доданого в пальне, потрапляє в атмосферу. З них 30% осідає на землю відразу за зрізом вихлопної труби, 40% залишається в повітрі. Один вантажний автомобіль середньої вантажопідйомності виділяє 2,5 - 3кг Pb/рік. Концентрація Pb у повітрі залежить від його вмісту в бензині:

C(Pb)бензин, г/л	0,15	0,20	0,25	0,50
C(Pb)повітря, мкг/л	0,40	0,50	0,55	1,00

Максимальний вміст сполук Pb відзначено в межах 50 м від доріг, який досягає 200 мг/кг ґрунту. Він накопичується рослинами: морква концентрує його до концентрацій, що перевищують ГДК у 4 - 7 разів, пшениця і ячмінь у 5 - 8 разів, картопля - до 26 разів.

Середній вміст бенз(а)пірену уздовж магістралі може складати 50 мкг/кг і доходити до глибини 1 - 2 м. На відстані 100 м від траси концентрація бенз(а)пірену перевищує фонові в 3 - 4 рази.

Викиди C_mH_n - пристінні зони в камері згоряння мають низьку температуру, відбувається гасіння полум'я й утворення тонкої плівки палива (товщиною 0,005-0,4 мкм). Поршень, рухаючись вгору, зіскрібає цю плівку. Збіднення пальної суміші ($\alpha > 1,15$) приводить до регулярних пропусків запалення і нестабільності робочих циклів.

Через зменшення ефективності згоряння пальної суміші за $\alpha > 1,15$ відбувається різке збільшення C_mH_n у викиді.

Сажа - присутня у викидах дизелів через неповноту згоряння палива чи через крекінг палива на гарячих поверхнях.

Викиди дизеля мають характерний вид і запах: чорний дим – сажа (частки вуглецю 0,1 - 0,3мкм), що адсорбує органіку; білий дим - туман з парів палива, крапель води, альдегідів, діє на людину подразнююче, появляється у випадку перебоїв у системі запалювання, на холостому ході і за малих навантажень; блакитний дим - складається з крапель C_mH_n менших, ніж у білому димі, утворюється після охолодження відпрацьованих газів.

Викиди NO_x - збільшуються у випадку підвищення температури згоряння. Максимальна концентрація NO_x створюється за $\alpha = 1,05 - 1,1$; за $\alpha = 1,2$ зменшується у зв'язку зі зниженням температури робочого циклу через розведення повітрям. Для холостого ходу температура згоряння робочої суміші 700 - 750⁰С, NO_x - не утворюється, за 1000 - 1100⁰С (NO_x) = 0,1%, за 2000 - 2200⁰С - 0,5%. За великого надлишку повітря температура горіння зменшується, NO_x утворюється в меншій кількості.

У газових двигунів робочий процес не відрізняється від карбюраторного, через більш низькі робочі температури у викиді зменшується кількість продуктів неповного горіння і NO_x .

Зараз у викидах нормуються CO, NO_x , C_mH_n , у перспективі - Pb. У числі нормованих повинні бути Pb, ПАВ (поліциклічні ароматичні вуглеводні), SO₂, альдегіди, сажа.

Вимоги ЄЕК ООН (Комітет з екологічної політики Європейської Економічної Комісії) щодо токсичності відпрацьованих газів транспортних двигунів послідовно посилюються. В таблиці 5.5. показана динаміка зростання вимог до вихлопу легкових автомобілів.

Таблиця 5.5

Норми токсичності вихлопу легкових автомобілів для європейських країн (г/км)

	Час введення	CO	ЗВ	НМВВ	NO _x	ЗВ+NO _x	ЗЧ
Дизель							
Euro 1	Червень 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	0.14 (0.18)
Euro 2	Січень 1996	1.0	-	-	-	0.7	0.08
Euro 3	Січень 2000	0.64	-	-	0.50	0.56	0.05
Euro 4	Січень 2005	0.50	-	-	0.25	0.30	0.025
Euro 5	Вересень 2009	0.500	-	-	0.180	0.230	0.005
Euro 6	Вересень 2014	0.500	-	-	0.080	0.170	0.0025
Бензин							
Euro 1	Червень 1992	2.72 (3.16)	-	-	-	0.97 (1.13)	-
Euro 2	Січень 1996	2.2	-	-	-	0.5	-
Euro 3	Січень 2000	2.3	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	Січень 2005	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	Вересень 2009	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005
Euro 6	Вересень 2014	1.000	0.100	0.068	0.060	-	0.005

ЗВ – загальні вуглеводні, **НМВВ** – неметанові вуглеводні, **ЗЧ** – завислі частинки

Стандартом Euro 6 вперше вводиться обмеження на викиди вуглецевого газу – 120 г на кілометр пройденого шляху. В зв'язку з неможливістю виконати цю вимогу на сучасних автомобілях, введення цього стандарту в дію перенесено на 2016 рік.

Окремі норми існують для легких комерційних автомобілів вагою до 1305 кг, легких комерційних автомобілів вагою 1305 кг - 1760 кг, легких комерційних автомобілів вагою 1760 кг - 3500 кг, автобусів та вантажівок з дизельними двигунами, великих вантажівок (більше 3500 кг).

Граничний рівень зовнішнього шуму для транспортних засобів встановлений у межах 77 - 80 дБ.

Згідно програми «АUTO oil» для США і країн Європейської Співдружності:

- **бензин**: вміст Pb не допускається, S – не більше 0,015%, ПАВ – не більше 1%, O – не менше 2,7%;

- **дизельне паливо**: S – не більше 0,035%, ПАВ – не більше 1%.

На викиди шкідливих речовин впливає режим роботи двигуна. У середньому холостий хід займає 30% усього часу руху, гальмування і прискорення – 55%, постійна швидкість 15%. Для холостого ходу основні токсиканти - CO і C_mH_n; NO_x відсутні через низьку температуру. В процесі прискорення у порівнянні з рухом з постійною швидкістю витрачається палива у 2 рази більше. В процесі гальмування підвищується вміст продуктів неповного згорання (сажа, альдегіди). Оптимальна швидкість руху для вантажних автомобілів – 60 - 65 км/год. У випадку руху з невисокими швидкостями

(25 - 30 км/год) витрата палива на одиницю шляху збільшується в 2 - 3 рази в порівнянні з оптимальною швидкістю. Для легкових автомобілів оптимальна швидкість – 80 - 90 км/год. За швидкості 35 - 30 км/год. витрата палива також збільшується в 2 - 3 рази. Мінімум викидів збігається з мінімумом витрат.

У результаті окиснення під дією сонячних променів окремих компонентів відпрацьованих газів автомобільних двигунів, пари бензину та інших речовин, утворюється фотохімічний смог. Смог викликає подразнення очей, носа і горла, ушкодження посівів сільськогосподарських культур, лісових насаджень та сприяє корозії металів тощо. Дослідження виявили, що до 35% від загальних викидів автотранспорту обумовлюються станом дорожнього покриття і організацією руху транспортних засобів. У випадку інтенсивного руху на 100 - 200 метрів від краю проїжджої частини ґрунт стає непридатним для вирощування сільськогосподарських культур.

Найбільшу шкоду завдає автомобільна дорога флорі та фауні, коли перетинає шляхи міграції та місця проживання тварин, території та об'єкти природно-заповідного фонду. Зона впливу автомобільної дороги поширюється на відстань до 3 км від краю проїжджої частини в залежності від інтенсивності дорожнього руху, складу транспортних засобів, а також від метеорологічних, кліматичних та топографічних умов місцевості.

Важливим аспектом забруднення навколишнього середовища є рідкі та тверді відходи автотранспортних підприємств (АТП). Нафтопродукти потрапляють у навколишнє середовище від автомобілів в процесі підтікання мастил від агрегатів та від зовнішньої мийки автомобілів. У середньому за рік у мийці легковий автомобіль залишає 50 кг забруднюючих речовин, вантажний – 250 кг.

Таблиця 5.7

Склад стічних вод АТП

Категорії автомобілів	Концентрація забруднень, мг/дм ³			
	Завислі речовини	Нафто-продукти	БСК ₂₀	розчинно-емульгуючі засоби
Легкові	400-600	20-40	20-40	0,01
Автобуси	900-1300	20-50	30-40	0,01
Вантажні малої підйомності	1400-1800	40-50	30-40	0,1
Вантажні великої підйомності	2000-4000	50-150	30-40	0,1

На дно акумуляторних батарей випадає свинцевий пил і шматочки свинцевих пластин, які також можуть потрапляти в навколишнє середовище.

На сьогоднішній день завдяки відсутності системи збору та утилізації відпрацьованої оливи (річна кількість в Україні складає 116 000 т/рік) значне забруднення спричиняється саме цим відходом експлуатації транспорту.

Забруднення навколишнього середовища може спричинитись етиленгліколем (складова антифризів, отрутний, має велику проникаючу здатність і за найменших нещільностей у системі охолодження потрапляє в

навколишнє середовище) та гальмівною рідиною.

Серйозною загрозою є велика кількість зношених автомобільних шин, ефективного впровадженого в Україні способу утилізації на сьогоднішній день не існує.

Автомобіль за свій життєвий цикл утворює масу відходів у 10 разів більше маси самого автомобіля. Якщо враховувати воду, яка застосовується автомобілями, (система охолодження і мийка), то маса відходів перевищить масу автомобіля в 100 разів. Наприклад, АТП із 150 автомобілів ЗІЛ-130 за рік експлуатації утворює 1,5 тис. т вторинних ресурсів і відходів, а з урахуванням споживання води – 9 тис. т.

Проте все-таки найбільш значний вплив на довкілля створюється продуктами горіння.

5.3.2. Залізничний транспорт. Принципово викиди тепловозних двигунів не відрізняються від автомобільних, тому що відпрацьовані гази мають аналогічний склад. Але режим роботи тепловозних дизелів більш стабільний, тому виділення забруднюючих речовин менше, ніж для автомобільних перевезеннях. Ступінь забруднення наближається до автомобільного тільки у випадку маневрової роботи. З електрифікацією вплив залізниці на навколишнє середовище зменшується. Найбільший вплив на атмосферу створюють тепловози з дизельними силовими установками (табл.5.8).

Таблиця 5.8

Викиди забруднюючих речовин у відпрацьованих газах дизелів локомотивів

Назва забруднюючої речовини	Норми викидів, г/(кВтгод)	
	експлуатація до 2-х років	експлуатація більше 2-х років
NO ₂	18	18
CO	10	12
CmHn	4	4,5

Таблиця 5.9

Ступінь забруднення відпрацьованих газів важкими металами

Елемент	Фон, мг/кг	Рівень забрудненості у смузі відводу, мг/кг
Марганець	<50	250
Хром	<10	150
Ванадій	<10	15
Цинк	<5	300
Нікель	<2	300
Мідь	<1	300
Свинець	<0,8	300
Молібден	<0,3	2
Кобальт	<0,5	5
Кадмій	<0,1	8

2 - 3% від всього обсягу викиду складають картерні гази та випари палива, а 97 - 98% - токсичні речовини відпрацьованих газів. Одна секція тепловозу викидає в атмосферу за годину роботи 28 кг CO, 17,5 кг NO_x, до 2 кг сажі. Маневрові тепловози працюють у перемінних режимах, тому викид відпрацьованих газів значно зростає.

Крім забруднення важкими металами слід зазначити забруднення примігстральних територій органічними речовинами. Аналіз хімічного забруднення ґрунтів триметрової смуги з рейкового шляху на залізничних станціях показав, що ґрунти забруднені щонайменше десятками поліциклічними ароматичними та іншими вуглеводнями. Вміст бенз(а)пірену перевищує ГДК у ґрунтовому покриві до 70 разів.

В окремих районах виникає проблема забруднення шляху та прилягаючих районів вугільним і рудним пилом, нафтопродуктами через витік і здування перевезених вантажів, пропарювання цистерн і очищення вагонів.

З пасажирських вагонів відбувається забруднення залізничного полотна сухим сміттям та стічними водами. На кожен кілометр шляху виливається до 180 - 200 м³ водяних стоків, причому 60% приходить на перегони, інше – на територію станцій. Дотепер пасажирські вагони не цілком переведені на електропідігрівання. В процесі роботи пічного опалення у вагонах, для якого використовується кам'яне вугілля, відбувається забруднення атмосфери та утворення твердих відходів.

Рефрижераторні секції і вагони, що використовуються для перевезення швидкопсувної продукції, обладнані холодильними установками, що працюють від автономних дизелів. Холодильна установка приводиться в дію дизелем, що за 1 годину роботи спалює 23 кг дизельного палива. Для підтримання заданої температури дизель повинен працювати 10 годин на добу. У холодильних установках використовуються озоноруйнуючі речовини (фреон та інші хлорфторвуглеці). Кожна холодильна машина (їх дві на вагон) заправлена 35 кг фреону.

До стаціонарних джерел забруднення відносяться локомотивні, вагонні депо, підприємства промислового залізничного транспорту, заводи ремонту рухомого складу, підприємства переробки щебеню, пункти підготовки й обмивки вантажних та пасажирських вагонів. Основна функція локомотивних депо – ремонт та профілактика рухомого складу. В процесі проведення ремонтів в атмосферу надходить пил (металевий, деревний, піщаний, кам'яновугільний), сажа, оксиди марганцю, оксиди азоту, сполуки фтору, пари сірчаної кислоти і лугів, оксид вуглецю, нафтовий бензин. У складі вагонних депо як самостійні підприємства діють промивочно-пропарювальні станції (ППС), де виконується очищення цистерн від залишкових нафтопродуктів. В Україні функціонує 5 ППС. Очищення складається з таких операцій:

- пропарювання внутрішньої порожнини парою,
- промивання гарячою водою,
- продувка та видалення залишкових газів з цистерни (дегазація).

Усі вони супроводжуються виділенням забруднюючих речовин:

На ППС у добу обробляється більше 250 цистерн, шкідливі викиди складають більше 3 т на добу:

Стічні води ППС (обсягом від 60 до 500 м³) забруднені нафтопродуктами, розчинними органічними кислотами, фенолами. Якщо в цистерні перевозили етилований бензин, стоки містять тетраетилсвинець.

Таблиця 5.10

Забруднення атмосферного повітря в процесі миття залізничних цистерн

Тип оброблюваної цистерни	Речовини, що виділяються, кг/цистерна		
	бензол	ксилол	СН
Місткістю 60 т від світлих нафтопродуктів (бензин, гас, дизельне паливо)	4,55	2,77	8,47
Те ж, від темних нафтопродуктів (мазут, нафта)	-	-	3,97

Таблиця 5.11

Нормативи водоспоживання і водовідведення ППС, м³/цистерна

Види робіт	Споживання свіжої води	Споживання оборотної води	Водовідведення	Витрати
Зовнішня обробка цистерн	0,35	2,50	0,15	0,20
Внутрішня обробка цистерн:				
- від нафтопродуктів та хімікатів,	0,11	3,50	0,05	0,06
- від мазуту й бітуму	0,35	10,00	0,15	0,20

5.3.3. Водний транспорт. Забруднення довкілля відбувається за двома основними напрямками:

- *по-перше*, морські і річкові судна забруднюють біосферу відходами, одержаними у результаті експлуатаційної та виробничої діяльності;
- *по-друге*, викидами у випадку аварій суден з токсичними вантажами, здебільшого нафтою і нафтопродуктами.

В умовах звичайної експлуатації основні джерела забруднень: суднові двигуни, головна енергетична установка, а також вода, яка використовується для мийки вантажних танків і баластові води. Енергетичні установки суден забруднюють відпрацьованими газами передусім атмосферу, звідки токсичні речовини частково або майже повністю потрапляють у води морів, річок, океанів. Сьогодні переважна більшість суден обладнана дизельними двигунами. Невелику частку складають судна з паротурбінними установками, число яких за останні роки скорочується (у зв'язку з меншою економічністю порівняно з дизелями).

Гази CO , CO_2 , C_mH_n накопичуються на поверхні водного середовища. Газоподібні вуглеводні і викиди CO судових теплових двигунів беруть участь в окиснювальних реакціях і в кінці перетворюються у CO_2 , наявність якого в

атмосфері викликає парниковий ефект. У першому наближенні екологічну шкоду водному середовищу можна підрахувати як суму збитків від сірчаного ангідриду, оксидів азоту, сажі та викидів незгорілого палива суднових двигунів, а також випарування нафтовантажів транспортного флоту.

Судна переміщуються на великі відстані з постійною швидкістю, двигуни тривалий час працюють в оптимальному режимі, тому відпрацьовані гази містять мінімум токсичних речовин. У 1997 р прийняті Правила запобігання забруднення атмосфери суднами, що передбачають з 2000 р більш жорсткі обмеження викидів сполук азоту і сірки. Відповідно до них, вміст NO_x повинен складати 9-17 г/кВт.год, SO_x – до 6 г/кВт.год, димність – до 0,15 г/м³. Судна, що експлуатуються на міжнародних лініях, повинні мати Міжнародне свідоцтво про запобігання забруднення повітряного середовища, що видається на термін 5 років.

Нафта та нафтопродукти є основними забруднювачами водного басейну в процесі роботи водного транспорту. За оцінками фахівців у моря й океани виливається до 10 млн.т нафтопродуктів за рік. Кожна тонна нафти покриває плівкою 12 км² водної поверхні. Нафтова плівка перешкоджає проникненню у воду кисню повітря. За товщини плівки 4мм і концентрації нафти у воді 17 мг/дм³ кількість розчиненого кисню знижується за 20 діб на 40%. Підвищення концентрації нафти до 20 – 23 мг/дм³ викликає порушення рухової здібності риб та їхню загибель. Вважається, що забруднення поширилося на 25% поверхні Світового океану

Джерела надходження нафти:

- з суден, що знаходяться в морі - 28%;
- зі стоками рік - 26%;
- з суден, що знаходяться у портах – 14%;
- з атмосфери – 10%;
- іншими шляхами – 4%.

Нафтовими залишками забруднена промивна вода від танків, баластова вода (у танку залишається близько 1% нафти). Тоннаж танкерів безупинно зростає і перевищує 300 - 600 тис. т.

Кінець ХХ століття був відмічений кількома великими екологічними катастрофами пов'язаними з перевезенням нафти, котрі трапилися, незважаючи на заходи, що вживаються для безпечного мореплавства, особливо танкерів.

Таблиця 5.12

Забруднення океану внаслідок найбільших аварій нафтових танкерів

Рік	Назва танкера	Місце аварії	Кількість нафти, що вилілася в море, тис. т
1967	Торі каньйон	Мис Корнуелл, Англія	123
1976	Уркіоло	Узбережжя Іспанії	100
1978	Амоко Кадіс	Узбережжя Франції	200
1990	Екссон Валдіс	Узбережжя Аляски	40
2007	Волга-нефть	Керченська протока	4

Шкоду водному середовищу завдають важкі метали та їх оксиди, в першу чергу оксиди заліза, а також шум і вібрації теплових двигунів.

5.3.4. Авіаційний транспорт. Аеропорти займають величезні площі, в середньому 25 - 50 км² (аеропорт Даллас - 70 км²). Через безпеку польотів та шум непридатні для житла близько 120 км². Взаємодія з навколишнім середовищем пов'язана з польотами всіх типів літаків і гелікоптерів, а також з будівництвом та функціонуванням аеропортів і ремонтних підприємств, що, як правило, розташовуються поблизу великих промислових центрів.

В авіації застосовується 2 види палива: гас (керосин) і бензин, що трохи відрізняються за складом продуктів згоряння. Етилований бензин (C₄ – C₁₂), що використовують літаки з поршневіми двигунами, дає в відпрацьованих газах Pb, тобто викиди аналогічні викидам автотранспорту. Роль літаків з поршневіми двигунами незначна і постійно зменшується.

Основна маса літаків використовує газотурбінні (реактивні) двигуни (ГТД), що працюють на гасі, - теплові двигуни, у яких повітряно-паливна суміш спочатку стискується і нагрівається (у камері згоряння), а потім енергія стиснутої і нагрітої суміші перетворюється в механічну роботу. ККД ГТД досягає 50%.

Витрата палива для різних етапах польоту залежить від довжини рейсу: за дальності польоту 550 – 570 км на зліт і набір висоти йде 50%, на крейсерський політ – 25%, на зниження і посадку – 25% палива. У випадку збільшення дальності в 2 рази на зліт і набір висоти йде 45%, на зниження і посадку – 15% палива. За збільшення дальності в 3 рази витрата палива на крейсерський політ збільшується до 63%. На висотах більше 21 - 15км збільшується питома витрата палива через зменшення повноти згоряння.

Продукти згоряння палива (гасу) у ГТД містять нетоксичні CO₂, пару H₂O, N₂, а також CO, NO_x, вуглеводні (метан, ацетилен, етан, етилен, пропан, бензол, толуол), альдегіди (формальдегід, акролеїн та оцтовий альдегід), тверді частки сажі, що утворюють димний шлейф за соплом. Крім цього літаки викидають і паливо не тільки у випадку аварійних ситуацій, але і в процесі продувки і спорожнювання ємностей, після невдалого запуску двигуна чи після його вимикання після польоту.

Дослідження продуктів згоряння двигунів літака "Боїнг-747" (таблиця 5.13) показали, що вміст токсикантів у продуктах згоряння істотно залежать від режиму роботи двигунів.

Близько 42% загальної витрати палива і високі концентрації CO і вуглеводнів характерні для роботи двигуна на знижених режимах (холостий хід, вирулювання на та з злітно-посадочної смуги, наближення до аеропорту, захід на посадку), а вміст NO_x істотно зростає за режимів роботи, близьких до номінального (зліт, набір висоти, польотний режим). Від старту до зльоту літак спалює близько 2000 л палива. Сумарний викид токсичних речовин в атмосферу літаками з ГТД безупинно зростає, що зв'язано з підвищенням витрати палива до 20 - 30 т/год і ростом числа експлуатованих літаків. На відпрацьовані газу авіаційних двигунів приходить 87% усіх викидів цивільної авіації.

Таблиця 5.13.

Забруднення на різних режимах польоту літака "Боїнг-747"

Режим злітно-посадочного циклу	Відносна тяга двигуна у режимі	Час роботи у режимі, хв	Переважні забруднюючі речовини у викиді
Холостий хід і руління перед зльотом та після посадки	0,07	22,0	CO, C _m H _n
Зліт	1,00	0,7	NO _x
Набір висоти до 900м	0,85	2,2	NO _x
Захід на посадку з 900м	0,30	4,0	CO, C _m H _n

Шумовий вплив створюють авіадвигуни, допоміжні силові установки, аеродромний спецавтотранспорт, авіаційно-технічні бази і ремонтні заводи. Різновидом шумового впливу є звуковий удар. Він виникає у випадку польоту літака з надзвуковою швидкістю. Механізм дії звукового удару заснований на утворенні ударної хвилі й імпульсного звуку. Ударна хвиля – це тонка перехідна область, що поширюється в повітрі з надзвуковою швидкістю, у якій відбувається стрибкоподібне збільшення густини, тиску і температури речовини. Навколо літака, що летить з надзвуковою швидкістю, створюється конус стрибків (перепадів) від надлишкового тиску до різко зниженого (негативного). Він рухається в напрямку нестиснутого повітря, поле тиску змінюється. В час контакту з поверхнею Землі виникає імпульсний звук у результаті раптового і швидко зникаючого підвищення тиску. Інтенсивність звукового удару залежить від форми і маси літака (збільшення його маси викликає посилення інтенсивності удару). Звуковий удар робить несприятливий вплив: серед тварин найбільш піддані його дії коні, північні олені, морські котики й ін. Механічний вплив удару викликає схід сніжних лавин, каменепади і т.д. Крім цього в сліді надзвукового літака відбувається понад 300 хімічних реакцій й утворюються конденсаційні шлейфи. Компоненти реактивних струменів (гідроксил, атомарний кисень, оксиди сірки й ін.) руйнують атмосферний озон, впливають на процеси утворення хмар. Тому згідно останніх досліджень світовий парк надзвукової авіації не повинен перевищувати 500 - 600 одиниць.

У цивільній авіації шумність літаків визначається стандартами ІСАО для країн ЄС: з 1 квітня 2002 р цілком заборонені польоти літаків, що не відповідають цим стандартам. Літаки, що не відповідають вимогам ІСАО, а також аналогічним вимогам американського стандарту FAR 36, не підлягають занесенню в Регістри цивільної авіації своїх країн.

Крім шумового забруднення авіація приводить до електромагнітного забруднення середовища. Його викликає радіолокаційна і радіонавігаційна техніка аеропортів і літальних апаратів, необхідна для проведення польотів. Радіолокатори випромінюють у надвисокій, високій і ультрависокій областях частот.

Забруднення повітряного середовища *ракетними двигунами* відбувається в процесі їхньої роботи перед стартом, на зльоті та посадці, під час наземних випробувань у процесі виробництва чи після ремонту; в процесі заправлення паливом. Відмітна риса ракетного двигуна - він не використовує в процесі

роботи компонентів навколишнього середовища (повітря і воду), тому є основним двигуном у космонавтиці.

Робота рідинного ракетного двигуна супроводжується викидами продуктів повного і неповного згоряння палива, що складаються з O, NO_x, OH і ін. Склад продуктів згоряння визначається співвідношенням компонентів палива, температурою згоряння, процесами дисоціації і рекомбінації молекул. Кількість продуктів згоряння залежить від потужності рухових установок. В процесі згоряння твердого палива з камери згоряння викидаються H₂O, CO₂, HCl, CO, NO, Cl, а також тверді частки Al₂O₃ із середнім розміром 0,1 мкм (іноді до 10 мкм). У двигунах космічного корабля "Шаттл" спалюється як рідке, так і тверде паливо.

Таблиця 5.14

Викиди 1 запуску «Шаттлу»:

Продукти згоряння, т						
HCl	Cl	NO	CO	CO ₂	H ₂ O(пара)	Al ₂ O ₃
162,9	24,1	6,7	3,13	375,4	480,4	176,0
Усього				1228,63		

Під час запуску у пусковій системі утворюється хмара продуктів згоряння, водяної пари, піску та пилу. Після запуску високотемпературна хмара піднімається на висоту до 3 км і пересувається під дією вітру на відстані в 30 - 60 км. Вона може розсіятися, а може стати причиною кислих дощів. В процесі старту і повернення на Землю ракетні двигуни несприятливо впливають на всі шари атмосфери, руйнують озоновий шар Землі. За деякими прогнозами в ХХІ віці для транспортування вантажів на орбіту буде запускатися 10 ракет за добу з викидом для кожної більше 1,5 т/с.

5.3.5. Трубопровідний транспорт. Великою небезпекою для навколишнього середовища є трубопроводи, лінії яких останніми роками стали зонами особливого екологічного ризику.

Незважаючи на високу міцність, ці трубопроводи (діаметр труби переважно понад 1 – 1,5 м, товщина стінки – 1,5 - 2,0 см, тиск усередині — кілька атмосфер) з часом просідають (особливо у зонах мерзлих або різнопородних тріщинуватих ґрунтів, під власною вагою та через різницю температур), тріскаються на стиках, кородують унаслідок підвищеної кислотності повітря чи несприятливих кліматичних умов. У місцях пошкодження труб на прилеглі території виливається велика кількість забруднювальних речовин, а оскільки це часто трапляється далеко від населених пунктів, у лісі, в горах, то через неможливість оперативно ліквідувати аварію шкода, завдана довкіллю, буває величезною. Викид 2 тонн нафти у випадку прориву нафтопроводу порушує близько 1000 м² земної поверхні. Крім того, у випадку забруднення поверхневих та підземних вод радіус екологічного впливу збільшується в кілька разів.

У ході будівництва трубопроводу проводиться розчищення від рослинності і профілювання траси. Ширина «коридору», у межах якого ведуться роботи, відповідно до норм відводу земель, для магістральних трубопроводів діаметром

1220 – 1420 мм складає від 30 до 45 м. Крім цього в більшості випадків для доставки будівельних матеріалів, труб і устаткування споруджуються тимчасові під'їзні колії, для яких додатково займаються землі за межами смуги відводу. Прокладка трубопроводів може здійснюватися підземним, наземним і надземним способами. Наземний допускає спорудження спеціального насипу під трубопровід, а надземний – зведення опор. Наземні прокладки трубопроводів заважають міграції тварин. Зараз прокладка трубопроводів ведеться підземним способом з надійною теплоізоляцією. Транспортування газу ведеться після попереднього стиску на компресорній станції, у результаті чого температура газу піднімаються до 60°C з наступним охолодження до негативних температур в процесі транспорту.

Проте екологічні впливи в процесі експлуатації трубопроводу все таки більш тривалі за часом, ніж для будівництва. Зв'язані вони з протіканням через негерметичність труб, несправності запірної арматури (засувок, вентилів, кранів і т.д.), просочування продукту в атмосферу через тріщини та розриви трубопроводів, від «дихання» резервуарів.

Забруднення та їхні причини:

- викиди легких вуглеводнів в процесі заповнення резервуарів і температурних коливань;
- випари нафти з поверхні стічних вод, у випадку витоків та аварійних розливів (можливе потрапляння нафти у водойми);
- утворення відходів від зачищення труб та резервуарів від парафіносмолистих відкладень.

Джерела забруднень:

- перекачування речовини, яка транспортується (станції перекачування і нафтоналивні пункти);
- мікротріщини, корозійні свищі в трубах, у зварних з'єднаннях, у сальниках запірної апаратури (лінійні ділянки)

Аварії, зв'язані з залповими викидами нафти і газу найбільш небезпечні, тому що нафта просочується у ґрунт, потрапляє у водойми, забруднює підземні води, випаровується в атмосферу. Можливі прориви підводних нафтопроводів.

Особливу небезпеку створює зосередження різно- та однорідних трубопроводів в одному технологічному коридорі (наприклад, на 205 км траси Уренгой – Ужгород у вузлі взаємного перетинання 15 ниток найбільших трансконтинентальних газопроводів щодоби перекачують близько 1,4 млрд.м³ газоподібних вуглеводнів під тиском 7,5 МПа). 03.06.89р. аварія трубопроводу Нижньовартівськ - Нафтокамськ (викид зрідженого нафтового газу), що привела до вибуху між потягами, що рухались назустріч один одному. Загальна площа вибуху 2,5 км², зона середніх руйнувань перевищила 75 км². Загинуло 1224 людини. Небезпечним для навколишнього середовища є витікання нафти і газу на ділянках трубопроводів, розміщених під судноплавними трасами річок і морів та іншими великими водоймищами. Нафта і газ несуть тепло, тому можливе відтаювання ґрунту, просідання і прориви труб. Газові викиди часто супроводжуються вибухами та пожежами, нафта нищить водні екосистеми й пернатих. В останні роки багато аварій і нещасть було пов'язано із

навмисними пошкодженнями нафтопроводів та викраданням нафтопродуктів.

В процесі транспортування газу утворюються конденсаційні води, що містять органіку (газоконденсат, олія, метанол, діетиленгліколь, фенол, гідрати вуглеводнів) і неорганіку (Ca^{+2} , CN^- , SO_4^{-2} , NO_3^- , Mo^{+2} , Fe^{+3} , NH_4^+). Усе це вивуається в навколишнє середовище в процесі чищення та ремонту.

В процесі очищення технологічної апаратури використовуються і потрапляють у навколишнє середовище:

- рідкі речовини - HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , KOH , трилон Б;
- тверді частки - гідрати вуглеводнів, меркаптиди, важкі метали і механічні домішки - глина, іржа.

5.3.6. Транспорт електрики. ЛЕП також викликають низку екологічних проблем. Спеціальні дослідження показали, що ЛЕП надвисокої напруги (750–1150 кВ), з екологічної точки зору є дуже небезпечними. Навколо них утворюються потужні електромагнітні поля, які негативно впливають на живі організми і людину, порушують природну міграцію тварин, процеси росту рослин тощо.

Підготовка трас для ЛЕП, вирубування просік, встановлення опор, монтаж проводів та іншого експлуатаційного обладнання і подальша експлуатація ЛЕП зумовлюють відповідну реакцію з боку екосистем. Вирубування лісу часто призводить до значної перебудови всього комплексу кліматичних факторів: на просіках збільшується швидкість вітру, змінюються температура та вологість повітря, влітку різко посилюється інтенсивність випаровування вологи з поверхні ґрунту й трав'яного покриву, що викликає пересихання поверхневих шарів ґрунту, а взимку на просіках накопичується надмірна кількість вологи, що сприяє вегетації рослин навесні. Розморожування та відтаювання ґрунту на просіках відбувається на 7 - 30 днів раніше, ніж у лісі. Це призводить до виникнення ерозійних процесів.

Утворення просік супроводжується також значними змінами тваринного компоненту екосистем: спостерігається зникнення видів, що мешкають у кронах дерев: змінюється видовий склад, чисельність та різноманіття птахів тощо.

Без сумніву, ЛЕП впливають і на стан здоров'я людей. Це у першу чергу пов'язано з потенційними нещасними випадками, як то: нанесення травматизму людям від взаємодії з струмопровідними елементами ЛЕП, витоків або розлиття трансформаторного мастила, а також від шумових впливів від коронного розряду. Розростання міст до мегаполісів наближує ЛЕП до новобудов. Допустимі норми електричного поля не повинні перевищувати $1 \text{ кВ}\cdot\text{м}^{-1}$; для цього необхідно віддаляти опори ЛЕП на 30–40 м від житлових будівель.

5.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу транспорту на навколишнє середовище та його попередження

Система заходів охорони довкілля від забруднення транспортом завдяки багатоплановості його негативних впливів, цілому спектру газоподібних, твердих та рідких відходів, які утворюються в процесі його експлуатації, фізичних та електромагнітних впливів, є складною та багатогранною. На нашу думку у заходах попередження негативного впливу транспорту на навколишнє

середовище можна виділити такі основні напрямки, які дозволяють найбільш суттєво знизити небезпеку забруднення довкілля:

1. Розроблення системи заходів щодо мінімізації негативного впливу від спалювання палива. В найбільшій мірі заходи слід застосовувати до автомобільного транспорту, як до найбільшого забрудника довкілля.

2. Утилізація найбільш небезпечних відходів та забрудників.

5.4.1. Система заходів мінімізації негативного впливу від спалювання палива. Аналіз робіт щодо зниження токсичності відпрацьованих газів дозволяє виділити такі основні напрямки:

- впровадження нових конструкцій двигунів (адіабатних дизелів, двигунів Стірлінга і Ванкеля), використання нових типів силового устаткування;
- заміна конструкції, робочих процесів, технології виробництва автомобілів з метою зниження токсичності відпрацьованих газів;
- застосування пристроїв очищення або нейтралізації відпрацьованих газів (для автомобілів з бензиновими двигунами - ефективних каталітичних нейтралізаторів потрійної дії, які окислюють вуглець та вуглеводні і відновлюють оксиди азоту, для автомобілів з дизельними двигунами-фільтрів, які очищають відпрацьовані гази від сажі);
- законодавче обмеження викиду шкідливих речовин автомобілів, нових та тих, що експлуатуються, а також проведення податкової політики, що стимулює зниження викиду шкідливих речовин;
- розроблення нормативів, процедур контролю, а також технологій, що забезпечують підтримання технічного стану автомобілів на рівні, який гарантує викид шкідливих речовин, не вищий за нормативний;
- вдосконалення процесів керування автомобілем і транспортними потоками, поліпшення дорожніх умов, а також вдосконалення технологічних схем перевезення вантажів;
- зниження міського шуму, в першу чергу за рахунок зменшення шумності транспортних засобів, збільшення відстані між джерелом шуму та об'єктом впливу. Використання спеціальних шумозахисних смуг озеленення, різних прийомів планування і раціонального розміщення мікрорайонів. Ефективним засобом зниження транспортного шуму є прокладання доріг у виїмці – зниження рівня шуму може досягти до 15 дБ.

Раціональна експлуатація автомобілів. Зменшення забруднення довкілля шляхом раціональної експлуатації автомобілів включає багато складових. До основних з них відносяться:

- підтримка автомобілів в технічно справному стані за оптимальних регулювань їх систем та агрегатів;
- оптимальне управління автомобілем в експлуатаційних умовах;
- оптимізація дорожніх умов руху автомобілів;
- раціональне використання автомобілів під час виконання транспортних робіт.

Кількість шкідливих викидів автомобілів в значній мірі залежить від технічного стану його агрегатів, механізмів і систем. В першу чергу це стосується двигуна автомобіля. Зменшення пропускної здатності повітряних

жиклерів головної системи на 7% призводить до погіршення економічності на 2% і підвищення викидів оксиду вуглецю на 5%. На економічність та токсичність двигуна особливо впливає несправність клапана економайзера. Заїдання клапана у відкритому стані погіршує економічність на 34% і збільшує викиди вуглеводнів в 2 рази, а оксиду вуглецю – в 5,4 рази. Несправність вакуумного регулятора внаслідок порушення герметичності підвідної трубки погіршує економічність на 16% і спричиняє збільшення викиду оксиду вуглецю майже на 14%. Зменшення зазорів між електродами свічок є причиною погіршення економічності на 15% і збільшення викидів оксиду вуглецю майже на 18%, а вуглеводнів – у 4 рази.

Тому в процесі технічного обслуговування та огляду необхідно приділяти особливу увагу забезпеченню оптимальних регулювань та своєчасному виявленню та усуненню несправностей систем автомобільного двигуна. Першочергово це стосується тих систем, які потрібно періодично перевіряти і регулювати в режимах, що широко використовуються в експлуатаційних умовах і легко імітуються без спеціального обладнання в умовах підприємств.

Основні задачі удосконалення бензинових двигунів – це поліпшення паливної економічності і зменшення токсичності. На сьогодні вирішення цих задач полягає, переважно, у досягненні стійкого горіння збіднених паливо-повітряних сумішей в усіх експлуатаційних режимах роботи двигуна та забезпеченні більш гнучкого управління робочим процесом. Для зменшення викидів шкідливих речовин останнього часу розроблено та доведено до серійного виробництва ДВЗ, які працюють на бідних сумішах (відношення повітря/паливо приблизно 20/1), що дозволяє збільшити ступінь стискання до 13. Такі двигуни мають хорошу паливну економічність, на 20% кращу, ніж у звичайних ДВЗ.

Параметром, який суттєво впливає на концентрацію шкідливих речовин в відходячих газах (ВГ) двигунів з іскровим запалюванням, є відношення повітря/паливо. Із збагаченням суміші вміст CO та C_mH_n у ВГ різко збільшується, а із збідненням суміші – значно зменшується. Тенденції до збільшення C_mH_n в зоні бідних сумішей (відношення повітря/паливо більше, ніж 18/1) пояснюється поступовим зменшенням швидкості згорання та можливими пропусками займання суміші. Двигуни, які працюють на бідних сумішах, значно менше викидають CO і NO_x . Проте, через існування межі збіднення важко підтримувати усталену роботу двигуна. Пояснюється це неможливістю забезпечення повного і якісного займання однорідної бідної суміші. Це є недоліком традиційних систем запалювання, в яких запалювання слабке та одноточкове. Для багаточиліндрових двигунів цей недолік підсилюється неоднорідністю складу суміші та нерівномірним розподілом по циліндрах. Забезпечення стабільного згорання надто збіднених сумішей досягається закручуванням потоку суміші з метою його турбулізації. (за допомогою заслінки, яка встановлена у впускному трубопроводі, або за допомогою спеціальних визискувачів). Надійне підпалювання збіднених повітряних сумішей забезпечується установленням у циліндрі двох свічок запалювання та застосування багато-електродних свічок і свічок з підвищеною енергією і

тривалістю розряду, а також свічок запалювання зі збільшеним іскровим проміжком.

Нейтралізація та уловлювання шкідливих речовин із відхідних газів спалювання палива. Зменшення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах оптимізацією процесу згоряння є найперспективнішим заходом, тому що продуктів неповного згоряння CO і $C_T H_n$ легше позбутися на стадії їх утворення. Проте повністю виключити вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах неможливо. Тому шкідливі компоненти відпрацьованих газів у випускній системі двигуна нейтралізують спеціальними пристроями – нейтралізаторами.

Для нейтралізації шкідливих речовин у ВГ необхідно забезпечити умови для окиснювальних реакцій і окиснення продуктів неповного згоряння палива (особливо CO та $C_T H_n$) до продуктів повного згоряння CO_2 та H_2O , а також і відновлювальних реакцій для розкладання оксидів азоту NO_x до O_2 та N_2 . Для очищення відпрацьованих газів дизеля від сажі застосовують спеціальні пристрої-уловлювачі. Для прискорення перебігу окиснювальних та відновлювальних реакцій в нейтралізаторах застосовують різні каталізатори (прискорювачі реакцій). Залежно від здатності активізувати ті або інші реакції каталізатори поділяють на:

- окиснювальні, які прискорюють перебіг реакції окиснення оксиду вуглецю та вуглеводнів;
- відновлювальні – для відновлювання оксидів азоту;
- двофункціональні, які одночасно активізують окиснювальні і відновлювальні реакції.

Широкого поширення в практиці очищення автомобільних відпрацьованих газів отримали каталізатори на основі благородних металів – палладію (Pt) та платини (Pt). Вони мають високу селективність, низьку температуру початку ефективної роботи і досить довговічні. Каталізаторами в реакціях відновлення NO_x можуть виступати також родій (Rh) і рутеній (Ru). Широкого використання ці нейтралізатори не набули через їх високу вартість. В окиснювальних і відновлювальних реакціях можна використовувати відносно дешеві окиснювальні нейтралізатори на основі міді, марганцю, нікелю, хрому (SiO , MnO_2 , NiO , Cr_2O_2 , Fe_2O_3 та ZnO). Але ці каталізатори недовговічні, їх ефективність значно менша за платино-палладієві. Тому незважаючи на високу вартість останніх, їх застосовують частіше.

5.4.2. Утилізація найбільш небезпечних відходів та забруднювальних речовин. До таких забруднювальних речовин, проблеми попередження забруднення від яких не знайшли на сьогоднішній день рішення в Україні, визначені:

Відпрацьовані оливи (ВО). Для забезпечення функціонування дієвої системи охорони навколишнього природного середовища від ВО необхідне вирішення трьох завдань:

1. Створити діючу систему збору та класифікації ВО.
2. Розробити комплексну технологію очищення ВО, яка б враховувала широкі коливання в концентраціях забрудників ВО.

3. Створити ряд установок, які б забезпечували перероблення ВО.

Успішне функціонування системи збору ВО можливе лише за однієї умови – створення дійового економічного механізму через систему моніторингу, штрафів, стимулювань, податкових пільг.

Потребує окремого розгляду система класифікації зібраних ВО. Вона повинна проводитись, як це прийнято у більшості країн світу, на основі аналізу фізико-хімічних показників кожної партії ВО і видачі сертифікату відповідності. Ті із них, які відповідають вимогам нормативних документів на регенерацію, на основі контрактів продаються підприємствам - переробникам. Інші доцільно направляти на спалювання в організації, які впроваджують технології використання нетрадиційних джерел енергії для створення нових видів палива (ТЕЦ, цементні, цегляні заводи та інші підприємства будівельної індустрії).

Попередження забруднення водного басейну морським та річковим транспортом. До основних заходів попередження забруднення водного басейну транспортними суднами слід віднести:

- обладнання суден додатковими засобами та установками для утилізації або знешкодження деяких видів відходів, а також для тимчасового накопичення частини відходів з наступною здачею їх на берег для знешкодження або переробки;
- розробку нових конструкцій суден, що більшою мірою гарантували б збереження нафтовантажів і нафтопалива навіть у аварійних ситуаціях.

На сьогоднішній день багато суден мають ємності для накопичення сміття, нафтових залишків та забруднених виробничих і побутових вод, щоб прибувши в порти здати їх плавучим або береговим установкам на очистку і переробку. Така задача стічних вод на берег здійснюється трубопроводами або за допомогою очисних станцій та суден-сміттезбірників, котрі швартуються до прибулого у порт судна, приймають від нього забруднені води та сміття і переправляють їх на берегові станції для очищення, переробки або для знешкодження.

Існують три основні напрямки очистки забруднених вод морів і річок, а саме:

1. Механічний збір з поверхні вод сміття і нафтових плівок.
2. Хімічний вплив на нафтові плівки
3. Біологічне розкладання плівок.

Найбільшого поширення набув *механічний метод* – збору з водної поверхні плаваючого сміття та виловлювання і сепарація нафтопродуктів. Зібране сміття та нафтовмісні води передаються на берегові станції для знешкодження і утилізації. Для ліквідації аварійних розливів нафти в акваторіях і у відкритому морі створені оперативні служби, які вживають екстрених заходів для знешкодження наслідків розливів нафти.

У практиці роботи морських портів України знайшли застосування бонові загородження. Їх встановлюють з профілактичною метою навколо танкерів, які знаходяться під розвантаженням або завантаженням, а також для огороження суден, що приймають паливо. У випадку знаходження суден біля причалів бонове загородження може охоплювати їх напівкільцем, кінці якого прикріплюють до берегових споруд. Нафтова пляма може бути обмежена з

підвітряного боку або з боку протилежної течії, з метою попередження протікання. В необхідних випадках пляму оточують замкнутим кільцем, яке можна переміщувати зі швидкістю до 1,8 км/год.

У багатьох країнах світу ведеться розробка *фізико-хімічних методів* видалення нафтових плям з поверхні річок і морів. Використовуються також адсорбенти, які у вигляді порошків розпилюються на забруднену водну поверхню і поглинають нафту. Доцільність застосування адсорбентів полягає в тому, що вони сприяють порушенню нафтового шару, котрий перешкоджає надходженню кисню повітря у воду, забруднює узбережжя, призводить до загибелі водоплаваючих тварин і птахів. Пізніше насичені нафтою адсорбенти збираються з водної поверхні відомими методами.

До хімічних реагентів, які застосовуються для ліквідації нафти, відносяться диспергенти – речовини, що знижують поверхневий натяг нафтової плівки, розбиваючи її на краплини. У результаті покращуються обмінні процеси з атмосферою і проникнення сонячного проміння, а також прискорюється розклад нафти, але деяка частка нафти та самого реактиву залишається у товщі води або випадає на дно. У цьому випадку ці методи можуть застосовуватись лише в деяких екологічних умовах і за обставин, що загрожують більш тяжкими наслідками.

Перспективним, хоча у багатьох відношеннях проблематичним методом нейтралізації нафтопродуктів, що потрапили у воду, є *біологічний метод*. Існують три основні напрямки застосування цього методу:

- *перший напрямок* – це очистка за допомогою рослин, які засвоюють деякі забруднювальні речовини, що містяться у воді, в томі числі і вуглеводні. Застосування цього методу принципово можливе для біологічної нейтралізації нафтовмісних, наприклад баластних вод в акваторіях портів;
- *другий напрямок* – застосування живих організмів, здатних уловлювати і переробляти забруднювальні речовини, в першу чергу вуглеводні. В цьому плані найбільшою увагою біологів користуються молюски, і зокрема мідії. Вивчення процесів їх життєдіяльності показало, що молюски виконують велику роботу щодо фільтрування води. Так, крупний молюск може пропустити через себе до 70 л води за добу. Проблема полягає в пошуку таких видів молюсків та інших живих істот і цілеспрямовано їх використовувати для очищення води від забруднювальних речовин;
- *третій напрямок* – застосування анаеробних бактерій, які в умовах річки або моря могли б швидко розмножуватися на вуглеводнях, які плавають або розчинені у воді і перероблювати їх у корисні або нейтральні для гідросфери речовини (біодеструкція).

5.5. Нові екологічно безпечні транспортні технології

5.5.1. Використання альтернативних палив. Перспективним напрямом в боротьбі за зменшення токсичності відпрацьованих газів ДВЗ та збереження ресурсів є перехід до альтернативних палив, які, в основному, не є продуктами переробки нафти. У наш час існує велика кількість заміників нафтових палив

для автомобілів. У загальній класифікації альтернативні палива розподіляють на такі групи:

- видобувні та супутні газоподібні палива;
- синтезовані та гідролізні альтернативні палива;
- палива, отримані з відновлювальних ресурсів;
- радіаційні, нафтові та палива з добавками.

Доцільність та перспективність, впровадження кожного виду палива оцінюється за техніко-економічними показниками видобування або отримання палива, витратами на транспортування та зберігання, наявністю ресурсів, технологічністю, екологічними показниками та ін. Але переважаючими для визначення доцільності використання різних палив стають зараз саме екологічні показники.

Через дефіцит рідкого палива нафтового походження та зростаючі труднощі у видобутку нафти, а також з метою зменшення забруднення довкілля шкідливими речовинами у наш час здійснюється інтенсивне переведення ДВЗ різного призначення живлення газоподібним паливом. Найбільш реальними для широкого вжитку є стиснений природний газ (СПГ), а також газ, що є побічним продуктом нафтопереробних підприємств – зріджений нафтовий газ (ЗНГ).

Основний компонент природного газу – метан, який становить 82 – 99% загального об'єму. Основними його властивостями як моторного палива є нижча теплота згоряння 32 - 36 МДж/м³ і високе октанове число (майже 100). Природний газ має переваги порівняно з рідким паливом, оскільки він надходить у циліндри в газоподібному стані і виключає розрідження мастильної оливи, навіть під час холодного пуску двигуна. Це збільшує термін його служби та зменшує зношування деталей двигуна. В порівнянні з бензином під час роботи на стисненому газі суміш утворюється більш однорідна, відбувається рівномірний розподіл суміші по циліндрах. Зберігати природний газ можна у двох агрегатних станах – стисненому та зрідженому. Проте температура зрідження має становити (-161,6°C). Тому, у разі використання природного газу як моторного палива, його зберігають у стисненому стані в сталевих балонах під тиском до 20 МПа. Необхідність стискання природного газу до високого тиску спричинює головну проблему, яка стримує широке використання цього виду палива. Для заправки балонів за такого тиску необхідно будувати автомобільні газонаповнювальні компресорні станції високої вартості, де газ, який надходить газопроводами, очищують, фільтрують і стискають до 25 МПа.

Як правило, для роботи на газовому паливі переобладнують бензинові двигуни шляхом заміни штатного карбюратора – карбюратором-змішувачем з додатковим обладнанням газовою апаратурою. Двигуни в такому разі можуть працювати як на природному газі так і бензині. Після переведення на газ енергетичні показники двигуна, порівнянні з бензиновим двигуном, покращуються на 15 – 20%. Результати порівняльних досліджень автомобілів, які працюють на рідкому та газоподібному нафтових паливах підтверджують суттєве зменшення викидів шкідливих речовин при роботі на СПГ. Відомо, що під час роботи автомобіля на СПГ викиди C_TH_n, CO і NO_x дещо зменшуються. Вуглеводні, які виділяються з відпрацьованими газами двигунів, що працюють

на газоподібному паливі, в основному, складаються з метану та інших алканів, а на бензиновому паливі – з олефінів, які значно токсичніші.

Досить широко застосовується переобладнання автомобілів для роботи на зрідженому нафтовому газі (ЗНГ). Високе октанове число дає можливість використовувати ЗНГ для живлення двигунів з іскровим запалюванням і високим ступенем стискання. На відміну від СПГ, який використовують для живлення серійних бензинових двигунів, для ЗНГ, переважно, розробляють двигуни з підвищеним ступенем стискання. Порівняльні дослідження роботи двигуна на бензині та зрідженому газі показують, що переведення на ЗНГ зменшує викиди CO у 2 - 4 рази, NO_x – в 1,4 - 1,8 разів. Викиди ж C_TH_n, особливо під час роботи на низьких швидкісних режимах і режимах малих навантажень, збільшуються в 1,2 - 1,5 рази. Застосування ЗНГ в суто дизельному процесі виключено через високі температури самозаймання суміші. Щоб розширити ресурсну базу, в останній час проводять дослідження щодо живлення двигунів з іскровим запалюванням та дизелів біологічним газом.

Використання синтезованих і гідролізних альтернативних палив, наприкладі водню, поки що проблематичне, тому що мають місце недоліки, які пов'язані з особливостями роботи двигуна, що працює на чистому водні – зростають небезпеки вибуху водню у випадку розгерметизації системи живлення тощо. Велика швидкість згоряння водне-повітряної суміші веде до різкого підвищення тиску, жорсткої роботи з детонаційно-подібними явищами.

В останні роки за кордоном вивчається можливість використання ацетилену (C₂H₂) як моторного палива. Ацетилен має високі енергетичні показники і його можна виробляти з нафтової сировини. Проводились поодинокі експериментальні дослідження роботи поршневого ДВЗ на ацетилені, які до того ж виконані переважно на одноциліндрових установках. Токсичні показники двигуна, який працює на ацетилені, покращуються, в основному, через зниження вмісту у ВГ оксиду вуглецю та сумарних вуглеводнів. Так в режимах максимальної потужності отримано зменшення викидів CO у 2 – 2,5 рази, а C_TH_n в 2,5 – 3,5 рази, в порівнянні з мінімальними значеннями викидів цих компонентів під час роботи на бензині. Разом з тим, внаслідок високої температури згоряння ацетилену вміст оксидів азоту у ВГ, знаходиться на рівні найбільших викидів NO_x бензинових двигунів. Основним недоліком ацетилену та ацетилено-повітряної суміші є їх висока вибухонебезпечність.

Перспективним видом палива для живлення теплових двигунів є спирти (метанол та етанол).

Метанол (CH₃OH) отримують гідрогенізацією (приєднанням водню) кам'яного вугілля за високого тиску в присутності каталізатора. Крім вугілля, як сировину використовують природний газ, вапняк, побутові відходи і відходи лісового господарства. Метанол як моторне паливо, має високі характеристики: октанове число близько 100, теплота згоряння – 22 МДж/кг. Високе октанове число дає можливість використовувати метанол для живлення двигунів з іскровим запалюванням і з високим ступенем стискання. Менша, практично вдвічі, теплота згоряння в порівнянні з бензином,

призводить до того, що масові витрати метанолу на одиницю виробленої енергії значно більші, що зменшує запас ходу транспортної машини або спричиняє необхідність значно збільшувати об'єм паливних баків. Однією з особливостей метанолу порівняно з паливом нафтового походження, є висока теплота випаровування – до 1160 кДж/кг, що перевищує теплоту випаровування бензину (318 кДж/кг) у 3,6 рази. Це сприяє зниженню температури суміші і збільшенню маси паливо-повітряного заряду, зменшенню тепловідведення в циліндрах двигуна і температури відпрацьованих газів. Потужність двигуна з іскровим запалюванням, що працює на метанолі, на 10–15% вища, ніж на бензині. Але висока теплота випаровування метанолу значно погіршує пускові властивості двигуна і практично виключає можливість запуску двигуна за низьких температур, навіть за 0°C. Широке використання в експлуатаційних умовах метанолу замість бензину має такі недоліки: його пари більш шкідливі за пари бензину, гума і деякі синтетичні матеріали нестійкі до метанолу, спостерігається навіть підвищене зношування деяких деталей двигуна. Але за відповідної організації експлуатації та незначних змін деяких деталей двигуна використання метанолу для живлення двигунів з іскровим запалюванням є цілком виправдане. Про доцільність переведення двигунів на живлення метанолом свідчить зменшення викидів більшості шкідливих речовин з відпрацьованими газами в порівнянні з бензином. Живлення метанолом дає можливість зменшити вміст NO_x завдяки нижчій температурі у циліндрах двигуна в процесі згоряння метанолу. Вміст CO під час роботи двигуна, як на бензині та і на метанолі, на збагачених сумішах приблизно однаковий, а у випадку складу суміші, що наближається до стехіометричного, на метанолі значно нижчий, внаслідок більш повного згоряння. З цієї ж причини вміст C_7H_n на метанолі становить 25 - 33% вмісту вуглеводнів на бензині. Кількість альдегідів під час роботи на метанолі збільшується приблизно в 2 рази в порівнянні з роботою на бензині. Викид поліциклічних вуглеводів, які мають канцерогенні властивості, у випадку роботи на метанолі у 10 разів менший. Разом з тим не утворюється сажа і відсутні сполуки сірки. Таким чином, загальна токсичність двигуна з іскровим запалюванням під час роботи на метанолі значно менша ніж за роботи на бензині. Метанол можна використовувати і в дизельних двигунах.

Перспективним паливом для двигунів вважається також етанол ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), який отримують, в основному, з рослинної сировини. У Бразилії його отримують з цукрової тростини, в США та в Мексиці – з кукурудзи, в Швеції – з пшениці. Властивості етанолу як моторного палива близькі до метанолу. Переведення двигуна на етанол дозволяє забезпечити його стабільну роботу і низькі викиди забруднювальних речовин, про що свідчать низькі концентрації вуглеводнів C_7H_n в усьому діапазоні навантажень. Концентрація CO у ВГ за роботи на різних видах палива практично однакова.

Останнім часом в нашій країні і за кордоном вивчається проблема заміни бензину і дизельного палива рослинною олією. Такою може бути олія багатьох олійних і технічних культур, зокрема, соняшника, кукурудзи, ріпаку тощо. Ріпак – досить невибаглива культура, його врожайність 15–25 центнерів насіння

з гектару. Шляхом екструзії (пресування) вилучається до 40% олії від маси зерна. Більш глибока екстракція (вилучення) дозволяє отримати до 70% олії. Ріпакову олію, як і олію інших культур, можна використовувати у вигляді добавок до дизельного палива або продукувати з неї метилефір, який безпосередньо використовується як паливо для дизелів. Метилефір отримують з олії трансетерифікацією (хімічним перетворенням). Для одержання 1000 літрів метилефіру потрібно 1000 літрів олії, 110 літрів метанолу та 16 літрів каталізатора (гідроксиду калію або натрію). У результаті додатково одержують 110 кг гліцерину, та відбувається часткове повернення метанолу.

Ріпакова олія, використовується як змащувальна олива для систем змащування двигунів і за своїми властивостями не поступається нафтовим оливам. Вона має цілком прийнятну температуру застигання. За антикорозійними та протизношуваними властивостями ріпакова олія перевищує нафтові оливи. За умови роботи дизеля на сумішах ріпакової олії і дизельного палива зміна концентрацій шкідливих компонентів відпрацьованих газів (CO , $\text{C}_\text{T}\text{H}_\text{n}$, NO_x , CO_2) і їх димність мають такий же характер як і для звичайних дизелів. Під час роботи дизеля на ріпаковій олії викиди оксиду вуглецю на один кілометр шляху дещо зростають, порівнюючи з дизельним паливом (2,48 і 1,67 г/км відповідно), а викиди вуглеводнів оксидів азоту зменшуються. Окрім того ВГ такого дизеля не містять сірки і важких металів.

Слід зауважити, що перспектива використання біопалива є дискусійною і неоднозначно трактується різними дослідниками, а в деяких випадках може спричинити і соціальні конфлікти внаслідок подорожчання їжі в зв'язку з використанням великої площі сільськогосподарських угідь для вирощування олієносних рослин (як це сталося в Мексиці внаслідок використання значних площ під вирощування кукурудзи для біодизеля). За оцінками деяких дослідників для виробництва біопалива витрачається така кількість енергетичних ресурсів (польові роботи, добрива, агрохімія, виробництво палива), яка співрозмірна з кількістю отриманого палива.

Перспективним є виробництво біодизелю з спеціально культивованих водоростей (цей процес активно досліджується в різних країнах світу).

5.5.2. Використання нових видів екологічнобезпечних транспортних засобів. Впровадження нових екологічнобезпечних видів транспортних засобів тісно пов'язане із використанням виду енергії, що виключає спалювання палива (електрична, електромагнітна) або із використанням відновлювальних видів палива чи джерел енергії.

Що відноситься до автомобільного транспорту, то можна виділити такі перспективні напрямки його екологізації:

- використання автомобілів, які працюють на біопаливі (біодизель, етанол, біогаз) – про це достатньо широко описано вище;
- використання гібридів та електромобілів;
- використання автомобілів, які працюють на водні (або метанолі) з використанням паливних елементів (fuel cell), коли водень реагує з киснем з виробництвом електроенергії.

Першим кроком у використанні гібридів та електромобілів є використання автомобілів-гібридів. Найбільш популярний гібрид - Toyota Prius. В процесі гальмування та тоді, коли потужність двигуна використовується нераціонально, включається зарядка акумуляторів. Акумулятована енергія пізніше витрачається тоді, коли вона потрібна для різкого розгону або руху на малій швидкості.

Другий крок - plug-in hybrid - гібрид з підзарядкою. Від попереднього гібриду відрізняється тим, що акумулятор додатково можна зарядити до максимуму перед виїздом і таким чином на ньому проїхати 10 - 50 км. Така стратегія реалізована в автомобілі Chevrolet Volt. У цього автомобіля немає прямого приводу від ДВЗ, двигун приводить в дію генератор, а генератор живить електродвигун. За рахунок цього ДВЗ може працювати на оптимальній частоті обертання колінвалу.

Крок 3 –електромобіль, без ДВЗ. На сьогоднішній день такі автомобілі досить дорогі, але дозволяють проїжджати до 500 км на одній зарядці, залежно від моделі та виробника. Із електромобілів бізнес – класу найбільш відомий Tesla Roadster, з "бюджетних" - Nissan Leaf, Mitsubishi MiEV. В ряді країн, де починається випуск та експлуатація електромобілів частину вартості авто платить держава для прискорення розвитку цього напрямку.

Щодо автомобілів, які працюють на водні, то до сьогоднішнього дня не зустрічається публікацій щодо планування їх промислового виробництва. Можливо тому, що вартість їх буде ще більша за рахунок ціни паливного елемента, для виготовлення якого використовується платина та інші дорогі матеріали. Недоліком цього напрямку також є те, що водень добувають з води електролізом і на процес виробництва водню, його стиснення та зберігання витрачається набагато більше електрики ніж пізніше в загальному можна з нього добути. Тому як енергоакумулятор водень не є вигідним.

Щодо перспектив розвитку залізничного транспорту, то слід відмітити, що в ряді країн впроваджуються поїзди на магнітній підвісці. Поїзди на магнітній підвісці ніби плывуть над рейками. Електромагнітні поля створюються струмом, який проходить обмотками електромагнітів, розміщених уздовж рейки і під поїздом. Одноименні полюси відштовхуються, і поїзд рухається в сильному магнітному полі.

Під час руху такого потягу між рельсом і вагонами потягу практично відсутнє механічне тертя, що значно підвищує коефіцієнт корисної дії порівняно зі звичайним потягом. Експериментальні поїзди на магнітній подушці в Німеччині та Японії розвивають швидкість до 400 км/год.

Тенденцією екологізації авіаційного транспорту є впровадження біопалива. Найбільша у Німеччині і друга за величиною в Європі авіакомпанія Deutsche Lufthansa AG планує здійснити серію регулярних комерційних рейсів за маршрутом Гамбург-Франкфурт для випробування біопалива фінської компанії Neste Oil. Поки що "рослинне" паливо не сертифіковане, один із двигунів літака Airbus A321 працюватиме на 50%-й суміші біопалива і стандартного палива, а другий - повністю на стандартному паливі. Основною метою випробувань є вивчення впливу довгострокового використання біопалива на технічний стан і термін служби двигуна. Також планується зіставити викиди забруднюючих

речовин в процесі згорання "рослинного" і звичайного палива. Фінська нафтова компанія Neste Oil розробила технологію виробництва відновлювального палива шляхом гідрогенізації рослинних і тваринних жирів, що отримала назву NExBTL. Відновлювальне дизельне паливо NExBTL протягом кількох років демонструє свою придатність для використання у двигунах легкових автомобілів, вантажівок і автобусів у 100% концентрацій. Зараз Neste Oil і Lufthansa підписали договір, згідно з яким паливо з відновлювальних джерел буде вперше використано при регулярних авіарейсах. Програма стартує після офіційного дозволу від ASTM на використання авіаційного палива, отриманого за допомогою технології NExBTL.

Контрольні питання

1. Яку роль відіграють окремі види транспорту у перевезенні вантажів та пасажирів?
2. Наведіть класифікацію двигунів внутрішнього згорання.
3. Як впливає залізничний транспорт на складові довкілля? Наведіть заходи боротьби із забрудненням навколишнього середовища залізничним транспортом.
4. За якими показниками класифікують автомобілі? Наведіть класифікацію автомобільних доріг.
5. Які шкідливі викиди найбільш характерні для автомобільних двигунів?
6. Які переваги і недоліки карбюраторних і дизельних двигунів.
7. Альтернативні види палива та енергії для ДВЗ.
8. Водний транспорт, його основні елементи та їх характеристики.
9. Які шкідливі викиди найбільш характерні для водного транспорту?
10. Вплив водного транспорту на забруднення гідросфери.
11. Які головні шляхи зменшення шкідливого впливу авіаційного транспорту на довкілля?
12. Вплив трубопровідного транспорту та ліній електропередач на довкілля.
13. Перерахуйте основні напрямки застосування біологічного методу нейтралізації нафтопродуктів у воді.
14. Охарактеризуйте перспективи використання альтернативних видів палив.
15. Охарактеризуйте нові види екологічнобезпечних транспортних засобів

Розділ 6. МАШИНОБУДІВНИЙ КОМПЛЕКС



- 6.1. Загальна характеристика
- 6.2. Використовувані ресурси
- 6.3. Вплив на довкілля
- 6.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу машинобудівного комплексу на навколишнє середовище та його попередження
- 6.5. Нові екологічно безпечні технології

6.1. Загальна характеристика

Машинобудівний комплекс посідає одне з перших місць у загальній промисловості України. Його продукція широко використовується усіма галузями економіки України. На сьогодні неможливо уявити життя людини без машин. Раніше поняття “машина” означало лише технічний засіб, робота якого заснована на використанні механічного руху. Але сьогодні його зміст значно розширився (це і комп’ютер, і радіолокатор тощо). Сучасне машинобудування стало дуже наукомістким. Загальносвітовою тенденцією є постійне ускладнення машин.

В Україні машинобудування є багатопрофільним і представлене такими галузями як *загальне, транспортне та точне машинобудування*. Залежно від технологічних особливостей кожна з галузей має свої принципи розташування. Так, загальне машинобудування тяжіє переважно до споживача та металургійних баз, транспортне – до трудових ресурсів певної кваліфікації, точне – до найбільших наукових центрів.

Для машинобудування характерна розмаїтість знарядь виробництва та номенклатури продукції: верстати, транспорт, енергетичне, сільськогосподарське устаткування, устаткування для атомної промисловості, тобто кожне виробництво має свої специфічні технології. У той же час для машинобудівних підприємств характерна спільність сировинних матеріалів (чорні та кольорові метали і їхні сплави), ідентичність основних технологічних принципів перетворення їх у деталі (лиття, кування, штампування, обробка різанням і т.д.), а деталей – у вироби (зварювання, зборка і т.д.). Процес створення і виробництва виробів охоплює ряд взаємозалежних етапів, так званий «життєвий цикл виробу», починаючи із розробки конструкції та технології, виготовлення деталей, складальних одиниць і механізмів і закінчуючи власне виробництвом виробів, їхньою обробкою, випробуваннями та відправленням споживачу.

Структура машинобудівного підприємства. Середньостатистичний машинобудівний завод складається з ряду основних та допоміжних цехів і служб. Основні цехи – заготівельні, обробні і випускаючі. До заготівельних цехів відносяться чавуно- та сталеливарні, ковальсько-пресові, цехи для різання заготовок. У число обробних цехів входять механічні, термічні, складальні, цехи

металопокриттів (гальванічні) та інші. Випускаючі цехи забезпечують випуск промислової продукції. До допоміжних цехів відносяться інструментальні, ремонтно-механічні, експериментальні та інші. На кожному підприємстві діє ряд служб, куди входять складські приміщення, енергогосподарство, внутрішньозаводський транспорт, опалення, вентиляція, каналізація і ряд інших.

Всі підгалузі машинобудування можна поділити на дві групи:

- ресурсномісткі,
- наукомісткі.

Особливості наукомістких підгалузей машинобудування (виробництво засобів зв'язку, обчислювальної техніки і периферійного устаткування, електронно-обчислювальних приладів, оптичних та інших точних приладів): невелика матеріало- та енергоємність, мале водоспоживання і відповідно значно менше виділення викидів, скидів та твердих відходів у навколишнє середовище в порівнянні з ресурсномісткими, вплив яких на навколишнє середовище значний.

Загальна характеристика машинобудівного комплексу. Машинобудівний комплекс складається з металообробки, власне машинобудування та малої металургії (рис. 6.1).

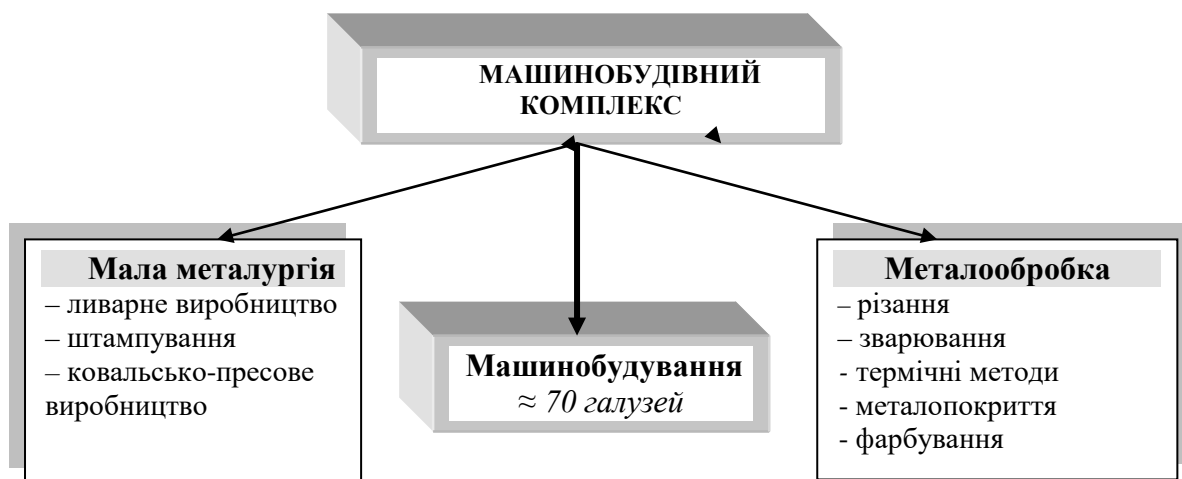


Рис. 6.1. Структурна схема машинобудівного комплексу.

Металообробка – це виготовлення металевих виробів, металоконструкцій, ремонт машин та обладнання. *Мала металургія* – це невеликі цехи в складі машинобудівних підприємств, які займаються випуском деталей для різних машин та заготовок для їх виготовлення. Мала металургія представлена ливарним та ковальсько-пресовим виробництвом, зварюванням та штампуванням.

Машинобудування відображає технічний прогрес країни і має велике значення для розвитку її продуктивних сил, підвищення економічної могутності держави та добробуту народу, воно включає біля 70 галузей, найголовнішими є:

Загальне машинобудування займається виготовленням засобів виробництва і є досить металомістким. Тому воно зорієнтоване на споживача та райони чор-

ної металургії. Його основними галузями є важке та сільськогосподарське машинобудування, а також тракторобудування, верстатобудування, виробництво устаткування для легкої та харчової промисловості.

Важке машинобудування виробляє енергетичне, металургійне, гірниче, хімічне та нафтохімічне устаткування, машини для будівництва та портового господарства. В Україні склалися такі райони та центри важкого машинобудування: Донецький (Краматорськ, Горлівка), Харківський (Харків), Придніпровський (Дніпропетровськ, Кривий Ріг), Прикарпаття (Львів, Дрогобич, Борислав).

Сільськогосподарське машинобудування виробляє комбайни та інші сільськогосподарські машини. Воно орієнтується на споживача (спеціалізація сільського господарства). Зернозбиральні комбайни виробляють у Херсоні та Олександрії, бурякозбиральні – у Тернополі та Дніпропетровську, кукурудозбиральні – у Херсоні, кормово-збиральні – у Світловодську. *Тракторобудування* є досить працемістким. Воно виготовляє колісні та гусеничні трактори (Харків, Дніпропетровськ) та тракторні агрегати (Київ, Вінниця).

Верстатобудування переважно займається виробництвом верстатів – металообробних, деревообробних, алмазорозточних. Останнім часом зростає частка виготовлення обладнання з числовим та програмним керуванням і верстатів-автоматів. Ця галузь представлена у Києві, Львові, Харкові, Дніпропетровську, Краматорську, Житомирі.

Устаткування для легкої та харчової промисловості виготовляють у багатьох містах, що пов'язано з значними потребами у цій продукції. Зокрема цю продукцію випускають у Києві, Харкові, Одесі, Львові, Василькові, Мукачеві та інших містах.

Транспортне машинобудування в наш час розвивається стрімкими темпами. Воно займається виробництвом різних транспортних засобів і вирізняється своєю працемісткістю. До його галузевого складу входять залізничне машинобудування, автомобілебудування, суднобудування, авіаракетобудування.

Залізничне машинобудування є однією з найстаріших галузей в Україні. Воно складається з двох підгалузей: локомотивобудування та вагоннобудування. У нашій країні виготовляють тепловози (Луганськ, Харків) та електровози (Дніпропетровськ). Найбільшим центром вагонобудування є Кременчук, в якому традиційно виробляють товарні вагони та розпочато випуск пасажирських. Іншими центрами є Дніпродзержинськ, Стаханов, Луганськ, Маріуполь.

Суднобудування є традиційною галуззю України. Воно наближене до споживача готової продукції, тобто морських та річкових портів. Вітчизняне суднобудування виникло наприкінці XVIII ст. у Херсоні. Але у зв'язку зі зручністю географічного положення найбільшим центром суднобудування у Центральній Європі став Миколаїв. У Миколаєві знаходяться три великих суднобудівних підприємства. Центри річкового суднобудування розміщені переважно на Дніпрі (Київ, Запоріжжя, Херсон) та Дунаї (Юлія, Ізмаїл).

Автомобілебудування України вирізняється найрізноманітнішою продукцією. Експортне значення має виготовлення вантажних автомобілів

КРАЗ, що налагоджене у місті Кременчук. Легкові автомобілі виготовляють у Запоріжжі, Іллічівську, Луцьку та Черкасах, вантажо-пасажирські – у Кременчузі, Луцьку і Львові, мотоцикли – у Києві, мопеди – у Львові, велосипеди – у Харкові та Чернігові. Останнім часом значна увага приділяється виробництву засобів громадського транспорту для забезпечення потреб великих міст. Так, автобуси виготовляють у Львові та Черкасах, тролейбуси – у Києві, Львові та Дніпропетровську, трамваї – у Луганську та Дніпропетровську. Останнім часом у Києві та Кременчуці розпочато виготовлення вагонів метрополітену. Поширюється тенденція створення в Україні автоскладальних підприємств – філій зарубіжних автомобільних компаній. Вони виникли в Ужгороді, Луцьку, Києві, Сімферополі, Запоріжжі, Чернігові, Борисполі та ін. містах України.

Авіаракетобудування. На світовому ринку Україна відома надпотужними вантажними літаками (“Руслан”, “Мрія”), та пасажирським АН-70, які виготовляються у Києві та Харкові. Сьогодні пасажирські літаки та гелікоптери виготовляють у Києві, Харкові, Донецьку. У Дніпропетровську розвинене виготовлення ракет-носіїв та іншої космічної техніки.

Точне машинобудування стало надбанням другої половини ХХ ст. Воно дало світу новітню продукцію приладобудування, електротехніки і особливо електроніки. Точне машинобудування є наукомістким. Так, у Києві виготовляють вимірювальні та обчислювальні прилади, медичне обладнання, холодильники, телевізори, радіоприймачі, магнітофони, годинники. У Дніпропетровську – телевізори, радіоприймачі. У Львові – вимірювальні та електроосвітлювальні прилади. У Донецьку – холодильники. Однак, вітчизняна продукція точного машинобудування поки не витримує конкуренції зарубіжних виробників.

Загальна характеристика малої металургії. Виробництво більшості деталей починається з виготовлення заготовок для них. Форма заготовки має бути максимально наближеною до форми готової деталі. Тому більшість деталей (50–80% від загальної маси машин) виготовляють за допомогою ливарного, штампувального, ковальсько-пресового та зварювального виробництв.

Ливарне виробництво характеризується дешевизною процесів, виготовленням деталей складних форм. Суть його полягає в отриманні заготовок шляхом заливання розплавленого металу або сплаву у ливарну форму. Це найбільш простий та дешевий спосіб отримання виробів. Маса деталей коливається від декількох грамів до декількох сотень тонн. У теперішній час ливарне виробництво прийшло у занепад, але воно є і має тенденції до відновлення.

Посудину з порожниною певної форми, призначеною для заповнювання її рідким металом, називають *ливарною формою*. Після охолодження метал твердіє і з форми отримують виливку – деталь, або заготовку деталі.

Класифікація способів виготовлення виливків. Способи виготовлення виливків класифікують за (табл.6.1):

- кількістю заливань розплавів у ливарну форму (разові та багаторазові);
- конструкцією ливарних форм (роз’ємні та не роз’ємні);

- матеріалом, з якого виготовляють форми (піщано-глиняні, піщані, графітові, керамічні, металеві, тощо);
- тиском, під яким перебуває рідкий метал у формі (атмосферний, низький, високий, вакуум);
- способом подавання розплавленого металу у форми (вільне лиття, лиття під тиском, вакуумне лиття, лиття за допомогою вібрації, ультразвуку, електромагнітних полів тощо).

Таблиця 6.1

Класифікація способів виготовлення виливків

Стійкість форм	Спосіб виготовлення	Найбільша маса, кг	Назва матеріалу
Разові	Ручне формування: у ґрунті за шаблоном, в опоках з стержнями	300000 100000 2000	Чавун, сталь, кольорові метали, сплави
	Машинне формування (оболонкові форми): піщано-смоляна хімічно – твердіюча з рідкого скла	150 40000 100	
	Лиття за виплавлюваними, розчинними та заморожуваними моделями	150	Сталь легована, титан
Багато-разові	Гіпсові	100	Чавун, сталь, кольорові метали
	Піщано-цементні	70000	
	Цегляні	200000	
	Шамотно-кварцові	100000	Чавун
	Глиняні	50000	
	Графітові та кам'яні	150	
	Металокерамічні	30	
	Металеві форми (кокіль)	7000	Сталь
	Облицьований кокіль	250	
	Під тиском	100	
Відцентрове лиття	1000		
Штампування рідких металів	300		

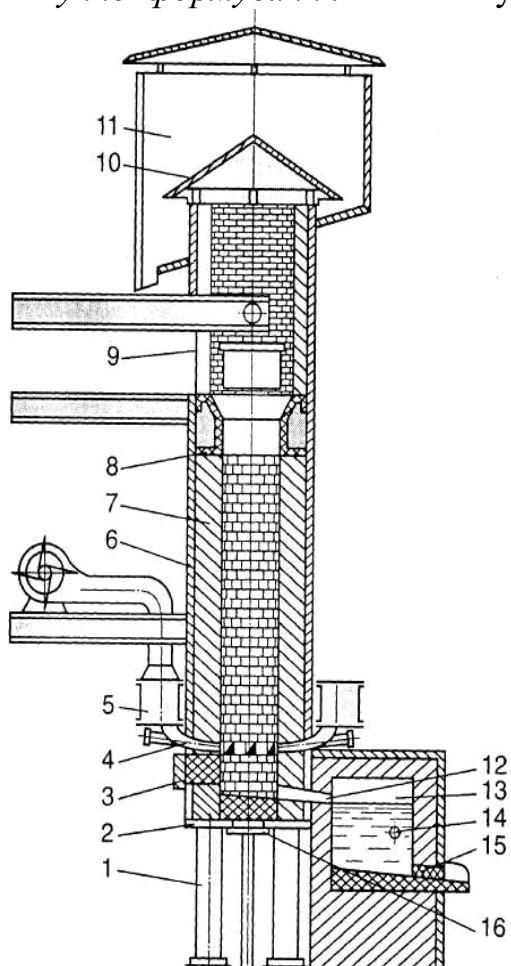
Технологія одержання виливків з використанням піщаних форм складається з окремих процесів:

- виготовлення модельно-стержнєвого оснащення;
- приготування формувальних та стержневих сумішей;
- виготовлення стержнів та ливарних форм;

- розплавлення металу;
- заливання ливарних форм рідким металом;
- кристалізація та твердіння розплаву;
- вибивання затверділих виливків з форм;
- відрубання та зачищення виливків із видаленням ливників;
- термічна обробка сталевих виливків та деталей з ковкого чавуну;
- контроль якості готової продукції.

Виготовлення одноразової ливарної форми називають *формуванням*. Ливарну форму виготовляють за допомогою оснащення з формувальних матеріалів – суміші кварцового піску та глини, іноді з домішкою вугільного порошку, тирси та ін. Цю суміш називають *формувальною*. Приблизний її склад: піску - 75%, глини - 15%, подрібненого вугілля - 10%. Для виготовлення форми застосовують формувальні інструменти та модельно-опоковий інвентар: моделі, стержньові ящики, опоки, моделі ливникової системи, шаблони та інше. Розрізняють ручне та машинне формування з стержнями та без них.

Ручне формування застосовують в одиничному виробництві. Воно може



здійснюватися в опоках або безпосередньо в ґрунті за моделлю чи шаблоном, а машинне – в серійному та масовому виробництві. В основному застосовують машинне формування з механізованими операціями ущільнення суміші в опоці та виймання моделі з форми. Машинним способом формування виконують на модельних плитах і в двох опоках, для чого застосовують пресові та струшувальні машини та піскомети. Застосовують матеріали, що швидко твердіють (від продування вуглекислим газом), самотвердіючі суміші, які не потребують ущільнення; холодотвердіючі протягом 20–30 хв, а для стержнів – твердіючі протягом 1–2 хв з підігріванням до 250–280°C. Крім того, застосовують нові протипригарні матеріали – цирконієвий та олівенітові піски, магнезит та хромомагнезит.

Розплав, тобто рідкий метал, для заливання у ливарні форми, одержують

Рис. 6.2. Вагранка: 1 – колони; 2 – плита; 3 – горно; 4 – фурми; 5 – труба вентилятора; 6 – сталевий кожух; 7 – вогнетривка цегла; 8 – шахта; 9 – колошник; 10 – труба; 11 – іскрогасник; 12 – горний отвір; 13 –

плавленням чорних металів та сплавів у вагранках, полум'яних печах, електропечах, конверторах і тиглях. Чавун для виливків звичайно плавлять у печах-вагранках або шахтних печах (рис. 6.2), зовні оперезаних

сталевим кожухом 6, а всередині викладених вогнетривкою цеглою 7. Опорою вагранки є колони 1, на які спирається плита 2, що підтримує шахту 8. Верхню частину вагранки називають колошником 9, нижню – горном 3, середню – шахтою. Дно горна називають подом, а плиту – піддоном. Отвір плити закривають кришкою 16, що складається з двох частин. Над шахтою розміщують димову трубу 10 з іскрогасником 11. Повітря трубами 5 від вентилятора подається у вагранку фурмами 4. Вагранки обладнані спеціальним пристроєм – копильником 13 (переднє горно, встановлене біля горна вагранки), який сполучається з горном отвором 12. Для випускання чавуну є отвір 15 (льотка) і жолоб; шлак випускають у шлаковий отвір 14 (шлакову льотку). Паливом для вагранок є кокс і газ. Продуктивність за чавуном з 1 м² поперечного перетину вагранки становить 6-8 т/год. Для плавлення чавуну в дуплекс-процесі застосовують дугові трифазні печі за схемою вагранки – електропеч. Для плавлення міді застосовують полум'яні печі (стаціонарні та барабанні), електричні печі (трифазні та однофазні), а для плавлення алюмінієвих та магнієвих сплавів – ванни, електропечі опору. Для плавлення титанових сплавів використовують електронно-променеві вакуумні електропечі.

Технологія спеціальних способів лиття. У серійному та масовому виробництві застосовують спеціальні види лиття, які забезпечують високу якість та точність виливків, внаслідок чого значна їх частина – готові деталі. Залежно від матеріалу, способу виготовлення та заливання металу розрізняють лиття: в металеві форми, відцентрове, під тиском, в оболонкові форми (кіркові), точне за виплавлюваними моделями.

Широко застосовується *лиття в металеві форми (кокілі)*, оскільки у цьому випадку досягається висока точність розмірів, знижується шорсткість, поліпшується якість поверхні деталі. Немає потреби готувати формувальну суміш, є можливість багаторазово використовувати форми і виготовляти до кількох тисяч з легкоплавких сплавів - 1500 – 5000 чавунних і 400 – 700 дрібних сталевих виливків. Висока вартість металевих форм і можливе відбілювання виливків є основними недоліками цього способу лиття, тому кокільне лиття економічно вигідне лише за серійного та масового виробництва.

Відцентрове лиття здійснюється методом заливки металу в форму, що обертається навколо горизонтальної або вертикальної осі. Завдяки відцентровим силам, які розвиваються під час обертання форми, метал відкидається до її периферійної частини, утворюється внутрішня поверхня пустотілого виливка, яка має дрібнозернисту структуру та високу міцність. *Переваги* цього способу – висока продуктивність та якість виливків та коефіцієнт використання металу за відсутності ливників, випорів та малих припусків на обробку різанням. *Недоліки* – дороге обладнання для відцентрового лиття та те, що ним можна відливати лише виливки тіл обертання.

Лиття під тиском здійснюється заповненням металевих форм рідким металом під тиском поршня або стисненого повітря. Заготовки, відлиті під тиском, майже не потребують подальшої обробки і мають підвищену міцність. Цей спосіб застосовують у масовому та багатосерійному виробництві з алюмінієвих, магнієвих, мідних та інших сплавів для виливків масою від кількох

грамів до десятків кілограмів. Товщина стінок виливків не повинна перевищувати 6 мм, щоб вони не були пористими.

Лиття в оболонкові форми. Підігріту до 200–250 °С модель або плиту з моделями засипають формувальною сумішшю, яка складається з 92 – 95% дрібного піску та 5 – 8% бакелітового порошку. Навколо моделі швидко утворюється оболонка із сплавленої піщано-бакелітової маси завтовшки 6–8 мм. Оболонку разом з моделлю витримують 1 хв у печі за температури 300–350°С, внаслідок чого вона набирає потрібної міцності. Утворюється півформа, яку з'єднують струбцинами або скобами з аналогічною півформою. Для заливання металу форми складають вертикально або горизонтально по кілька десятків. Заготовки, відлиті у таких формах, мають високу точність і малу шорсткість



поверхні. Одержані виливки – фактично готові деталі. Лиття в оболонкові форми застосовують для одержання плоских, складних за формою та дрібних виливків з будь-яких сплавів. Цей спосіб є високопродуктивним і процес лиття легко автоматизується (рис. 6.3).

Рис. 6.3. Дільниця виготовлення моделей.

Точне лиття за моделями, що виплавляються, застосовують для виготовлення точних заготовок складної конфігурації: інструментів (свердла, фрези), важливих деталей швейних машин, автомобілів, тракторів тощо, без наступної механічної обробки. Цей спосіб складний, але за масового або багатосерійного виробництва економічно вигідний. Щоб вилити виріб виготовляють еталон із сталі або латуні з урахуванням усадки. З легкоплавкого сплаву за моделлю роблять прес-форму, яка складається з двох частин і має ливникову систему. Технологія лиття:

- виготовлення за допомогою прес-форм виплавленої моделі та ливникової системи із сплаву парафіну (30%) та стеарину (70%);
- з'єднання моделі та ливникової системи в комплект (блок) у вигляді ялинки (до 100 шт.);
- занурювання блоку в суспензію (фарбу), що складається з 90% дрібного піску, 7 каоліну, 3 % графіту, розчинених у суміші рідкого скла (20%) та води (80%);
- сушіння блоку, покритого трьохміліметровою оболонкою суспензії, за кімнатної температури приблизно 5–6 год.;
- видалення легкоплавкої маси блоку гарячим повітрям, водою або паром та прожарювання оболонок у печі за температури 800–850°С;

- формування оболонки в опоці, видалення ливників та їх зачищення.

Порушення технології лиття або конструкції виливка спричиняє брак: газові, земляні та усадкові раковини, шлакові включення, тріщини, нещільності, пористості, перекіс, різностінність, короблення, ліквация та відбілювання чавуну. Усунення браку потребує додаткових витрат.

Кування та штампування. Основні технологічні процеси. Поковки, штамповки та прокат одержують обробкою металів тиском. У одиночному та малосерійному виробництві поковки одержують куванням на молотах або пресах.

Кування металу в одиночному виробництві є одним з основних технологічних процесів, який за цих умов вигідно відрізняється від обробки металу різанням – висока продуктивність та раціональне використання металу. Деталі, виготовлені куванням, мають підвищені механічні властивості. Кування складається з приготування вихідного металу, нагрівання та формоутворення його, обробки поковки. Розрізняють кування *ручне* та *машинне*. Ручне кування, як старовинний спосіб обробки металу тиском, існує і у теперішній час в малих ремонтних майстернях. Машинне кування здійснюється на молотах та пресах. Молоти – це машини ударної дії, в яких енергія приводу перед ударом перетворюється у кінетичну енергію лінійного руху робочих мас з закріпленим на них інструментом, а під час удару у корисну роботу деформування поковки. Для приводу молотів використовують пару, стиснене повітря або газ, рідину під тиском (рис. 6.4), вибухові речовини, магнітні та гравітаційні поля. Машинним куванням виготовляють вироби вагою до 250 тонн. Поковки, одержані в штампах, називають *штамповками*, а процес – *штампуванням*.

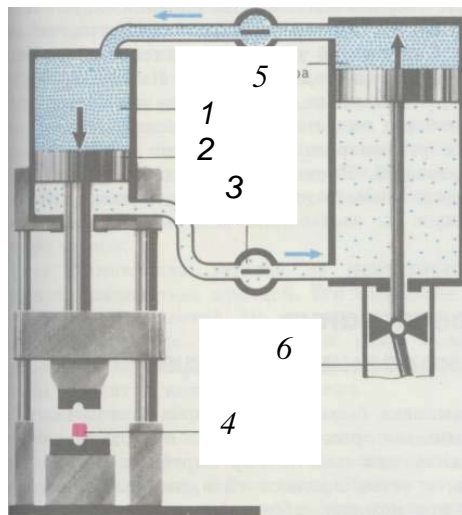


Рис. 6.4. Гідравлічний прес: 1 – робочий циліндр; 2 – робочий поршень; 3 – розподільчий клапан; 4 – заготовка; 5 – циліндр компресора; 6 – шатун.

Суть *штампування* полягає в тому, що заготовку розташовують у штампі, де під тиском вона заповнює порожнини штамп, набуваючи потрібної форми. Штампують місцевим нагріванням, вибухом, гідравлічно, поелементно та рідким металом. Для штампування вибухом, або гідравлічного, виготовляють

металеву матрицю, за конфігурацією якої утворюється заготовка під тиском вибухової хвилі чи рідини.

Переваги штампування порівняно з куванням:

- висока продуктивність (в 50–100 разів вища), висока точність розмірів та незначна шорсткість поверхні;
- можливість одержання деталі складної форми з однаковими розмірами;
- відсутність необхідності у робітниках високої кваліфікації;
- холодне калібрування поковок може замінювати механічну обробку.

Недоліки штампування:

- висока вартість штампів;
- можливість використання штампів лише для однієї деталі;
- виготовлення деталей малої маси (0,3–100 кг).

Як вихідний матеріал для заготовок використовують сортовий прокат, який виготовляють на металургійних заводах (прокатування полягає у пропусканні нагрітого чи холодного металу у вигляді зливка між валками відповідного профілю, що обертаються, а одержаний прокат може мати форму листів, смуг, прутків, труб, тощо, які потім можна зварювати, кувати, штампувати, пресувати, волочити та різати).

Існує два основні види штампування: *об'ємне* та *листова*.

Об'ємне гаряче штампування є основним способом виготовлення деталей. Воно має переваги перед куванням – вищу продуктивність за рахунок одночасного деформування металу в кількох напрямках, що дає змогу виготовляти складні за формою вироби робітнику невисокої кваліфікації. Завдяки підвищеній точності обробки штампівок порівняно з поковками можна в 2–3 рази зменшити припуски, причому остаточна обробка значно зменшується.

Штампи – досить дороге оснащення, тому штамкують, коли треба виготовити значну кількість однакових деталей, тобто використовують для середньосерійного, багатосерійного та масового виробництва.

Холодне об'ємне та листове штампування дає змогу одержати точні за розмірами деталі з чистими ущільненими поверхнями. Ця обробка звичайно буває остаточною, якщо не треба свердлити отвори, нарізати різьбу, тощо. Процеси холодного об'ємного штампування в основному аналогічні відповідним процесам гарячого об'ємного штампування. Проте для холодного об'ємного штампування характерні такі операції, як холодна висадка та холодне видавлювання. Холодною висадкою виготовляють заклепки, цвяхи, гвинти, болти, кульки, ролики з пруткового матеріалу чи каліброваного дроту на високопродуктивних автоматах, а порожнисті тонкостінні вироби видавлюють з пластичних металів. Інколи калібрують холодну деталь (чеканка). На рис. 6.5. зображено процес штампування під пресом.

Листовим штампуванням виготовляють величезну кількість різних плоских та об'ємних виробів із сталі, кольорових металів та сплавів, пластмас, шкіри тощо. Листи завтовшки до 5 мм звичайно штамкують у холодному стані, а товщі – після нагрівання. Листове штампування є найраціональнішим процесом для

виготовлення переважної більшості тонкостінних виробів простої чи складної конфігурації.

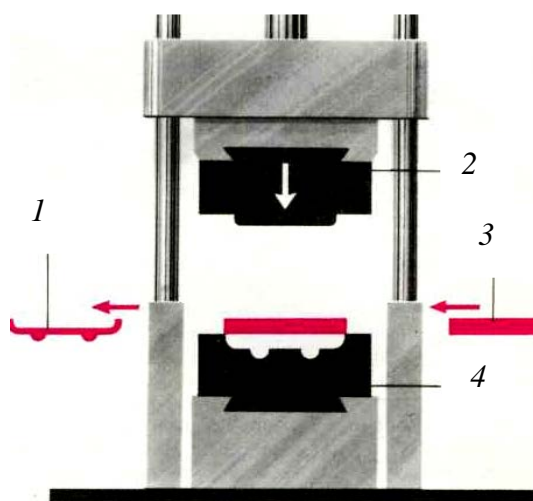


Рис. 6.5. Штампування під пресом: 1 – готовий виріб; 2 – пуансон; 3 – заготовка; 4 – матриця.

Металообробка. Для загального уявлення про її принципи розглянемо деякі способи обробки матеріалів з яких виготовляють необхідні деталі та вузли для її галузей.

Обробка металів різанням. Обробці різанням піддаються метали такі як залізо, мідь, алюміній та сплави і деякі неметалеві матеріали. Розрізняють такі види обробки матеріали різанням (рис.6.6):

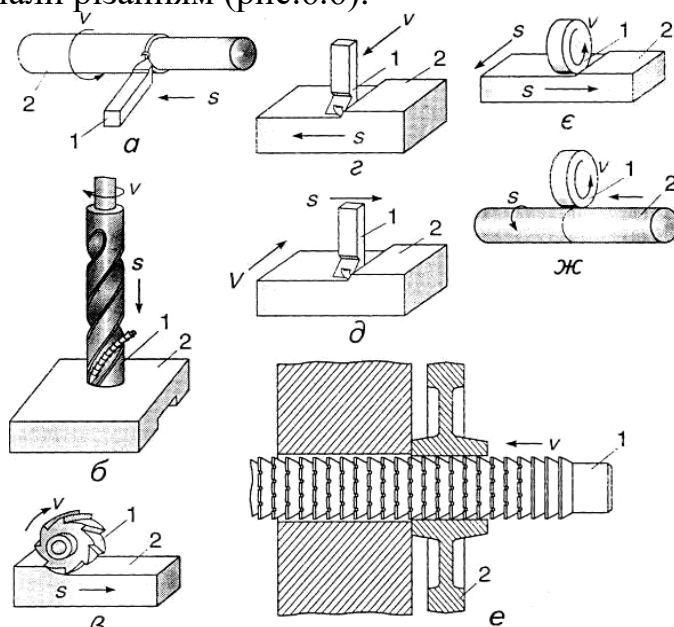


Рис. 6.6. Види обробки різанням: а – точіння; б – свердління; в – фрезерування; г – поперечне стругання; д – поздовжнє стругання; е – протягування; є – плоске шліфування; ж – кругле шліфування; 1 – різальний інструмент; 2 – заготовка.

- *точіння* – здійснюють на верстатах токарної групи (рис. 6.6, а);
- *свердління* – виконують на свердлильних верстатах (рис. 6.6, б);
- *фрезерування* – на фрезерних верстатах (рис. 6.6, в);

- *стругання* – на поперечно та поздовжньо-стругальних, поперечно-стругальних і поздовжньо-стругальних верстатах (рис. 6.б, г, д);
- *шліфування* виконують на шліфувальних верстатах (рис. 6.б, є, ж).

Зварювання. Основні технологічні процеси. Зварювання – це процес з'єднання в одне ціле окремих металевих частин міжатомними силами зчеплення, які можуть виникати між контактними частинами, що з'єднуються, коли відстань між ними наближається до міжатомної. Внаслідок цього у зоні зварювання відбувається взаємне проникнення атомів з однієї частини металу в іншу з утворенням міцного нероз'ємного з'єднання. Зварювання може здійснюватися як із застосуванням нагрівання, так і без нього. Зварюють головним чином метали. Зварювання значною мірою замінило клепання, особливо у виробництві листових конструкцій. Застосування його дає змогу економити метал, наприклад виготовлення конструкції зварної замість клепаної дає економію металу приблизно 30%.

Методом зварювання виготовляють каркаси будинків, мостів, морських та річкових суден, котлів, турбін, резервуарів, трубопроводів, вагонів, цистерн, вантажопідійомних, транспортних, землерийних та інших машин, об'ємно-листові конструкції оболонок і т. д. Зварювання характеризується економічністю, високою продуктивністю процесу, порівняно невеликою трудомісткістю виготовлення виробів за їх високою якістю, можливістю механізації та автоматизації і подальших удосконалень процесів тощо. Використовують кілька різних видів та способів зварювання, які можна класифікувати за видом енергії, що застосовується і за способом з'єднання поверхонь заготовок. Залежно від енергії, яка використовується, зварювання поділяють на:

- електричне (всі види дугового та контактного зварювання, електрошлакове тощо);
- хімічне (газове, термітне);
- механічне (тертям, тиском).

Дугове, електрошлакове, газове, електронно-променеве, плазмово-променеве зварювання належить до термічного, газопресове, контактне – до термомеханічного, а ультразвукове, дифузійне, тертям, вибухом, магнітно-імпульсне – до механічного зварювання.

Для зварювання застосовують зварювальні генератори постійного струму та зварювальні трансформатори, які живлять зварювальну дугу змінним струмом. Автоматичне зварювання засноване на тому самому принципі, що і ручне. Різниця в тому, що у автоматичному зварюванні дуга горить під шаром флюсу, тобто під шаром порошкоподібної речовини, і підтримується автоматично струмом, що подається провідником в процесі подавання в зону дуги електродного дроту протяжними роликками в міру його плавлення.

Процес електрошлакового зварювання полягає в тому, що зварювані елементи, товщина яких повинна бути не менше 20–30 мм, та пристрої, що формують шов, установлюють так, щоб утворився простір, необхідний для створення ванни з розплавленого шлаку. В щілину вставляють металевий стержень або електродну дротину, які засипають флюсом (завтовшки 40–50 мм).

В електрошлаковому процесі зварювання спочатку збуджується електрична дуга, яка розплавляє флюс доти, поки шлак, що утворився, не залле її. Шлак розплавляє електрод і кромки зварюваних елементів, які затвердівають і утворюють зварний шов.

Електрошлаковим зварюванням зварюють елементи в один прохід з утворенням товщини шва необмежених розмірів (до 1 м), що дає змогу створювати крупногабаритні конструкції: зварнолиті, зварноковані, зварнопрокатні, тощо. Таке зварювання економить електроенергію та електродний матеріал.

Газопресове зварювання – це електродугове зварювання в зоні струменя інертного газу, який утворюючи газову оболонку захищає рідкий метал від шкідливої дії атмосферного повітря. До цього виду зварювання належать аргоно-дугове, атомно-водневе, зварювання в захисних газах гелію, азоту та вуглекислого газу.

Контактне електрозварювання. Під час контактного зварювання деталі, що зварюються, нагріваються внаслідок проходження через них електричного струму. Деталі в цих місцях дуже швидко нагріваються, сплавляються та за відповідного стиснення зварюються. Контактне електрозварювання поділяють на стикове, точкове та роликоче.

Газове зварювання – процес з'єднання металу розплавленням кромки зварюваних елементів та присадкового металу теплом, що виділяється від згоряння в кисні різних газів. Для газового зварювання та різання застосовують водень, метан, доменний, генераторний та коксовий газ, пари бензину та газ.

Існують і особливі види зварювання. До них належать холодне зварювання тиском, тертям, ультразвукове, дифузійне у вакуумі, електронним променем, вибухом, дугоконтактне у магнітному полі, плазмове, радіочастотне, ядерне.

Термічне різання – це розподіл листового чи профільного металу на частини за допомогою концентрованого джерела тепла. Розподіл матеріалу відбувається в процесі його розплавлення чи інтенсивного окиснення (спалювання) лінією розрізу. Як джерело тепла використовують газокисневе полум'я чи електричну дугу, у зв'язку з чим розрізняють газове та плазмодугове різання металів. Процес кисневого різання металів заснований на здатності металу згоряти в струмені технічного кисню. Видалення утворених в зоні різання оксидів та шлаків відбувається як під дією власної ваги, так і за рахунок видування газовим струменем.

У газоелектричному різанні як нагрівач використовується електрична дуга, що горить між вольфрамовим електродом, що не плавиться, та виробом, що розрізається. Температура дуги 4000-6000°C. Газ, який заповнює стовп дуги, містить велику кількість позитивно та негативно заряджених частинок (загальний заряд дорівнює нулю). Такий стан речовини називається низькотемпературною плазмою. Інтенсивне плазмоутворення досягається продувкою неіонізованого газу через стовп дуги. Видалення розплавленого металу з зони різання за такого типу термічного різання відбувається під дією струменя плазми, що утворюється в дузі.

Термічні методи обробки матеріалів. У процесі термічної обробки відбувається зміна структури металу, у результаті досягаються необхідні фізико-хімічні властивості матеріалу. Процеси термічної обробки підрозділяються на:

- процеси, що викликають структурні зміни металу (як поверхневі, так і об'ємні),
- процеси, що викликають зміни хімічного складу металу в поверхневих шарах.

До зміни структури металу відносяться такі процеси:

- відпал – нагрів металу до температури понад 700°C, витримка за цієї температури та повільне охолодження (приводить до зниження твердості, підвищення пластичності та в'язкості металу),
- загартування – нагрівання, витримка за досягнутої температури, швидке охолодження (приводить до підвищення твердості матеріалу),
- відпуск – нагрівання до температури нижче 700°C, витримка, повільне охолодження (приводить до зняття внутрішніх напружень),
- старіння – нагрівання до температури 150 - 180°C, охолодження протягом 5 - 20 годин (приводить до стабілізації розмірів, підвищення твердості матеріалу).

Зміну хімічного складу металу в поверхневих шарах проводять для підвищення границі витривалості конструкційних сталей, зносостійкості тертьових поверхонь, збільшення корозійної стійкості та жаростійкості металів. Процес хіміко-термічної обробки здійснюється за взаємодії зовнішніх газових чи рідких середовищ з поверхнею металу в процесі абсорбції чи дифузії активного елемента в атомарному стані всередину металу. До таких процесів відносяться:

- азотування - насичення поверхневих шарів металу азотом за 500-650°C. Ціль азотування – підвищення твердості, стійкості до спрацювання та корозійної стійкості (використовується для обробки поверхонь деталей, що працюють за 500-600°C – гільзи циліндрів, колінчасті вали, деталі паливної апаратури двигунів і т.д.). Проводиться в середовищі NH_3 чи в розплаві солей на основі карбаміду (рідинне азотування),
- цементація – насичення поверхневих шарів металу вуглецем за 900-950°C. Ціль цементації – підвищення твердості та стійкості до спрацювання. Середовищем насичення вуглецем (карбюрізатором) звичайно служать BaCO_3 чи CaCO_3 (твердий карбюрізатор), газова суміш, що складається з метану CH_4 , оксиду вуглецю CO і ненасичених вуглеводнів (газовий карбюрізатор), розплав вуглекислих солей чи SiC (рідинний карбюрізатор),
- ціанування – насичення поверхневих шарів металу одночасно вуглецем та азотом. У результаті підвищується зносостійкість, поверхнева твердість та міцність металу на втомлення. Середовищем служить розплав NaCN чи Ca(CN)_2 . За газового ціанування середовищем служить суміш газів - NH_3 (20-30%) та газ, отриманий піролізом гасу чи мазуту (70-80%).

Методи обробки матеріалів шляхом нанесення металопокриттів.

Нанесення металопокриттів забезпечує підвищення корозійної стійкості, вирівнювання поверхні, поліпшує зовнішній вигляд виробів. Нанесення металопокриттів складається з 3-х етапів:

- 1- механічна підготовка поверхні,
- 2- хімічна і/чи електрохімічна підготовка поверхні,
- 3- хімічне і/чи електрохімічне нанесення покриттів.

Механічна підготовка поверхні може здійснюватися:

- очищенням сипучими абразивними матеріалами (чавунний чи сталевий дріб, наждаковий пісок) галтівкою (повільне перекочування деталей разом з абразивним матеріалом в обертових барабанах) чи віброгалтівкою (механічний вплив підсилюється вібрацією),
- шліфуванням та поліруванням.

В процесі механічної підготовки поверхні з неї видаляються поверхневі дефекти (задирки, окалина, раковини, жужільні залишки та неметалічні включення). В атмосферу потрапляє металевий та абразивний пил. Етап хімічної та електрохімічної підготовки складається з операцій знежирення та травлення поверхні, тобто видалення органічних і неорганічних забруднень поверхні.

Знежирення здійснюється шляхом занурення деталі у ванну з органічним розчинником (бензин, гас, уайт - спірит, CCl_4 , трихлоретилен, перхлоретилен) або водяними слаболужними мийними розчинами. Як мийні агенти використовують кальциновану соду (Na_2CO_3), їдкий натр ($NaOH$), тринатрійфосфат (Na_3PO_4), додають поверхнево-активні речовини (ПАР). Лужні розчинники використовують в процесі електрохімічного знежирення для утворення емульсії масляних забруднень. Жирова плівка видаляється пухирцями H_2 і O_2 , які утворюються на електродах

Хімічне та електрохімічне травлення поверхонь необхідно для видалення плівки оксидів (яка може бути невидима неозброєним оком), яка перешкоджає міцному зчепленню металевого покриття з поверхнею. Для травлення поверхні деталі поміщають у розчини кислот (H_2SO_4 , HCl , HNO_3 , HF), концентрованих лугів, розплави солей. Для прискорення процесу застосовують електрохімічне травлення в тих же середовищах.

Залежно від виду покриття розрізняють такі гальванічні операції:

- цинкування – гальванічне осадження на поверхні виробу атомів цинку шляхом електролізу з метою захисту сплавів заліза від атмосферної корозії. Електролітом служать солі цинку ($ZnSO_4$, $Zn(BF_4)_2$, ціаністі сполуки $Zn+NaCN$, $Na_2Zn(CN)_4$),
- кадміювання – захист сталі від корозії в морській воді та атмосфері. Електроліти – $CdSO_4$ і $Cd(BF_4)_2$,
- лудіння,
- свинцювання,
- міднення,
- нікелювання,
- хромування,
- сріблення,

- золочення,
- оксидування,
- фосфатування.

Усі ці процеси здійснюються зануренням деталей у ванни, заповнені електролітом (розчини кислот, лугів, солей та їхніх сумішей), і пропусканням через них електричного струму, що приводить до формування поверхневих захисних плівок відповідних складів.

Методи обробки матеріалів шляхом фарбування реалізуються з допомогою таких операцій:

- знежирення поверхонь (механічним, хімічним та термічним методами);
- підготовка лакофарбових матеріалів;
- нанесення покриттів;
- сушіння оброблених поверхонь.

Нанесення покриттів може проводитися способами: пневматичним, розпиленням під тиском (безповітряний), електростатичним, зануренням, струминним поливом, електроосадженням, у фарбувальних машинах, порошковим.

Розчинники, які використовуються для нанесення лакофарбових покриттів, за хімічно природою можна розділити на:

- 1- вуглеводневі, у тому числі аліциклічні (циклогексан), ароматичні (бензол, толуол, ксилол),
- 2- терпени (скипидар);
- 3- кетони (ацетон, діацетоновий спирт);
- 4- прості та складні ефіри (бутилацетат, етилацетат, етилцелозольв);
- 5- спирти (етиловий, бутиловий, пропиловий);
- 6- галогенвмісні розчинники (хлорбензол).

6.2. Використовувані ресурси

Як ресурси у машинобудівному комплексі використовується продукція металургійного комплексу (якісні показники якої детально описані в 3 розділі) та хімічної промисловості (показники продукції детально описані у 9 розділі).

6.3. Вплив на довкілля

6.3.1. Забруднення атмосфери. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від діяльності підприємств машинобудівного комплексу становлять приблизно 1–2% від загального об'єму промислових забруднень – це, в основному, викиди газів металургійної складової машинобудівного комплексу.

Ливарне виробництво. До основних джерел забруднення атмосферного повітря у ливарному виробництві відносяться:

- плавильні агрегати ливарних цехів;
- дільниці ливарних цехів, які пов'язані із складуванням, переробкою та використанням шихтових та формівних матеріалів;
- шихтові подвір'я;
- сумішеприготувальні дільниці;

- дільниці формування та приготування стержнів та ін.

У ливарному виробництві на одну тонну виливків утворюється від 1 до 3 тонн відходів, які містять відпрацьовану та невикористану формувальну суміш, шлаки, пил, газу. Хоча основна частина відходів – відпрацьовані суміші та шлаки, але відносно забруднення навколишнього середовища найбільшу небезпеку створюють пил та газу у зв'язку з тим, що їх важко вловлювати та відводити.

У закритих печах-вагранках для виливків чавуну виробничою потужністю 5–10 т/год в середньому на одну тонну виливків викидається в атмосферне повітря: пилу – 11,5 кг/т; CO – 193 кг/т; SO₂ – 0,4 кг/т; C_mH_n – 7,7 кг/т.

У відкритих печах-вагранках для виливків чавуну виробничою потужністю 2–25 т/год в середньому на одну тонну виливків викидається в атмосферне повітря: пилу – 17,0–20 кг/т; CO – 185–200 кг/т; SO₂ – 1,3–1,5 кг/т; C_mH_n – 2,1–2,6 кг/т; NO_x – 0,012 кг/т. Хімічний склад пилу вагранки становить: SiO₂ – 20–50%; CaO – 2–12%; Al₂O₃ – 0,5–6%; Fe₂O₃ + FeO – 10–36%; C – 30–45%. Розмір частинок пилу становить 5–150 мкм. В процесі розливу з вагранок у ковші однієї тонни чавуну в атмосферу викидається біля 130 г CO та 18–22 г графітового пилу.

Питомі викиди на одну тонну готової продукції забруднюючих речовин в електродугових печах в процесі виплавки однієї тонни сталі становлять: пилу 7,6–9,5 кг/т; CO – 1,5 кг/т; SO₂ – 1,4 г/т; NO_x – 0,25 кг/т; ціаніди – 28,4 г/т; фториди – 0,56 г/т.

У газах, які відводяться від ливарного виробництва та викидаються в атмосферу, пил складається в основному з дрібнодисперсних частинок, а вміст вільного діоксиду кремнію доходить до 80%. На дільниці розвантаження сипучих матеріалів (ливарного коксу, вапняку, піску тощо) в приймальні ванни виділяється у середньому до 2–2,5 кг/год пилу на одиницю працюючого обладнання. З сушильних апаратів виділяються 0,2–0,5 кг/год оксиду вуглецю, 0,10–0,15 кг/год оксиду сірки, до 0,2 кг/год оксиду азоту та інші речовини, такі як акромін, формальдегід та ін. Запиленість газів, які відводяться від сушильних апаратів, становить 10–15 г/м³.

В процесі приготування 1кг формувальної суміші виділяється близько 7,5г вуглеводнів (фенол, формальдегід, метанол, ацетон).

Значними пилогазовими викидами супроводжуються процеси зливу металу з печей у ківш і розливання у форми, причому величина питомих викидів шкідливих речовин не залежить від ємності печей.

На ділянках розливу металу у форми виділяється оксид вуглецю, кількість якого залежить від маси виливків:

$$m = 8-30\text{кг} \quad q = 1,2\text{кг/т}$$

$$m = 2000\text{кг} \quad q = 0,7\text{кг/т}$$

На ділянках очищення литва в процесі вивільнення виливків та звільнення їх від відпрацьованих формувальних сумішей використовується вибивне устаткування. Процес вивільнення виливків супроводжується виділенням пилу, згорілої землі та окалини в кількості до 30кг/т відлитого металу. В процесі витягування гарячих (200°С) виливків кількість виділень збільшується на 10-

15%. В процесі очищення виливків механічним способом з 1м² виробу виділяється:

- до 60 кг/год пилю, що містить як частки SiO₂, так і частки металу,
- 6 кг/год СО,
- 3 кг/год NH₃.

Таблиця 6.2

Характеристика неорганізованих викидів

Джерела викидів	Температура газів, °С	Концентрація, мг/нм ³				Питомі викиди (на 1 т сталі)				
		пил	NO _x	SO ₂	СО	гази, нм ³	Пил, г	NO _x , г	SO ₂ , г	СО, г
Навколо електродний простір	150	2000-8000	42,0	9,0	6,25	125	250-1000	5,2-5,3	1,1	0,8
Ківш зливання металу	150	1500-3500	9	22,5	-	78	120-270	0,7	1,8	-
Форми розливання металу	50	2000	сліди	-	-	2-3	5	-	-	-

В технології дрібOMETного очищення інтенсивність пиловиділення складає 50-80 кг/т, за умови механічного очищення абразивним інструментом – 2,5 кг/год, сухе піскоструминне очищення заборонене. За умови очищення виливків у барабанах вміст SiO₂ у пилю доходить до 94,3%, а в процесі вибивки виливків – до 99,2%.

У ковальсько-пресовому виробництві в процесі нагрівання та обробки металів в атмосфері виділяються:

- мастильний аерозоль, що утворюється в процесі змащування штампів;
- продукти згоряння мастильних матеріалів;
- пил.

Концентрація пилоподібних часток окалини та графіту в процесі здування стисненим повітрям з поверхонь матриць, штампів та поковок, у повітрі робочої зони складають 3,9-4,1 мг/м³, для пресів можуть досягати 22-138 мг/м³.

Виділення токсичних газів від нагрівальних печей у молоткових та пресових прольотах досягають:

- за умови спалювання 1 кг природного газу – 3-7 г СО,
- за умови спалювання 1 кг мазуту – 2,2-5,2 гSO₂, 58 г СО, 0,33 г NO_x,
- за умови спалювання 1 м³ природного газу – 0,42г NO_x.

На дільницях зварювання та різання металів склад та маса викидів шкідливих речовин залежить від виду та режимів технологічного процесу, властивостей зварювальних речовин.

В процесі ручного електродугового зварювання сталі за витрати 1 кг електродів утворюється до 40 г пилю, 2 г фтористого водню, 1,5 г оксидів

вуглецю та азоту; в процесі зварювання чавунів – до 45 г пилу і 1,9 г фтористого водню. В процесі напівавтоматичного та автоматичного зварювання загальна маса шкідливих речовин, що утворюються, менша, в 1,5–2 рази, а для зварювання під флюсом – в 4–6 рази. Зварювальний пил на 99% складається з часток розміром від 10^{-3} до 1 мкм, біля 1% пилу вміщують частки розміром 1–5 мкм. Хімічний склад шкідливих речовин, які виділяються в процесі зварювання, обумовлений в основному складом зварювальних матеріалів (дроту, покриття, флюсів) та практично не залежить від складу зварювальних металів.

В таблиці 6.3. наведені дані виділення пилу та газів в перерахунку на 1 м в процесі різання металів. Хімічний склад пилу визначається головним чином маркою матеріалу, що розрізається, а розмір часток не перевищує 2 мкм. Так, в процесі ручного дугового зварювання сталей штучними електродами марки ЗА606/11 на один кг зварювальних матеріалів у середньому виділяється 14 г/кг зварювального аерозолі, в тому числі 0,6 г/кг Cr_2O_3 і 0,68 г/кг Mn та його сполук, а також газів: 1,3 г/кг NO_2 і 1,4 г/кг CO.

Таблиця 6.3

Виділення пилу і газів в перерахунку на 1 м в процесі різання металів

Процес різання та марка	Товщина металу, мм	Пил, г/м ³	Гази, г/м ³	
			CO	NO _x
Газова різка сталі 45Г17ЮЗ	5	2,5	1,4	1,1
	20	17	2,7	2,2
Газова різка сплавів титану	4	5	1,0	0,5
	30	36	2,7	1,5
Плазмова різка сплавів АМГ	8	2,5	0,6	10,0
	80	6,0	1,8	14,0

Механічна обробка металів на верстатах супроводжується виділенням пилу, стружки, туманів мастил та емульсій, які викидаються через вентиляційні установки в атмосферу. В процесі механічної обробки металів основними забруднюючими речовинами є пил та аерозолі мастил і емульсій. Джерелом мастильних та емульсійних туманів є рясне змочування оброблюваних поверхонь мастильно-охолоджуючими рідинами (МОР). Ці рідини дозволяють зменшити спрацювання різальних інструментів та зберегти структуру оброблюваного матеріалу, який нагрівається в результаті тертя в робочій зоні до 400 - 500°C. Як МОР застосовують нафтові мінеральні мастила та їхні емульсії, лужні, мильно-лужні рідини, гас, скипидар і т.д. Емульсії - це 3 - 10% розчини мастил, нафтових та олеїнових кислот і лугів з добавками кальцинованої соди (до 0,3-0,5%). У процесі використання склад емульсії істотно змінюється, збільшується вміст солей і мастил, металевих домішок. У таблиці 6.4. наведені дані про кількість парів води, туману мастил та емульсій, що виділяються за одну годину в процесі роботи металообробних верстатів у розрахунку на 1 кВт потужності електродвигунів.

Таблиця 6.4

Інтенсивність виділення пилу під час роботи на металообробних верстатах

Обладнання	Маса, мг		
	пари води	масляний туман	туман, емульсія
Металообробні верстати з масляним охолодженням	–	200	–
Металообробні верстати з емульсійним охолодженням	150	–	6,3
Шліфувальні верстати з охолодженням емульсією та содовим розчином	150	–	165

Пил, що утворюється в процесі абразивної обробки, складається з 30-40% матеріалу абразивного круга та 60-70% – оброблюваного матеріалу.

Значне виділення пилу спостерігається в процесі механічної обробки склопластиків, графіту та інших неметалевих матеріалів. Так, наприклад, в процесі обробки текстоліту, склотканини, карболіту та органічного скла пил виділяється у значній кількості (табл. 6.5). В процесі механічної обробки полімерних матеріалів одночасно з пилоутворенням можуть виділятися пари різних хімічних речовин та сполук (фенол, формальдегід, стирол та ін.), які входять до складу оброблюваних матеріалів.

Таблиця 6.5.

Виділення пилу в процесі механічної обробки різних неметалевих матеріалів

Технологічна операція, вид обладнання	Виділення пилу одним верстатом, г/год.
Обробка текстоліту на верстатах:	
– токарних	60–80
– фрезерних	100–120
– зубофрезерних	20–40
Обробка карболіту на верстатах:	
– токарних і розточувальних	40–80
– фрезерних	120–280
– свердловальних	36–50
Розкрій склотканини на стрічково-пиляльному верстаті	9–20
Розкрій органічного скла дисковими	800–950

Суттєво забруднюють середовище термічні цехи підприємств. Щоб надати деталям певних фізичних характеристик, їх піддають термічній обробці (наприклад гартуванню). Суть цього процесу зводиться до того, що металеву заготовку спочатку нагрівають до високої температури, відбувається забруднення довкілля внаслідок спалювання палива або інших засобів нагріву.

Термічна обробка передбачає швидке охолодження розпеченої деталі. Розжарена деталь занурюється в воду або в масло, яке починає горіти (а вода випаровуватися) з виділенням великої кількості шкідливих газів та оксидів металу. Після термічної обробки метал покривається окалиною (товстий шар окисленого металу) який в механічний спосіб очищають. Галтовочні барабани є джерелами шумового забруднення середовища та виділення значної кількості пилу. До джерел забруднення атмосфери відносяться: ванни, агрегати для термічної обробки, нагрівальні печі, що працюють на рідкому та газоподібному паливі, а також дробоструминні, дробоскидувальні камери. У процесі роботи цих агрегатів та установок в атмосферу викидаються пари та продукти горіння мастил, аміак, ціанистий водень, пил тощо. Концентрація пилу в повітрі, що виділяється від дробоструминних та дробоскидувальних камер, де метал зачищається після термічної обробки, досягає $200 - 700 \text{ мг/м}^3$. В процесі ціанування металів виділяється до 600 мг/год ціанистого водню на один агрегат ціанування.

В процесі хіміко-термічної обробки у гальванічних цехах деталі занурюють в спеціальні ванни, в які заливають різні хімічні сполуки – кислоти, луги, солі. Далі ці рідини нагрівають і через них пропускають струм. Деталі, що обробляються, виконують роль аноду або катоду в гальванічному процесі. Таким чином на поверхні деталі створюється необхідне покриття. У цій технології утворюється велика кількість дуже шкідливих газів, та парів розчину, що знаходиться у ванні. Після певного часу розчин стає непридатним до подальшого використання у виробництві і тому потребує утилізації. Під час нанесення гальванічних покриттів (анодування, фосфатування тощо) утворюються різні шкідливі речовини. Так, наприклад, в процесі фосфатування виробів виділяється фтористий водень, концентрація якого у вивідному повітрі досягає $1200 - 1500 \text{ мг/м}^3$. Концентрації HCl , H_2SO_4 , HCN , Cr_2O_3 , NO_2 , NaOH та ін. у відходячих газах коливаються у значних межах, що потребує негайного очищення повітря перед викидом в атмосферу.

Значним забруднювачем довкілля є виробництво, спрямоване на поліпшення загального вигляду деталей це – фарбувальні цехи підприємств. Фарби крім загального вигляду виробу поліпшують його фізико-хімічні властивості, наприклад – запобігають ржавінню. Фарби разом з розчинниками в процесі фарбування значно забруднюють робоче місце. Біля робітника утворюється щільна аерозольна хмара із крапель фарби і парів розчинника. Ці суміші є вибухонебезпечним середовищем, тому необхідне їх інтенсивне відведення. З цією метою фарбовий аерозоль уловлюється водяним екраном з подальшим очищенням води.

Шкідливі речовини в цих цехах виділяються в процесі:

- знежирення поверхонь органічними розчинниками перед фарбуванням;
- підготовки лакофарбових матеріалів (ЛФМ);
- нанесення ЛФМ на поверхні виробів;
- сушіння лакованих та фарбованих поверхонь.

Основними джерелами загазованості повітря робочих зон та атмосфери є змішувачі ЛФМ, фарбувальні камери, сушарки, ванни з розчинами для

знежирення. В процесі знежирення з поверхні дзеркала ванн випаровують пари вуглеводнів ($\text{г}/(\text{м}^2 \cdot \text{хв})$): бензину – 67-83; гасу – 17-34; уайт-спіриту – 83-100. Концентрація шкідливих речовин, що виділяються у фарбувальних камерах, залежить від характеристики ЛФМ, витрат та способу їх нанесення.

Таблиця 6.6.

Викиди забруднюючих речовин в процесі фарбування

Лакофарбовий матеріал	Тип відсмоктування	Об'єм відсмоктуваного повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	Концентрація, $\text{мг}/\text{м}^3$	
			ксилол	толуол
Емаль Мл-1-03	Камера з бічним відсмоктуванням	5 000	400	–
Емаль Мл- 25	Камера з бічним відсмоктуванням	1 700	170	–
Ґрунт Фл-03к	Решітка в підлозі	2 700	–	390
Нітроемаль-924	Решітка в підлозі	33 000	–	70

6.3.2. Забруднення гідросфери. Близько 10 млрд. м^3 води щорічно витрачається на потреби машинобудівельних підприємств країн СНД, де воду використовують для охолодження (підігріву) вихідних матеріалів та продукції, деталей і вузлів технологічного обладнання; приготування різних технологічних розчинів; промивання, збагачення та очищення вихідних матеріалів або продукції; господарського та побутового призначення.

Ливарне виробництво. Вода в ливарних цехах використовується для гідравлічного вибивання стержнів, транспортування формівної землі на дільниці регенерації, а також для гідротранспортування відходів горілої землі та системи вентиляції.

Джерелами забруднення стічних вод у ливарних цехах служать, головним чином, установки гідравлічного та електрогідравлічного очищення литва, вологого очищення повітря, гідрорегенерації відпрацьованих формівних сумішей. Велике економічне значення для народного господарства має утилізація стічних вод.

Утворені на цих операціях стічні води забруднюються глиною, піском, зольними залишками від вигорілої частини стержневої суміші та зв'язуючими добавками формівної суміші. Концентрація цих речовин у воді досягає $5 \text{ кг}/\text{м}^3$.

У ковальсько-штампувальному виробництві вода витрачається на охолодження заслінок печей, ковальського інструменту, штампів гарячого штампування, пресів, для створення водяних завіс. Потреба у воді, що використовується на охолодження устаткування на 1т поковок масою до 1,5 т складає 13 м^3 оборотної і 2 м^3 свіжої прямої, для поковок масою більше 1,5 т – 35 м^3 оборотної і 10 м^3 свіжої прямої, у штампуванні – 105 м^3 оборотної і 8 м^3 свіжої. У стічних водах ковальсько-пресових цехів міститься $0,4-1 \text{ г}/\text{л}$ суспендованих речовин, $0,01-0,06 \text{ г}/\text{л}$ мастил. Температура – $30 - 40^\circ\text{C}$, режим скидання – періодичний.

У механічних цехах вода використовується для приготування мастильно-охолоджуваних рідин, промивання пофарбованих виробів, для гідравлічних випробувань та проведення інших робіт. Основними забруднювачами стічних вод є пил, металеві та абразивні частинки, сода, мастила, розчинники, фарби та ін. Заміна МОР у механічній обробці різанням зв'язана із втратою технологічних властивостей через нагромадження в МОР металевого пилю, термічного розкладу, окислювання та утворення смол. Витрата МОР в процесі з охолодження деталей та інструменту від 0,5 до 10-12 $\text{дм}^3/\text{хв}$.

Таблиця 6.7

Характеристика стічних вод, що містять МОР

Компонент стічних вод	Забруднюючі речовини	Концентрація, $\text{мг}/\text{дм}^3$
Вуглеводневі МОР (мастила, гас)	нафтопродукти	3000
Емульсії	нафтопродукти	60000
Синтетичні МОР на основі ПАР, мила, полімерів	органічні речовини	до 100
МОР на основі електролітів	солі	до 200000

У термічних цехах воду використовують для приготування технологічних розчинів для загартування, відпускання та обпалювання деталей, промивання деталей та ванн після викидання відпрацьованих розчинів та ін. Основними домішками стічних вод є пил мінерального походження, металева окалина, важкі метали, ціаніди, мастила та луги.

Гальванічні дільниці. Вода на цих дільницях використовується для приготування технологічних розчинів, призначених для протравлення деталей та металів, нанесення на них гальванічних покриттів, а також для промивання деталей і ванн після викидання відпрацьованих розчинів та обробки приміщень. Основні домішки стічних вод – пил, металева окалина, емульсія, луги, кислоти, важкі метали та ціаніди. На травильних ділянках і в гальванічних цехах утворюється два потоки стічних вод: концентровані відпрацьовані травильні розчини та електроліти і промивні води. Промивні води утворюються на всіх етапах хімічної та електрохімічної підготовки поверхні та нанесення покриттів, оскільки всі процеси супроводжуються обов'язковим промиванням поверхні водою для видалення залишків травильних розчинів та продуктів травлення, а також залишків гальванічних електролітів. У загальному водоспоживанні підприємства на гальванічне виробництво приходить 30-50%, з яких 80% складають промивні води.

У свіжому травильному розчині (табл. 6.8) міститься 15-20% H_2SO_4 , у відпрацьованому – 4-5%. Травильний розчин вважається непридатним, якщо концентрація FeSO_4 досягла 300-400 $\text{г}/\text{дм}^3$. Для HCl ті ж значення відповідно 12-18%, 2-4% і концентрація FeCl_2 дорівнює 250-350 $\text{г}/\text{дм}^3$.

Таблиця 6.8

Характеристика стічних вод процесу травлення сталі у розчинах H_2SO_4 та HCl

Показник	Розчин H_2SO_4		Розчин HCl	
	Відпрацьований травильний розчин	промивні стічні води	Відпрацьований травильний розчин	промивні стічні води
Температура, °C	30-80	15-25	20-30	15-25
pH	1-2	4-5	1-2	4-5
Концентрація $FeSO_4$ ($FeCl_2$), г/дм ³	300-400	0,5-5	250-350	0,5-5
Концентрація H_2SO_4 (HCl), г/дм ³	30-100	0,5-3	20-60	0,1-2

Об'єм відпрацьованих травильних розчинів дорівнює 0,6 м³/т металу, об'єм промивних стічних вод - 50 м³/т металу. З промивними стічними водами виноситься 50 - 75% металу, на покриття використовується 25 - 50%.

Кислотне травлення не забезпечує високу якість обробки високолегованих сталей та сплавів на основі Ti, Ni, Cr а також є довготривалим. Цих недоліків позбавлене лужне травлення, що використовує як травильне середовище розчини чи розплави лугів або карбонатів лужних металів:

Типовий склад домішок стічних вод та їх концентрація, для цехів та дільниць підприємств машинобудівного комплексу наведений в таблиці 6.9.

Зменшення концентрації травильного середовища та збільшення в ньому концентрації солей зменшує швидкість травлення, тому необхідна періодична заміна середовища. У відпрацьованих концентрованих стічних водах лужного травлення присутні солі лужних металів, що гідролізуються з утворенням відповідних оксидів. Стічні води ділянок нанесення гальванічних покриттів поділяються на 3 потоки:

- стічні води, що містять ціаністі сполуки (стічні води цинкування, міднення, сріблення, кадміювання), що утворюються в результаті електрохімічного виділення металів з їхніх ціаністих солей,
- стічні води, що містять сполуки хрому (стічні води хромування, хромової пасивації) - 40% усіх стічних вод цехів гальванічних покриттів,
- стічні води, що мають кислу чи лужну реакцію (стічні води процесів травлення, знежирення), що містять кислоти, луги, ПАР.

6.3.3. Забруднення ґрунтів. Тверді відходи машинобудівного комплексу мають обмежену номенклатуру і досить постійні за складом, хоча кількість відходів того чи іншого виду може коливатися в широких межах в залежності не тільки від масштабів виробництва, але також від характеру технології, яка застосовується та продукції, яка випускається. Тверді відходи містять амортизаційний брукт інструменту; відходи від виробництва прокату (обдирні стружка, обрізки, стружки, окалини); відходи виробництва литва (литники, шлаки, сміття та ін); відходи механічної обробки (обрізки, стружки, тирса); шлаки, золи, шлами, опади та пил (відходи систем очищення повітря).

Таблиця 6.9

Склад та концентрація стічних вод підприємств машинобудівного комплексу

Цехи та дільниці	Вид утворення стічних вод	Основні забруднювальні речовини	Концентрація домішок, кг/м ³
Ливарні	від вологого газоочищення	дрібнодисперсний мінеральний пил	2–4
	від грануляторів стрижневих сумішей	пісок, частини шлаку	20–40
	від гідровибивання литва та регенерації земель	пісок, окалина, глина	0,5–15
органічні речовини		0,05	
Ковальсько - пресові	від охолодження поковок і обладнання	зважені речовини мінерального походження	0,1–0,2
		окалина	5–8
		мастила	10–15
Механічні	відпрацьовані мастильно-охолоджувальні рідини	зважені речовини	0,2–1,0
		сода	5–10
		мастила	0,5–2,0
Термічні	із гідрокамер фарбувальних дільниць	органічні розчинники	0,1–0,2
		масла, фарби	0,1–0,3
	із дільниць гідравлічних випробувань	зважені речовини	0,1–0,2
		мастила	0,03–0,05
	промивні розчини	окалина	0,02–0,03
		луги	0,02–0,03
		мастила	0,01–0,02
	із загартовувальних ванн	зважені речовини	0,05–0,25
		важкі метали	0,03–0,15
		мастила	0,001–0,01
ціаніди		0,002–0,05	
Гальванічні	води для промивання	хром	0,005–0,20
		ціаніди	0,005–0,15
	відпрацьовані електроліти	важкі метали	0–10
		кислоти	0,04–20
		луги	0,02–30
		мастила	0,02–0,05
		хром	5–200
ціаніди	10–100		

Тверді відходи складають 260 кг на 1 т металу, іноді ці відходи становлять 50% маси оброблюваних заготовок. Безповоротні втрати на 1т споживаних чорних металів складають: 5,4 кг - для обдирання, шліфування, розпилювання та інших видів обробки; 2,1 кг - для кування, гарячого штампування та термічної обробки (втрати від окалини), 14 кг - для травлення металу; 15,2 кг - за рахунок неповного збору відходів. Остаточними відходами вважаються такі, переробка яких нерентабельна через незначний вміст в них металів. Ці відходи переводяться в відвальні шлаки.

Втрати металу розподіляються таким чином:

- 0,6% - обдирання, розпилювання, шліфування,
- 0,3% – кування, гаряче штампування, термообробка (окалина),
- 1,5% – травлення металу,
- 1,6% – неповний збір відходів.

Середньостатичний склад відходів середнього машинобудівного підприємства:

- металобрухт чорних металів – до 8750 т/рік,
- металобрухт кольорових металів – 400 т/рік,
- шлак, окалина, зола – 40000 т/рік,
- згоріла формувальна суміш – 3800 т/рік,
- шлами, флюси – 600 т/рік,
- абразиви – 0,5 - 48 т/рік,
- відходи деревини – 100 - 1500 т/рік,
- сміття – 150 - 20000 т/рік,
- усі види пилу (металургійний, формувальний, абразивний і т.д.), систем пиловловлення.

Шлами з відстійників очисних споруд та прокатних цехів містять велику кількість твердих матеріалів, концентрація яких складає від 20 до 300 г/л. Після знешкодження та сушіння шлами використовують як добавки до агломераційної шихти або видаляють у відвали. Шлами термічних, ливарних та інших цехів містять токсичні сполуки свинцю, хрому, міді, цинку, а також ціаніди.

У невеликих кількостях промислові відходи можуть містити ртуть приладів та установок. Відходи виробництва, технологія переробки яких ще не розроблена, складають і зберігають до появи нової (раціональної) технології переробки відходів.

6.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу машинобудівного комплексу на навколишнє середовище та його попередження

У машинобудуванні створенню необхідних параметрів повітряного середовища сприяє раціонально організована вентиляція. На ділянках із підвищеним пилоутворенням використовуються місцеві відсмоктуючі системи, вони також ефективні на ділянках із газовиділенням. Поліпшує склад повітряного середовища переведення плавильних печей на електронагрів (замість полум'яного). На ділянках без надлишкового пиловиділення організується загальнообмінна припливно - витяжна вентиляція. Робочі місця поблизу плавильних печей, кувально - пресових ділянок, металообробних цехів,

гальванічних та фарбувальних ділянок тощо необхідно обладнувати місцевою припливною вентиляцією - повітряними душами.

Способи очищення викидів в атмосферу у машинобудівному комплексі від шкідливих речовин можна об'єднати в такі групи:

- очищення викидів від пилу та аерозолів шкідливих речовин;
- очищення викидів від газоподібних шкідливих речовин;

В машинобудівному комплексі із механічних методів очищення газових середовищ широко застосовується очищення газів у фільтрах, циклонах, пилевловлювачах інерційного типу та в електрофільтрах, для очищення газових середовищ від газоподібних забруднювальних речовин найчастіше застосовується абсорбція, хемосорбція та каталітичне очищення.

Очищення стічних вод від твердих часток в залежності від їх властивостей, концентрації та фракційного складу на машинобудівних заводах здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення твердих часток у полі дії відцентрових сил та фільтрування. Очищення стічних вод від мастило-продуктів залежно від їх складу та концентрації здійснюється на машинобудівних підприємствах відстоюванням, обробкою в гідроциклонах, флотацією та фільтруванням.

Виділення мастило-продуктів у полі дії відцентрових сил здійснюють у напірних гідроциклонах. Очищення стічних вод від масляних домішок флотацією полягає в інтенсифікації процесу спливання мастило-продуктів в процесі утворення агломератів із бульбашками повітря, яке подається у стічні води. Очищення стічних вод від домішок, які вміщують масло, фільтруванням – завершальний етап очищення.

Головним напрямком зменшення кількості твердих відходів треба вважати регенерацію відпрацьованих ливарних сумішей. Для смоляних сумішей найчастіше використовують пневматичну або термічну регенерацію. У пневматичній регенерації відпрацьовані суміші заздалегідь проходять через систему подрібнення з послідовно встановленими щокковими, секторними валковими дробарками, систему вібросита та електромагнітних сепараторів. Основним елементом термічної регенерації є установка для прокалювання суміші за 1073 К і наступного охолодження регенерату. Для цієї мети використовують барабанні печі або установки “киплячого шару”. Регенерат використовують для повторного приготування сумішей для форм та стрижнів для відливків масою до 1 т. Газотворність сумішей, приготованих на цьому регенераті, зростає в середньому на 20%, здатність до осипання - на 5 - 10%, за умови одночасного скорочення витрати в'язучого на 10 - 15%. Збільшення міцності зумовлене більш концентрованим зерновим складом.

Мокра регенерація сумішей забезпечує більш якісне відновлення зерен піску. Така система працює в комплексі з гідроочисними камерами. Установка для мокрої регенерації складається з ємності для прийому пульпи, конічного та спірального класифікаторів, а також центрифуги. Пульпа проходить послідовно через класифікатори та центрифугу, багатократно промивається водою. Пил та інші дрібні частинки відводяться в очисну систему. Піски після мокрої

регенерації відрізняються більш концентрованим зерновим складом і можуть бути використані для приготування форм і стрижнів для відливків масою до 5 т.

Відпрацьовані суміші можна відновлювати також сухим засобом. За рубежом, зокрема в Англії і Японії, для сухої регенерації суміші на основі рідкого скла застосовують установки, принцип роботи яких оснований на подрібненні шматків відпрацьованих сумішей в молоткових дробарках з наступною повітряною класифікацією. Такий регенерат можна вводити в суміш в кількості до 65%. Відомий пневматичний спосіб сухої регенерації, який полягає в тому, що зважені зерна відпрацьованої суміші, яка підлягає регенерації, розганяють до швидкості 30-40 м/сек в розгінній трубі, над верхнім кінцем якої розміщений зносостійкий металевий екран, що сприймає енергію потоку зерен. В результаті удару та тертя зерен суміші, яка підлягає регенерації, до екрану, відбувається їхнє очищення від домішок. Середнє зниження вмісту глинястих біля 0,13% на 1 цикл за умови залишкового вмісту глинястих в регенераті 3,5%. Цей спосіб має ряд недоліків: низьку циклову ступінь очищення від домішок, високу енергоемність процесу (за 60 квт/т регенерату), підвищений знос екранів і значні витрати на забезпечення високих швидкостей повітря. Таким чином, тривають дослідження в напрямленні розроблення ефективних способів регенерації сумішей на основі рідкого скла, для яких рішення проблем регенерації повинно носити компромісний характер, оскільки в процесі вилучення плівок рідкого скла внаслідок великої адгезії до поверхні піщинок, починається їхнє руйнування.

6.5. Нові екологічно безпечні технології

Одним із головних напрямків розвитку виробництва є широке впровадження маловідходних та безвідходних технологій виготовлення заготовок деталей машин, що дозволяє зменшити кількість відходів і відповідно зменшити навантаження на навколишнє середовище. Технологічна собівартість може бути суттєво знижена за рахунок впровадження точних заготовок. Такими заготовками є заготовки, що отримуються методами порошкової металургії та із композиційних матеріалів.

Можливості порошкової металургії для виготовлення деталей з різними властивостями практично необмежені. Цими методами можна створювати матеріали із композицій металів із різними неметалічними включеннями; отримувати матеріали заданої пористості; із заданими фізико-механічними властивостями. Виготовлені деталі можуть бути самими різними: антифрикційними, конструкційними, фільтруючими, електроконтактними, інструментальними, причому відходи у цій технології мінімальні.

Основними вихідними матеріалами деталей є порошки металів (залізні, мідні, нікелеві, кобальтові, молібденові, вольфрамові, титанові), порошки - сплави та др. Фізико-механічні властивості порошків визначаються основним матеріалом, домішками, природою газової фази, формою та розмірами частинок, густиною і мікротвердістю.

Застосування високоенергетичних методів формоутворення деталей дозволяє досягати густини біля 100%, і, відповідно міцності, близької до міцності штамповок та виливок із цього ж матеріалу.

Формування виробів в більшості випадків виконується холодним пресуванням у закритих прес-формах, після чого виріб запікається і отримує задані властивості. Після запікання можна проводити додаткову обробку: просочення мастильними матеріалами, термообробку, калібрування, обробку різанням.

До антифрикційних деталей відносяться підшипники ковзання, вкладиші, шайби, підп'ятники, які довгий час зберігають експлуатаційні властивості.

Високопористі матеріали застосовують як фільтруючі елементи для очищення газів і рідин. Так, пористі вироби із порошків бронзи, заліза, нікелю, титану застосовують в фільтрах для очищення повітря від пилу, водяного та мастильного туману, рідин, газів. Фільтри із титанової губки очищують агресивні водяні розчини кислот. Ці матеріали добре замінюють тканини, кераміку, скло, сітчасті фільтри.

Одним із найбільш перспективних напрямків створення матеріалів із високими експлуатаційними властивостями є формування композиційних матеріалів з вуглецевими волокнами, що мають різні фізико-механічні та фізико-хімічні властивості. Композиційні матеріали в порівнянні з металами та сплавами мають такі переваги: високі показники міцності, жорсткості та в'язкості; малу чутливість до зміни температури; теплових ударів, високу корозійну стійкість, малу чутливість до поверхневих дефектів, високі пластичні властивості, електро- та теплопровідність. Композити дають можливість виготовляти деталі машин без заготівельних процесів шляхом безвідходної технології із значним зниженням маси за рахунок більш високої міцності та пружності матеріалів.

Зниження затрат на сировину та виробництво волокон, розробка раціональних технологічних процесів виготовлення деталей із композитів забезпечить їм широке використання в різних галузях промисловості.

Контрольні питання

1. Накресліть структурну схему машинобудівного комплексу.
2. Які галузі входять у структуру машинобудівного комплексу?
3. Які основні технологічні процеси ливарного виробництва?
4. Назвіть основні технологічні процеси штампування та кування.
5. Дайте характеристику видів обробки різанням.
6. Які Ви знаєте технологічні процеси зварювання?
7. Дайте характеристику термічних методів обробки матеріалів.
8. Які Ви знаєте методи обробки матеріалів шляхом нанесення металопокрить?
9. З допомогою яких операцій реалізуються методи обробки матеріалів шляхом фарбування?
10. Дайте характеристику забруднення атмосферного повітря від діяльності підприємств машинобудівного комплексу.

11. Забруднення гідросфери підприємствами машинобудівного комплексу.
12. Дайте характеристику твердих відходів машинобудівного комплексу.
13. Заходи охорони та попередження негативного впливу на атмосферу та гідросферу у машинобудівному комплексі.
14. Шляхи та перспективи регенерації відпрацьованих ливарних сумішей.
15. Шляхи впровадження маловідходних та безвідходних технологій у машинобудівному комплексі.

Розділ 7. ХІМІЧНА ТА НАФТОХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ



- 7.1. Загальна характеристика
- 7.2. Використовувані ресурси
- 7.3. Вплив на довкілля
- 7.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу хімічної та нафтохімічної промисловості на навколишнє середовище та його попередження

7.1. Загальна характеристика

Структура, характеристика та тенденції розвитку хімічної та нафтохімічної промисловості. До хімічної промисловості належать галузі, які забезпечують економіку України мінеральними добривами, содою, фарбами, паливно-мастильними продуктами, пластмасами, синтетичними волокнами, та багатьма іншими видами сировини і матеріалів. Особливістю хімічної промисловості є здатність забезпечити народне господарство матеріалами з наперед визначеними властивостями, поліпшеної якості і в необхідній кількості. Її розвиток спричинений широким використанням мінеральних добрив у різних галузях та сферах економіки України, впровадженням хімічних технологій у промисловості й сільському господарстві, інтенсифікацією виробничих процесів, економією витрат суспільної праці.

Нафтохімічний комплекс України - група підприємств з виробництва органічних та неорганічних продуктів на основі нафтових фракцій, природного газу та газів нафтопереробки.

Багатогалузева хімічна промисловість України випускає продукцію більш як 120 тис. найменувань. До її складу входить більше 200 підприємств таких галузей: гірничої хімії, коксохімії, основної хімії, хімічних волокон, синтетичних волокон та пластмас, лакофарбових та синтетичних фарбників. Найбільш важливі галузі: гірничо-хімічна та основна хімія. Як окремі галузі виділилися мікробіологічна та фармацевтична промисловість. Основу хімічної промисловості становлять видобуток сировини, виробництво мінеральних добрив та полімерних матеріалів. За виробництвом мінеральних добрив Україна займає третє місце в Європі після Німеччини – 8,7 млн. т і Росії та п'яте місце в світі (окрім названих країн, США – 20 млн. т і Китаю – 18 млн. т).

В Україні розвинута багатогалузева хімія і нафтохімія. Найкрупнішими підрозділами цієї галузі є виробництва основної хімії (49% всієї товарної продукції галузі), лакофарбова (6%), промисловість пластмасових виробів, скловолокнистого лиття (5%), шинна (10%), гумоазбестова (7%) та багато інших. На власне хімічну промисловість припадає близько 80% випуску продукції всієї галузі, на нафтохімічну – 20%.

Неорганічна хімія переважно виробляє напівфабрикати, що використовуються в інших галузях промисловості. Виняток становлять мінеральні добрива, котрі продукує окрема галузь.

До органічної хімії входять виробництва вуглеводневої сировини, органічних напівфабрикатів, синтетичних матеріалів. Основною сировиною для хімії органічного синтезу є вуглеводні нафти, природний та супутній газ. Використовуються також вуглеводневі сполуки, що одержуються з вугілля.

Основна хімія як галузь обіймає кислотну, содову промисловість та виробництво мінеральних добрив. Сірчано-кислотна промисловість виробляє продукт, який потрібний у багатьох галузях – сірчану кислоту. Основною сировиною до недавнього часу були поклади природної сірки, сірчаного та залізного колчедану, на сьогоднішній день вирішальну роль відіграють сірчисті сполуки нафти та природного газу. Промисловість мінеральних добрив виробляє азотні, фосфорні та калійні добрива. На азотні добрива припадає половина усього виробництва, а фосфорні та калійні добрива продукуються приблизно в однаковій кількості. Україна займає значне місце у виробництві добрив. Виробництво кальцинованої соди зосереджено в районах залягання солей та вапняків; каустична сода виробляється у комплексі із отриманням хлору, який застосовується для випуску неорганічних продуктів, отрутохімікатів, полімерів.

Промисловість хімії органічного синтезу використовує як сировину нафту. Це багатогалузеве виробництво, підприємства тяжіють до районів нафтовидобутку, масового споживання нафтопродуктів та магістральних нафтопроводів. Сучасне розміщення галузі сформувалося під впливом географічних, економічних та технічних факторів.

Географія сировинних ресурсів, їх потужність, умови залягання істотно впливають на розміщення підприємств основної хімії. Зростання потреб у нафті і газі, що стали основною сировиною в галузі органічного синтезу та в нафтохімічній промисловості, посилює вплив фактора сировинних ресурсів у розміщенні виробництва. Щоправда, розгалужена мережа трубопроводів зумовлює наближення виробництва до районів споживання.

Обґрунтування розміщення конкретних хімічних виробництв пов'язане з урахуванням факторів, що впливають із структури витрат на одержання і споживання хімічної продукції. Це передусім:

- сировинний фактор (частка сировини і матеріалів в 1 т готового продукту);
- енергетичний фактор (витрати палива в умовних тоннах на одну тонну готового продукту);
- водний фактор (розміри водоспоживання та кількості стічних вод, які потребують очищення);
- трудовий фактор (виділення виробництв з високими затратами живої праці на одиницю готової продукції);
- споживчий фактор (наявність споживача готової продукції).

На форми розташування хімічної промисловості значно впливає технологічний фактор. Якщо виробництво не схильне до внутрішньогалузевого комбінування і складається із технологічно самостійних спеціалізованих підприємств, воно не зосереджується на певній території. Таким є виробництво мінеральних добрив, фарб, лаків, переробка пластмас. Навпаки, якщо комбінування є необхідною умовою функціонування підприємств, їх розміщення має форму взаємопов'язаних виробництв-комплексів. Такими є

нафтохімічні комплекси, що виробляють полімерні матеріали та напівфабрикати для їхнього одержання, барвники та неорганічні хімікати.

Дуже важливим фактором, що впливає на розміщення хімічних виробництв, є утворення різноманітних твердих, рідких та газоподібних відходів. Особливо багато відходів у гірничій хімії. Значення кожного фактора впливає із структури витрат на виробництво продукції в хімічній і нафтохімічній промисловості.

Вирішальний вплив на основні фактори, що визначають вибір району розміщення хімічних виробництв, має науково-технічний прогрес. Істотно змінюється значення сировинного та енергетичного факторів - поступово зменшується їх граничний вплив. Впроваджуються безвідходні технології, прогресує автоматизація виробництва.

Ефективність розміщення окремих підприємств у хімічній промисловості прямо залежить від форм організації виробництва: концентрації, спеціалізації, кооперування та комбінування. Особливо ефективною є концентрація виробництва, зумовлена значною фондомісткістю виробництва, великою потребою народного господарства в хімічній продукції, високими темпами науково-технічного прогресу. Виробництво слід концентрувати як на основі збільшення підприємств, так і завдяки підвищенню потужності діючих агрегатів та технологічних ліній, від чого зростатиме заводська концентрація. Концентрація виробництва має свої раціональні межі, порушення яких призводить до зниження її ефективності. Зростання обсягів виробництва зумовлює підвищення транспортних витрат на доставку сировини, палива та води, збільшує радіус перевезення готової продукції, термінів будівництва, небезпеку виникнення аварійних ситуацій. Так, підвищення за один рік потужності агрегатів для виробництва, етилену від 50 до 300 тис. т знижує виробничі витрати вдвоє, а від 300 до 500 тис. т – тільки на 7%.

Оптимальний розмір виробництва залежить від багатьох факторів – розвитку транспорту (особливо трубопровідного), забезпечення сировиною, трудових ресурсів, надійності технологічних апаратів тощо.

Спеціалізацію виробництва в хімічній промисловості слід здійснювати одночасно з кооперуванням, що створює сприятливі умови для організації безперервних технологічних процесів, створення спеціалізованої техніки, нових форм організації праці, впровадження комплексної механізації та автоматизації виробництва; підвищує рівень використання устаткування та виробничих потужностей; спрощує виробничу структуру хімічних підприємств; удосконалює матеріально-технічне постачання і збут; активно сприяє зростанню продуктивності праці.

Рівень спеціалізації в основних підгалузях хімічної промисловості різний. У багатьох з них профільна продукція не є головною, що пояснюється високою ефективністю комбінування, яке зумовлюється великою кількістю процесів, що ґрунтуються на послідовній та комплексній переробці мінеральної та органічної сировини, значними масштабами виробництва напівпродуктів, які характеризуються низькою транспортабельністю, високим рівнем споживання

паливно-енергетичних ресурсів, наявністю потужних обслуговуючих і допоміжних цехів.

Комбінування виробництва поєднується з його концентрацією і зменшує в нафтохімічній промисловості використання нафти й газу на 25 - 31%, а в промисловості хімічних волокон – зниження собівартості 1 т волокна на 4%. Комбінування на базі комплексної розробки родовищ або комплексного використання сировини, утилізації відходів, дає змогу успішно розв'язувати проблеми охорони навколишнього середовища.

За особливостями розміщення хімічна та нафтохімічна промисловість є однією із найскладніших. Численні міжгалузеві, внутрішньогалузеві та технологічні зв'язки, широкий асортимент продукції, використання великої кількості палива, енергії та води зумовлюють своєрідність територіальної організації хімічної промисловості.

Більшість виробничих потужностей хімічної промисловості створено за останнє десятиріччя минулого століття. Введено в дію Красноперекопський бромний завод, 2-й содовий завод в Слов'янську, підприємства виробництва азотних добрив – у Горлівці та Дніпродзержинську, пластмас і виробів з них – у Дніпропетровську, Прилуках, Харкові, хімічного волокна – в Києві, кінофотоматеріалів у Шостці та ін. Розширювалися діючі підприємства, створювалися нові цехи, організовано випуск широкого асортименту хімічних виробів. Збудовано Івано-Франківський завод тонкого органічного синтезу, Сиваський анілінофарбовий завод, Рівненський, Черкаський та Одеський заводи азотних добрив; створено великі комплекси із випуску нових видів хімічної продукції – капролактаму, поліхлорвінілових смол, полістиролу, вінілацетату та ін. Випуск цієї та іншої продукції організовано в Горлівці, Черкасах, Калуші, Первомайську. Переробку пластичних мас зосереджено в Сімферополі, Броварах, Луцьку. Великі заводи випуску шин введені в дію у Дніпропетровську та Білій Церкві.

Хімічна промисловість зосереджена у Донбасі, Придніпров'ї та Прикарпатті. З інших районів виділяється Сумщина, Причорномор'я, Черкащина, Волинь. Але тільки у Донбасі зосереджена майже третина виробництва всієї галузі. На Луганщину припадає 17% випуску хімічної та нафтохімічної продукції. В області сформувався Лисичансько-Рубіжанський промисловий вузол хімічної спеціалізації. На Донеччині створено потужний Горлівсько-Слов'янський промисловий вузол, на Дніпропетровщині – Дніпропетровсько-Дніпродзержинський вузол, на Львівщині – Дрогобицько-Бориславський, Львівський та інші промислові центри. Великі промислові центри є також в Івано-Франківській, Сумській областях, у Причорномор'ї. Важливими регіонами хімічного виробництва стали Київ, Чернігів, Рівне.

Україна займає одне з провідних місць у світі і має великі експортні можливості щодо мінеральних добрив. Це визначається сировинним фактором – наявністю багатих родовищ калійних солей. Калійні солі є в Прикарпатті (Калуш, Стебник), для виробництва фосфорних добрив використовуються головним чином північноафриканські фосфорити. Наявність сировини дозволила Україні створити розвинену технологічну базу для виробництва

мінеральних добрив на експорт. Більше 90% експорту мінеральних добрив становлять азотні добрива, а їх головними покупцями є Китай, Індія, Бразилія, Туреччина, Молдова, Туркменистан. Заводи із випуску азотних добрив на основі переробки природного газу споруджені у Рівному, Черкасах, Лисичанську.

Продукцією гірничої хімії є калійні солі Калуша та Стебника, кам'яна сіль Артемівська і Слов'янська, вапняки Донецької області та Автономної Республіки Крим. Галузь в основному сконцентрована у Карпатському, Донецькому і Придніпровському економічних районах.

Розміщення коксохімічної промисловості зорієнтоване на сировину – кам'яне вугілля та споживача – виробництво чорних металів. Протягом багатьох десятиріч Україна експортувала кокс у Росію (1,5–2,0 млн. т щорічно), країни східної Європи (біля 4 млн. т щорічно). В останні роки виробництво коксу скоротилось. Обсяг його експорту становить не більше 0,6 млн. т на рік. Коксохімічне виробництво зосереджене на 16 підприємствах в Донбасі та Придніпров'ї.

У хімічній промисловості широко використовуються кислоти. Найбільш масово застосовується сірчана кислота, сировиною для виробництва якої є сірчані домішки в газах, нафті, імпортована сірка, тощо. Оскільки найкрупнішими споживачами цього хімічного продукту традиційно були підприємства виробництва фосфатних добрив, основні центри випуску цих добрив є одночасно центрами виробництва сірчаної кислоти (Суми, Вінниця, Одеса, Костянтинівка). Сірчану кислоту виробляють також коксохімічні заводи, розташовані у Придніпров'ї і Донбасі, у випадку впровадження технологій глибокого очищення нафти, сірчану кислоту виробляють нафтопереробні заводи.

Нафтопереробна промисловість зосереджена в районах видобування нафти, в портових містах України, у Донбасі. Придніпров'ї. Прикарпатті та центральній частині України. Це нафтопереробні підприємства Одеси, Херсону, Бердянська. Кременчука, Лисичанську, Запоріжжя, Вінниці, Дрогобича. Борислава, Надвірної. На базі нафтопереробки, виробництва сажі, переробки привозного синтетичного та натурального каучуку розвивається нафтохімічна промисловість.

Україна – раніше основний регіон виробництва соди (центрами випуску цієї продукції є також Білорусія і Урал). Підприємства содового виробництва у своєму розміщенні тяжіють до сировини – вапняків та кухонної солі. Напрочуд сприятливі умови для розташування содового виробництва є у Донбасі (Слов'янську та Лисичанську) та в Криму (Красноперекопськ). Відмітною особливістю содового виробництва є висока питома вага випуску кальцинованої соди.

В Україні організовано виробництво лакофарбових матеріалів, їх випуск налагоджено в багатьох містах усіх регіонів (Дніпропетровськ, Маріуполь, Донецьк, Харків, Кривий Ріг, Київ, Ніжин, Львів, Борислав, Одеса та ін.).

На використання вітчизняної та імпоротної сировини (ільменітові руди) зорієнтовані підприємства виробництва оксиду титану у Сумах та Красноперекопську.

Гумова промисловість виробляє тисячі найменувань різноманітної продукції. Вона представлена Дніпропетровським шинним, Білоцерківським комбінатом шин та гумоазбестових виробів, Київським АТ "Київ-Гума". Київським і Сумським регенераторними заводами, підприємствами у Бердянську, Запоріжжі. Харкові, Одесі, Ніжині та інших містах. Сажу виробляють у Дашаві, Стаханові та Кременчуці.

Виробництво хімічних волокон та ниток зосереджено в Києві, Черкасах, Житомирі, Чернігові. Виробничий процес на підприємствах цієї галузі в значній мірі залежить від імпортової сировини. Так, для виробництва віскозних ниток необхідна целюлоза, яку в Україні виготовляють в обмеженій кількості, до того ж незадовільної для цього виробництва якості.

Підприємства з виробництва смол та пластмас розміщені в районах видобутку кам'яного вугілля, нафти, газу (Донбас, Придніпров'я).

Значне місце у хімічній промисловості належить фармацевтиці. Перше промислове підприємство хіміко-фармацевтичного профілю в Україні виникло в 80-х роках XIX ст. в Одесі. В 1881 р. почало працювати спеціалізоване підприємство в Києві. Хіміко-фармацевтичні підприємства були споруджені в Миколаєві, Харкові, Кременчуці, Львові та інших містах. У повоєнні роки збудовано Київський завод медичних препаратів; центрами виробництва вітамінів є Київ, Умань, Одеса. В загальному в Україні функціонує близько 80 хіміко-фармацевтичних заводів і фабрик.

Найбільшими центрами фармацевтичної промисловості в Україні є: Київ, Львів, Одеса, Луганськ, Лубни, Горлівка та ін.

Основні перспективи розвитку хімічної промисловості України

1. Хімізація народного господарства України сприяє широкому використанню мінеральних добрив у різних галузях та сферах народного господарства, впровадженню хімічних технологій у промисловості та сільському господарстві, інтенсифікації виробничих процесів, економії витрат суспільної праці.

2. Україна має потужну сировинну базу для розвитку хімічної промисловості: унікальні родовища природної сірки у Прикарпатті (Роздол, Язів, Яворів), значні родовища калійних солей (Калуш-Голинська і Стебницька групи), практично необмежені поклади кам'яної солі в Донбасі (Артемівськ, Слов'янськ), Закарпатті (Солотвино) і Прикарпатті (Болехів. Дрогобич). Невичерпні запаси самосадної солі в озерах і лиманах Причорномор'я та Криму, особливо багате на хлоридні солі натрію, магнію і бромю озеро Сиваш. Сировинну базу хімічної промисловості України становлять також вугілля, продукти коксового виробництва, горючі гази і нафта. Завдяки розгалуженій системі трубопроводів підприємства органічної хімії наближаються до районів масового споживання її продукції.

3. Перспективним є розвиток фармацевтики. Останнім часом в галузі йде процес запровадження сучасних технологій, модернізація заводів, що виробляють найнеобхідніші ліки. Деякі зарубіжні фірми почали виробництво запатентованих препаратів на українських заводах. Фармацевтична промисловість України має у своєму складі близько 90 підприємств. В Україні

вступив в дію потужний завод “Фармація”, який належить концерну “Стирол”. Цей завод виготовляє біля 950 млн. таблеток і капсул на рік. Розміщується він у м. Горлівка.

4. У хімічній промисловості використовуються різні види енергії: електричну, теплову, механічну, світлову, штучний холод. Енергоносіями є електричний струм, пара, гаряча вода, паливо, охолоджена вода, повітря, інертні гази. Хімічна промисловість наложиться до енергомістких. Однією із перспектив розвитку хімічної промисловості є зменшення енергомісткості виробництва за рахунок впровадження досягнень науково-технічного прогресу.

Хімічна промисловість відноситься до критичних виробничих галузей України, оскільки для виробництва головних видів хімічної продукції використовується імпортна сировина. Розвиток хімічної галузі залежить від критичного імпорту газу, нафтопродуктів, фосфоритів, целюлози, каучуку та циклічних вуглеводнів. Більша частина виробництва неорганічних продуктів представлена повним циклом. Хімічна і нафтопереробна промисловість відносяться до галузей, що виробляють матеріали, питома вага яких у промисловому виробництві становить близько 7%. Доля експорту у загальному експорті держави складає близько 13% (основними продуктами експорту є аміак, азотні добрива та шини). Головними споживачами хімічної продукції в Україні станом на 1996 рік є промисловість (всього) – 28,4%, сама хімічна галузь – 12,0%, агропромисловий комплекс – 10,1%, електроенергетика – 2,6%, будівельний комплекс – 2,1%, машинобудування – 2,8%, транспорт – 2,3%.

Хімічний комплекс комбінується з чорною та кольоровою металургією, нафтопереробною, легкою, харчовою, машинобудівною та лісовою промисловістю, агропромисловим комплексом тощо. Завдяки складній системі зв'язків утворюються поєднання виробництв, з яких формуються міжгалузеві комплекси.

Загальна характеристика хіміко-технологічних процесів. Для хімічної та нафтохімічної технології прийнято розділяти процеси та відповідні до них апарати передусім за агрегатним (фазовим) станом взаємодіючих речовин. За цією ознакою всі системи взаємодіючих речовин і відповідні технологічні процеси поділяються на гомогенні (однорідні) та гетерогенні (неоднорідні).

Гомогенні системи — це такі системи, в яких всі реагуючі речовини знаходяться в одній будь-якій фазі: газовій (Г), рідкій (Р).

Гетерогенні системи включають дві або більшу кількість фаз. Можна уявити собі деякі двозначні системи: газ-рідина (Г-Р), рідина-рідина (Р-Р), яка не змішується, рідина-тверде тіло (Р-Т). У виробничій практиці найчастіше зустрічаються системи Г-Р, Г-Т, Р-Т. Часто у практичному виробництві доводиться мати справу з багатофазовими гетерогенними системами, наприклад Г-Р-Т, Г-Т-Т, Р-Т-Т, Г-Р-Т-Т та інші.

Гетерогенні процеси більш поширені в промисловості, ніж гомогенні.

Хіміко-технологічний процес (ХТП) – різновид виробничого процесу, що включає стадію хімічного перетворення речовин. Будь-який ХТП складається з трьох стадій:

- підготовка сировини,

- хімічне перетворення,
- виділення цільового продукту.

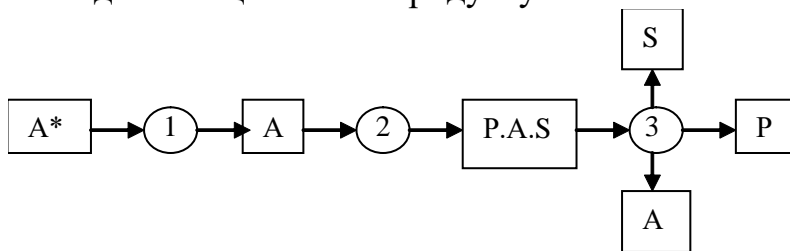


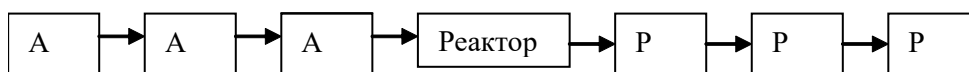
Рис. 7.1. Принципова блок-схема ХТП: A^* - сира вихідна сировина; A – вихідна сировина; P і S – цільовий і побічний продукти; 1 – стадія підготовки сировини; 2 – стадія хімічного перетворення; 3 – стадія виділення цільового продукту.

Основою класифікації ХТП можуть бути:

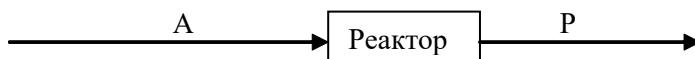
- спосіб організації процесу,
- кратність обробки сировини,
- вид використовуваної сировини,
- тип основної хімічної реакції.

За способом організації ХТП можуть бути:

- періодичними. У періодичних процесах сировина вводиться в реактор визначеними порціями і так само дискретно з реактора виводиться цільовий продукт після завершення циклу.



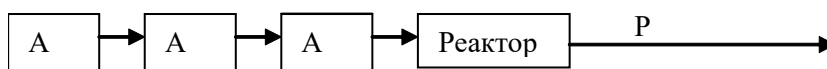
- безперервними. У безперервних процесах сировина подається в реактор постійним потоком. За час перебування її в реакторі вона перетворюється в цільовий продукт, що безперервно виводиться з реактора.



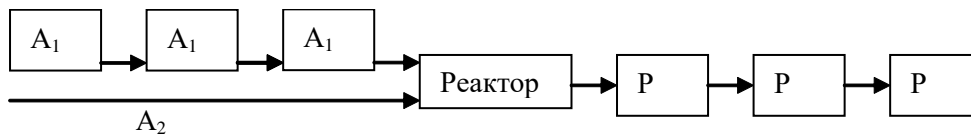
- комбінованими. Комбіновані процеси можуть характеризуватися:
 - безперервним надходженням сировини і періодичним відводом продукту,



- періодичним надходженням сировини і безперервним відводом продукту,

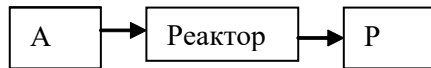


- періодичним надходженням одного з вихідних видів сировини і безперервним – іншого.

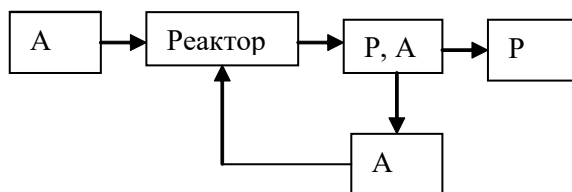


За кратністю обробки сировини розрізняють процеси з розімкнутою (відкритою), замкнутою (закритою) та комбінованою схемами.

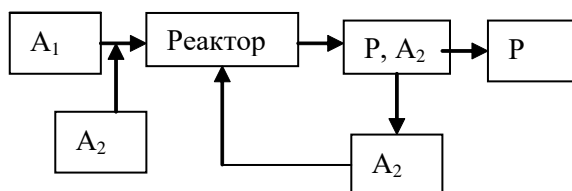
У процесах з відкритою схемою сировина за один цикл перебування в реакторі перетворюється в цільовий продукт.



У процесах із закритою схемою потрібно багаторазове перебування сировини в реакторі до того, як вона цілком перетворитися в кінцевий продукт.



У комбінованих процесах основна сировина може перетворюватися в цільовий продукт за один цикл, а допоміжні матеріали використовуватися багаторазово.



За видом використовуваної сировини ХТП можуть бути розділені на процеси переробки рослинної, тваринної та мінеральної сировини.

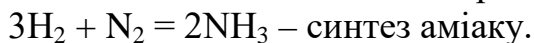
Основу ХТП складають різні хімічні реакції: прості і складні, оборотні і необоротні, гомогенні та гетерогенні, екзотермічні та ендотермічні.

За умовами протікання реакції поділяють на:

- високотемпературні, що протікають за температури вище 500°C;
- електрохімічні, що відбуваються під дією електричного струму;
- фотохімічні, викликані дією світла;
- радіаційно-хімічні, що протікають під дією іонізуючих випромінювань;
- каталітичні, що протікають за участю каталізатора.

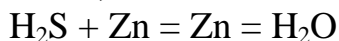
Основні технології хімічної та нафтохімічної промисловості.

Виробництво аміаку. Виробництво аміаку з природного газу (метану) вимагає проведення декількох хімічних реакцій:

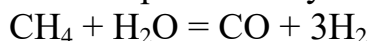


Виробництво аміаку складається із таких стадій:

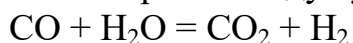
1- очищення природного газу від сірковмісних сполук адсорбцією сірководню, що заважає подальшим перетворенням



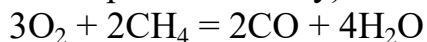
2- конверсія метану з водяною парою



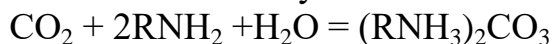
3- конверсія оксиду вуглецю



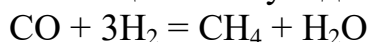
4- одержання азоту з повітря «випалюванням» з нього кисню (цією ж реакцією одержують тепло для проведення процесу, продукти горіння беруть участь в одержанні аміаку)



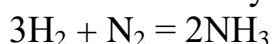
5- абсорбція діоксиду вуглецю, отриманого в процесі одержання водню, розчином моноетаноламіну



6- очищення газу від CO перетворенням у метан



7- синтез аміаку



Головним апаратом технології виробництва аміаку є колона синтезу аміаку високого тиску.

Виробництво сірчаної кислоти. На сьогоднішній день найбільшого поширення набрали дві технології виробництва сірчаної кислоти: із використанням як сировини сірки та сірководню (продукту очищення нафти та природного газу). На сьогоднішній день на Україні діють тільки виробництва сірчаної кислоти із використанням як сировини сірки.

Сірку попередньо розплавляють. Оскільки температура плавлення сірки порівняно низька, то шляхом відстоювання і наступного фільтрування від сірки відокремлюють механічні домішки. Для спалювання розплавленої сірки використовують два типу печей – форсуночні та циклонні. З печі газ спалювання поступає у котел - утилізатор. Концентрація діоксиду сірки в газі залежить від співвідношення сірки та повітря, поданих на спалювання. Зазвичай під час спалювання сірки отримують газ, у якому 13 – 14% SO₂. Після котла-утилізатора газ спалювання потрапляє у контактне відділення. Найчастіше у промисловості використовують поличкові контактні апарати з зовнішнім теплообміном. Схема теплообміну передбачає максимальне використання теплоти реакції для підігріву вихідного газу та одночасне охолодження газу між полками. Одне з найважливіших завдань, які вирішує сірчано-кислотна промисловість, - збільшення ступеня перетворення діоксиду сірки та зменшення його викидів у

повітря. Це завдання може бути розв'язана кількома методами. Один з найбільш раціональних методів вирішення цього завдання, - метод подвійного контактування та подвійний абсорбції. Його сутність у тому, що реакційну суміш, у якій ступінь перетворення SO_2 становить 90 – 95%, охолоджують і скеровують у проміжний абсорбер виділення SO_3 . У реакційному газі співвідношення $\text{O}_2 : \text{SO}_2$ істотно підвищується, що зумовлює зміщення рівноваги реакції вправо. Нагрітий реакційний газ знову подають у контактний апарат, де на кількох шарах каталізатора досягають 95% ступеня перетворення SO_2 у SO_3 , сумарна ступінь перетворення SO_2 становить у такому процесі 99,5% - 99,8%. Останньою стадією процесу виробництва сірчаної кислоти контактним способом є абсорбція триоксиду сірки з газової суміші і утворення сірчаної кислоти. Оптимальним абсорбентом є 98,3%-на сірчана кислота (технічне назва – моногідрат), відповідна азеотропному складу. Використання як поглинач менш концентрованої сірчаної кислоти може призвести до утворення сірчаноокислотного туману.

Схема такого виробництва представлена на рис.7.2.

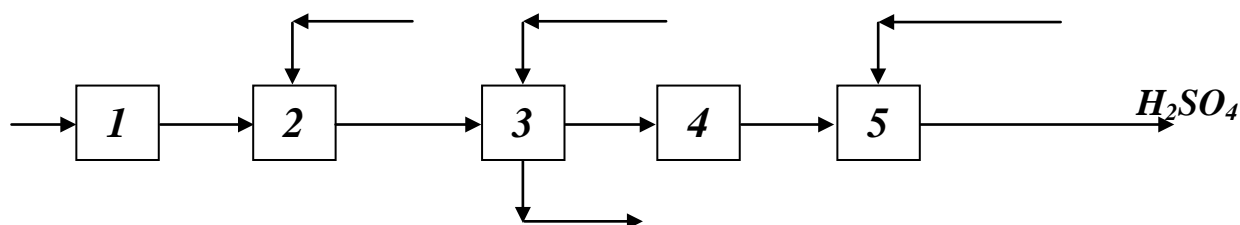


Рис. 7.2. Структурна схема виробництва сірчаної кислоти із сірки: 1 - осушення повітря, 2 - спалювання сірки; 3 - охолодження газу, 4 – окислення SO_2 ; 5-абсорбція оксиду сірки (VI) і утворення сірчаної кислоти.

Спосіб виробництва сірчаної кислоти із сірководню, який отримав назву «мокрого» каталізу, полягає в тому, що суміш оксиду сірки (IV) і пари води, отримана спалюванням сірководню в струмі повітря, подається без поділу на контактування, де оксид сірки (IV) окиснюється на твердому ванадієвої каталізаторі до оксиду сірки (VI). Потім газова суміш охолоджується в конденсаторі, де пари утвореної сірчаної кислоти перетворюються в рідкий продукт. В процесі мокрого каталізу відсутня спеціальна стадія абсорбції оксиду сірки (VI) і весь процес включає лише три послідовні стадії:

1. Спалювання сірководню з утворенням суміші оксиду сірки (IV) та пари води еквімолекулярного складу (1: 1).

2. Окиснення оксиду сірки (IV) до оксиду сірки (VI) із збереженням еквімолекулярності складу суміші оксиду сірки (IV) і пари води (1: 1).

3. Конденсація парів та збір сірчаної кислоти.

Виробництво фосфорної кислоти. Фосфорну кислоту одержують двома способами: екстракційним та термічним. В Україні набув поширення екстракційний спосіб виробництва фосфорної кислоти. Функціональна схема виробництва екстракційної фосфорної кислоти:

1-екстракція,

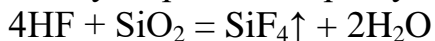
2-фільтрування,

З-випарення.

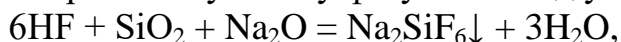
Екстракція H_3PO_4 полягає в обробці порошку природного фосфату (апатиту чи фосфориту) сірчаною кислотою:



Таким способом можна одержати кислоту тільки 30 - 35%, тому її концентрують випарюванням. У випадку виробництва H_3PO_4 екстракційним способом утворений HF реагує з породою:

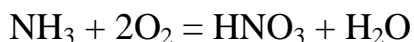


З підвищенням температури різко збільшується ступінь виділення F-вмісних речовин у газову фазу чи в осад у виді кремнійфторидів:



причому основна частина фосфору залишається в кислоті (0,5 - 2,1%), що не дозволяє використовувати її для виробництва кормових фосфатів.

Виробництво азотної кислоти. Промислове виробництво азотної кислоти здійснюється на основі контактного окиснення синтетичного аміаку. Процес складається з двох основних стадій: отримання оксиду азоту та переробка його в азотну кислоту. Сумарну реакцію без урахування побічних реакцій, що проходять з утворенням елементарного азоту та інших сполук, можна виразити рівнянням

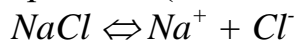


У промисловості HNO_3 виробляють за двома технологічними схемами: за першою схемою працюють установки, в яких окиснення NH_3 і поглинання оксидів азоту водою відбуваються під атмосферним тиском з виходом 50%-ного розчину HNO_3 ; за другою схемою окиснення NH_3 і поглинання оксидів азоту водою відбувається за підвищених тисків ($3,4-7,8 \cdot 10^5$ Па). Щоб зменшити втрати платиного каталізатора, перспективним є отримання HNO_3 за так званою комбінованою схемою: NH_3 окисляється за атмосферного тиску, а оксиди азоту поглинаються за підвищених тисків.

У технології очищений газоподібний NH_3 зміщується з повітрям і направляється в контактний апарат. Після контактування на каталізаторі нітрозні гази з температурою $750-850^0$ С надходять на охолодження в котел-утилізатор, а потім в холодильники, де охолоджуються до 40^0 С. Після холодильника нітрозні гази подаються в абсорбційну систему з шести - восьми башт. В останню за ходом газу башту подається вода назустріч руху газів. Кожна башта зрошується кислотою відповідної концентрації. Досягаючи певної концентрації HNO_3 , кислота передається з башти в башту назустріч руху газу і виводиться з системи. Залишки оксидів азоту поглинаються в «санітарних» баштах, які зрошуються лужними розчинами: содовим розчином (200-250 г/л Na_2CO_3) або вапняним молоком (80-100 г/л $\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Виробництво каустичної соди. Споживачам каустична сода постачається у вигляді розчину чи у твердому стані під назвою «Натр їдкий» декількох видів та марок, якість та принцип маркування яких визначаються способом виробництва. На даний час основна маса NaOH виробляється електрохімічним методом — розкладом (електролізом) концентрованого водного розчину кухонної солі NaCl електричним струмом, та хімічним способом із

кальцинованої соди. Електрохімічний метод має два різновиди: в одному випадку використовується твердий (стальний) катод та фільтруюча діафрагма; в іншому - рідкий ртутний катод, в обох випадках застосовуються графітові аноди. Електроліз відбувається у ваннах - електролізерах, до яких підводиться постійний. В процесі проходження струму через розчин NaCl, який є електролітом, відбувається його розклад (дисоціація):



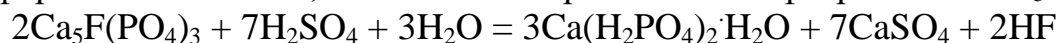
Позитивні іони, в даному випадку Na^+ та H^+ , направляються до катода, а негативні – Cl^- та OH^- - до анода. Які з цих іонів будуть розряджатись на електродах (катоді та аноді), буде залежати від режиму електролізу, в основному від густини струму. Саме в умовах процесу принципова відмінність цих двох способів. Режим роботи ванни з твердим (стальним) катодом підібраний таким чином, що на катоді розряджаються тільки іони водню H^+ , а на аноді — іони хлору.

Виробництво диоксиду титану. Існує два способи виробництва пігментного диоксиду титану – хоридний та сульфатний, в Україні використовується сульфатний спосіб. Технологія включає такі основні стадії:

- Сушіння, подрібнення титановмісної сировини та її сульфатизація;
- Вилуговування отриманих продуктів сульфатизації в присутності металічного відновника;
- Очищення сірчанокислоного розчину сполук титану та заліза від нерозкладеної частини сировини;
- Очищення сірчанокислоного розчину сполук титану від залізного купоросу;
- Концентрування та гідроліз сірчанокислоного розчину сполук титану із використанням анатазу, рутилу або універсальних зародків;
- Очищення отриманого титану гідроксиду і обробку його сполуками алюмінію, цинку, калію фосфору;
- Прокалювання титану гідроксиду.

Виробництво фосфорних добрив. Найбільш поширеними формами фосфорних добрив є простий суперфосфат та подвійний суперфосфат.

Простий суперфосфат одержують сірчанокислотним розкладанням фосфоритів чи апатитів, основним мінералом яких є фторапатит - $Ca_5F(PO_4)_3$



Утворюваний монокальційфосфат знаходиться спочатку в розчині, після пересичування якого починає кристалізуватися. Дозрівання суперфосфату триває повільно - 6-25 діб.

Подвійний суперфосфат одержують дією екстракційної H_3PO_4 на фторапатит:



Виробництво його швидко зростає, оскільки він містить у 3 рази більше P_2O_5 , ніж простий. На стадії сушіння та грануляції виділяються основні кількості HF і SiF_4 , велика кількість пилу.

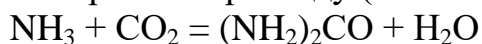
Виробництво азотних добрив. Найбільш поширеними азотними добривами є аміачна селітра та карбамід.

Основною реакцією отримання аміачної селітри є:



Рідинні викиди відсутні, оскільки у відкритій системі існують тільки газові потоки.

Утворення карбаміду (сечовини) проходить за такою реакцією:



Процес реалізується за температури 200°C і тиску 20МПа.

Процес грануляції карбаміду аналогічний процесу грануляції аміачної селітри.

Виробництво калійних добрив. Найчастіше у виді добрив застосовують природні речовини (KCl, сильвініт – mKCl·nNaCl) чи продукти їхньої переробки (KCl, K₂SO₄).

KCl одержують методами галургії, що засновані на різній розчинності хлоридів Na та K. З підвищенням температури розчинність KCl різко зростає, а NaCl – падає. Розчин KCl відокремлюють, охолоджують, в процесі охолодження з нього випадають кристали KCl. Вихід KCl складає 85,9%.

В процесі збагачення сильвінітових руд у відходи поступає до 80% руди. Одержують глинясто-сольові шлами (до 0,32т/т KCl або 0,6м³/т KCl), що складують у шламосховищах На 1т KCl, виробленого із сильвінітових руд, у відвалах утвориться 3-6 т галітових відходів. Крім основного компоненту – NaCl вони містять KCl, CaSO₄, MgCl₂, Br та інші речовини.

Флотаційний метод заснований на різній змочуваності кристалів NaCl і KCl в присутності флотореагентів, що підсилюють селективність розділення. Для флотації застосовують:

- депресор – КМЦ (карбоксиметилцелюлоза),
- збирач - суміш аліфатичних амінів,
- піноутворювач – соснова олія,
- регулятор піноутворення – відхід виробництва капролактаму.

Виробництво кальцинованої соди. Розсіл, що містить 300-310г/дм³ NaCl насичують в абсорбційній колоні аміаком, а потім піддають карбонізації в барботажній колоні під тиском. Осад, що випав, NaHCO₃, відфільтровують і прожарюють. З фільтрату регенерують аміак за допомогою Ca(OH)₂ та пари. Ca(OH)₂ одержують гасінням CaO, отриманого в процесі випалу вапняку. У цьому процесі одержують і CO₂, який направляється на карбонізацію розчину. Після регенерації NH₃ залишається розчин, який містить близько 100 г/дм³ CaCl₂ і 50 г/дм³ NaCl, що не прореагував – дистилерна рідина.

Нафтохімічні виробництва. Всі похідні із сирової нафти нафтопродукти розділяються на дві групи: 1) спрямовані на безпосереднє споживання (бензин, гас, дизельне пальне, масла, котельно-пічне паливо, кокс та ін.); 2) ті, котрі використовуються як сировина для нафтохімії (прямуються на подальшу переробку). На нафтохімічних комплексах із нафти отримують не тільки пальне, але і виробляють пластмаси, добриво, сірчану кислоту, сірку, парафіни, спирти, штучний каучук, мийні засоби, скраплені гази і багато інших продуктів.

Технологію перероблення сірчистих нафт вдалось настільки удосконалити, що попередня «викидна», непридатна сировина стає найціннішою. Сірка, яка вилучається із нафти в ході її переробки, виявилась найдешевшою. На нафтохімічних заводах налагоджено також переробку парафіну і церезину. Гази, отримані у великій кількості, слугують сировиною для виробництва спирту, штучного каучуку, пластмас. Отриманий твердий залишок - нафтовий кокс є не тільки першокласним паливом, але також і важливим елементом, який використовується в алюмінієвому виробництві: із нафтового коксу виготовляються електроди.

Сировиною для отримання нафтохімічних продуктів слугують головним чином, ненасичені та ароматичні вуглеводні. Ненасичені вуглеводні, які мають важливе значення для органічного синтезу, становлять групу олефінів. До неї відносяться етилен C_2H_4 , пропілен C_3H_6 , бутилен C_4H_8 і т. д. Вони практично відсутні в природних нафті і газі, але утворюються в процесі їх крекінгу. Найважливішою за масштабами та різноманітністю використання як нафтохімічної сировини із ненасичених вуглеводнів є етилен. Для його отримання здійснюють піроліз вуглеводневих газів (етану і т. д.). Етилен використовується для отримання поліетилену, окису етилену, етилового спирту, стиролу, хлористого етилену і т. д.

Нафтопереробка із отриманням продуктів безпосереднього споживання.

На нафтопереробних підприємствах установки первинної, вторинної переробки та гідроочистки звичайно з'єднані в єдину технологічну схему. Первинна переробка нафти – це сукупність процесів демінералізації нафти, первинної перегонки нафти, вакуумної перегонки мазуту, подальший поділ та очищення нафтових фракцій, одержаних в процесі атмосферної та вакуумної перегонки. В процесі первинної переробки первісний хімічний склад нафти не змінюється, тому її називають фізичною, неструктурною або прямою перегонкою. Нафту поділяють на окремі фракції шляхом випаровування та подальшого поділу парів на фракції, які википають у певному інтервалі температур. Для скорочення втрат легких компонентів здійснюють стабілізацію нафти, а також застосовують спеціальні герметичні резервуари зберігання нафти. Від основної кількості води та твердих частинок нафту звільняють шляхом відстоювання в резервуарах на холоді або при підігріві. Остаточо її зневоднюють і знесолюють на спеціальних установках. Однак вода й нафта часто утворюють важкороздільну емульсію, що сильно сповільнює або навіть перешкоджає зневоднюванню нафти.

Вторинна переробка нафти – це сукупність процесів деструктивної переробки нафти і очищення нафтопродуктів. У цих процесах відбувається розщеплення великих молекул на дрібніші, які входять до складу легких палив. Для вторинної переробки нафти застосовують термічний та каталітичний крекінг, риформінг, гідрокрекінг, вісбрекінг, ізомеризацію і т. д.

Розділення продуктів нафтопереробки проводять ректифікацією в ректифікаційних колонах різного типу. Найбільш широко використовуються колони з барботажними ковпачками. Особливістю ректифікаційних колон нафтопереробних установок є те, що вони виготовлені у вигляді декількох окремих колон, встановлених одна над одною з відбором рідини по висоті.

Рідина поступає в розташовані зовні колони відпарні секції і обробляється в них паром. Отримують пари низькокиплячих фракцій, які повертають в колону. Ректифікаційні колони працюють під тиском, за атмосферного тиску або під вакуумом.

Каталітичні процеси нафтопереробних установок проводять в контактних апаратах різноманітних конструкцій. Як правило, каталізатор в цих процесах швидко втрачає свою активність і через це контактні вузли включають контактні апарати та регенератори. Експлуатуються контактні апарати та регенератори з фільтруючим шаром каталізатора, киплячим шаром та з рухомих каталізатором. Поруч з вказаними основними апаратами на установках монтуються теплообмінники та конденсатори.

Виготовлення фарб. Фарби — це однорідні суспензії пігментів у речовинах, що утворюють плівки покриття. Фарби застосовуються для захисту поверхонь від агресивних агентів середовища та надання їм певного кольору і красивого зовнішнього вигляду. Типова блискуча фарба виготовляється змішуванням природних олій та синтетичних алкідних смол (рис. 7.3).

Фарби виготовляють на основі оліф (масляні), лаків (емалеві), водних розчинів деяких органічних полімерів (клеєві), рідкого скла (силікатні) і водяних дисперсій полімерів (емульсійні). Фарби широко застосовуються у промисловості, побуті і живопису.

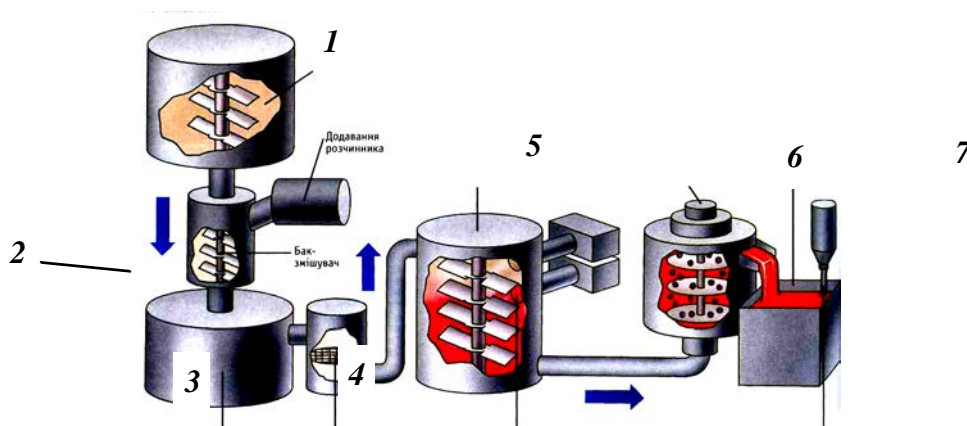


Рис. 7.3. Технологічна схема виготовлення фарби: 1 – бак змішування олій та смол; 2 – бак змішування розчинника з олією та смолою; 3 – бак відстійник; 4 – фільтр; 5 – диспергатор; 6– кульовий млин; 7 – бак накопичувач.

Основою фарби є в'язучі матеріали, які поступово тверднуть на повітрі після нанесення фарби на поверхню. Розріджувач додається для зменшення тягучості та полегшення фільтрування суміші, щоб видалити тверді частинки із суміші з'язуючих. Пігмент (нерозчинені тверді порошки)) змішується з в'язучою сумішшю у потужному змішувачі, який називається диспергатором. Нова порція розріджувача додається до суміші перед пропусканням через кульовий млин. У цих млинах обертові диски та скляні кульки подрібнюють частинки пігменту. Останні добавки додаються в бак-накопичувач перед розливанням фарби в банки чи бочки.

Виробництво полімерів. Полімери — речовини, утворені макромолекулами, які натомість складаються з тисяч дрібніших молекул. Полімери можуть бути і природного і штучного походження.

Прикладами природних полімерів є ДНК, білок, целюлоза, вовна і натуральний шовк, тощо.

Синтетичні полімери вперше були одержані наприкінці XIX ст. Вони є основою пластмас та синтетичних волокон.

Кожна макромолекула полімеру складається з ланцюга дрібніших молекул - мономерів, сполучених один з одним. Зокрема, мономером поліетилену є етилен (етен). Полімери можуть мати лінійну, розгалужену та сітчасту будову. Такі полімери, як нейлон чи полівінілхлорид (ПВХ), складаються з довгих ланцюгів мономерів. Молекули деяких полімерів скручені між собою. Це надає полімерам пружності, вони можуть розтягуватися і стискатися під дією різних сил. Після подібних впливів полімери набувають первісної форми.

У полімерах з розгалуженою структурою короткі ланцюги приєднані до основного ланцюга як зубці у гребінці. У сітчастих полімерах ланцюги зв'язані між собою поперечними зв'язками, що робить їх значно міцнішими.

Виготовлення пластмас. Основа пластмас – полімери. Перші пластмаси були одержані з природних полімерів. Першою повністю синтетичною пластмасою був бакеліт, одержаний у 1907 р. американським хіміком Лео Бакеландом. Відтоді фахівці створили багато різних типів пластмас. Практично всі пластмаси сьогодні виробляють з продуктів нафтопереробки.

Сфери застосування пластмас залежать від їхніх конкретних властивостей. Пластмаси - добрі ізолятори і стійкі до впливу хімічних реагентів. Стійкість до хімічного впливу – одна з найкорисніших властивостей пластмас. Та з цією властивістю пластмас пов'язані певні труднощі в процесі утилізації виробів з цих матеріалів. Річ у тім, що на відміну від целюлози, натуральних волокон та інших природних полімерів, пластмаси не піддаються розкладанню. Бактерії, що перетворюють натуральні речовини в компост, не здатні розкласти пластмаси. Саме тому пластмаси часто просто нагромаджуються на смітниках, у кращому випадку їх можна повторно використати для виготовлення різноманітної тари (утилізація).

7.2. Використовувані ресурси

Галузі хімічної промисловості мають дуже широку сировинну базу. Окрім мінеральних ресурсів, вони використовують відходи інших виробництв, воду, атмосферне повітря, деревину тощо, паливо та енергію.

У хімічній промисловості більше, ніж в інших галузях, використовується вода. Для виробництва 1 т хімічних волокон потрібно у 25 разів більше води, ніж для виплавлення 1 т чавуну, і вдесятеро більше, ніж для виплавлення 1 т міді, свинцю або цинку. Загалом норми витрати води у хімічній промисловості коливаються від 50 м³ у виробництві хлору й соди – до 6000 м³ у виробництві синтетичних волокон. Фактор водомісткості дуже обмежує можливості вибору місць розміщення підприємств хімічної промисловості. Це тим більш важливо, що чимало видів сировини зустрічається у маловодних місцевостях.

У багатьох галузях хімічної промисловості спостерігається висока потреба у паливі та енергії. Наприклад, для виробництва синтетичного каучуку на базі ацетилену необхідно 15 тис. кВт-год, а фосфору – до 20 тис. кВт-год на 1 т продукції. В процесі виробництва багатьох видів синтетичної продукції поглинається теплова енергія – пара. Тому дуже часто хімічні виробництва орієнтують лише на паливно-енергетичний фактор (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1

Енергомiсткiсть основних пiдгалузей хiмiчної промисловостi, %

Пiдгалузи	Частка галузи в енерговитратах хiмiчної промисловостi	Частка енерговитрат у собiвартостi продукцiї
Високоенергомiсткi		
азотна	32,5	21,9
хiмiчних волокон	13,9	9,7
каустичної соди	9,7	18,5
содова	5,7	23,4
Середньоенергомiсткi		
основна хiмiя	4,3	7,6
гiрнична хiмiя	3,7	14,5
пластмас i синтетичних смол	2,9	7,2
калійна	2,9	13,9
анiлiнофарбова	2,1	7,2
Малоенергомiсткi		
переробка пластмас	1,8	3,3
хiмiчних засобiв захисту рослин	1,7	8,3
лакофарбова	1,6	2,4
сiрчана	1,4	15,1
склопластикiв	0,9	6,4
реактивiв	0,9	4,3
фотохiмiчна	0,9	5,6
киснева	0,6	27,0
побутова хiмiя	0,6	2,1

Нижче приведені основні потреби у сировині та енергії для галузей виробництв, які розглядалися вище

Виробництво аміаку. Для виробництва однієї т. аміаку необхідно біля 2 т. природного газу, витрачається енергії, еквівалентної 125 кг. умовного палива.

Виробництво сірчаної кислоти. Для виробництва 1 т. сірчаної кислоти із використанням як сировини сірки затрачається: сірки - – 0,34 т.; електроенергії – 85 квт.год; води – 70м³; каталізатора – 0,1 кг. У випадку використання як сировини сірководневого газу – продукту очищення нафтопродуктів від сполук сірки сірчана кислота отримується як відхід виробництва, вартість її отримання

є складовою собівартості переробки нафти. Для виробництва 1 т. сірчаної кислоти із сірководню необхідно затратити 0,17 т.сірководню.

Виробництво фосфорної кислоти. Витрата фосфатної сировини для виробництва фосфорної кислоти залежить від того, яка сировина застосовується. У виробництві використовується значна кількість води.

Таблиця 7.2

Споживання води у виробництві екстракційної фосфорної кислоти (м³/год):

Виробництво	Споживання води			Відведення води			
	свіжа	Оборотна	з сировиною	в заводський водообіг	на станцію нейтралізації	термічно забруднений стік	з продуктами і відходами виробництва
H ₃ PO ₄ (54% P ₂ O ₅)	77,20	152,00	0,78	166,80	4,76	55,40	3,02
H ₃ PO ₄ (37% P ₂ O ₅)	25,90	-	0,50	-	23,90		2,50

Виробництво азотної кислоти. Для отримання 1 т азотної кислоти необхідно задіяти біля 0,3 т аміаку і біля 20 м³ води.

Виробництво каустичної соди. Для виробництва 1 т каустичної соди (у перерахунку на 100%) необхідно використати 1,46 т. кухонної солі.

Виробництво диоксиду титану. Питома витрата сировини для виробництва диоксиду титану в значній мірі визначається характеристиками ільменітового концентрату, який використовується як сировина.

Виробництво фосфорних добрив. Для виробництва 1т P₂O₅ необхідно:
простий суперфосфат:

- апатитовий концентрат – 1,1т,

- H₂SO₄ (100%) – 1,9т,

- CaCO₃ (100%) – 0,3т,

- H₂O – 6,8м³,

- електроенергії – 77кВтгод,

- умовного палива – 0,2т

подвійний суперфосфат:

- 0,28т,

H₃PO₄ – 0,8т.

Виробництво азотних добрив.

Для виробництва 1т NH₄NO₃ потрібні:

- NH₃ – 214кг,

пари – 214кг,

- HNO₃ (100%) – 786кг,

електроенергії – 25кВтч.

Для гранулювання отриманого плаву на 1 т NH₄NO₃ подають до 10-12 тис.м³ повітря. Після грануляційної вежі вміст NH₄NO₃ у повітрі, що відходить, складає близько 0,3 г/м³.

Для виробництва 1т (NH₂)₂CO потрібні:

NH₃ – 580кг,

електроенергії – 150кВтгод,

CO₂ – 770кг,

пари – 1,5т (під тиском 1,2МПа).

H₂O – 100м³,

Виробництво калійних добрив. Калійні добрива отримують збагаченням природних руд, тому, враховуючи, що в процесі збагачення і отримання 1 т. кондиційного добрива 3-6 т (в залежності від технології, яка застосовується) потрапляє у відхід, можна встановити, що з 1 т сировини можна отримати від 0,12 т до 0,2 т. кондиційного добрива.

Виробництво кальцинованої соди. Для виробництва 1т Na_2CO_3 потрібні:

- NaCl – 1,6 т.,
- CaCl_2 – 1,1 - 1,25 т.,
- NH_3 – 2,5 кг,
- коксу – 90 кг,
- електроенергії – 40 кВтгод,
- умовного палива – 120 кг,
- H_2O – 75 м³.

Нафтохімічні виробництва. Сировиною для нафтохімічних виробництв є сира нафта, газ. Нафтохімічні виробництва характеризуються великою кількістю технологій, оскільки в результаті їх діяльності отримується широкий спектр продуктів нафтохімії.

7.3. Вплив на довкілля

Найбільш істотним фактором взаємодії хімічної та нафтохімічної промисловості з навколишнім середовищем є зростання виробництва великого числа нових речовин, що не синтезуються і не засвоюються в природному кругообігу, в процесах саморегулювання навколишнього середовища.

За даними міжнародної організації “Європейський союз хімічних речовин”, тільки у 1987 році зареєстровано виробництво 11 тис. хімічних речовин, з яких 25% належать до сильно діючих отруйних речовин (СДОР) і становлять серйозну загрозу життю людини. Масові отруєння, що трапляються на виробництві, мають певні особливості, які залежать від характеру виробництва. Передусім, це важкі ураження значної кількості людей, які перебувають в безпосередній близькості до осередку ураження, у закритому приміщенні та біля нього. Через відсутність вентиляції забруднених приміщень створюються так звані невентильовані зони, в яких концентрація токсичних речовин найбільша і люди одержують найбільш сильні отруєння.

Винесення токсичних речовин у навколишнє середовище призводить до масових уражень населення та біологічного (тваринного) світу. Варто пригадати декілька великих хімічних катастроф, які супроводжувалися масовим ураженням населення з важкими екологічними наслідками.

У Бхопалі (Індія) у 1984 році на хімічному підприємстві стався вибух 50-тонного резервуара з технічним метилізоціанатом, внаслідок якого постраждало понад 50 тис. людей, причому близько 3 тис. загинуло у перші години після аварії. Цей же рік став трагічним для Мексики (Іонава), де вибух сховища зріджених вуглеводів призвів до загибелі 500 та ураження понад 5000 людей. Однією з найбільших хімічних катастроф за останні роки була катастрофа на виробничому підприємстві "Азот" у Литві у 1989 році. Зруйнування ємкості ізотермічного сховища призвело до викиду в атмосферу понад 7000 тонн аміаку

та пожежі на складі нітрофоски, де містилося понад 15 000 тонн цієї речовини. В момент аварії загинуло 7 осіб, 15 — дістали ураження органів дихання та хімічні опіки.

Розглянемо основні забрудники аналізованих вище виробництв, які найбільш широко розповсюджені в Україні:

Виробництво сірчаної кислоти. Забруднюючими речовинами є туман сірчаної кислоти, відходячі гази, що містять 0,02-0,03% SO₃, кислі стоки.

Виробництво фосфорної кислоти. В результаті виробництва фосфорної кислоти гідросферу забруднюють кислі стоки. Для одержання 1 т P₂O₅ у вигляді 54%-го розчину екстракційної фосфорної кислоти витрачається до 220 м³ води. Близько 95% цієї кількості йде на охолодження. Однак у виробничому процесі утворюється велика кількість забруднених стічних вод – до 120 м³/Год.

Літосфера забруднюється фосфогіпсом - багатотонажним відходом, який утворюється в процесі виробництва. В процесі кристалізації гіпсу в його кристалічні ґрати входять аніони НРО₄⁻², що приводить до утворення фосфогіпсу. На 1т P₂O₅ (у фосфорній кислоті) одержують до 8,5т фосфогіпсу дигідрату. Це сірий дрібнокристалічний грудкуватий порошок вологістю до 40%. У перерахуванні на суху речовину містить до 94% CaSO₄. Основні домішки: фосфати, що не прореагували, сполуки F, Sr, не відміта Н₃РО₄; крім цього - сполуки Mn, Mo, CO, Zn, Cu, рідкісноземельних та інших елементів. Основну масу утвореного фосфогіпсу зараз скидають у відвали. Вартість транспортування та збереження пов'язана з витратами, що досягають 40% (капітальні витрати – 30%, експлуатаційні витрати на утримання відвалів – 10%) вартості виробництва екстракційної кислоти (тобто основного виробництва). У відвалах накопичено більш 150млн.т фосфогіпсу. Пилування відвалів поширюється в радіусі 10км.

Виробництво азотної кислоти. Забруднюючими речовинами є туман азотної кислоти, відходячі гази, що містять біля 0,1% NO, кислі стоки.

Виробництво каустичної соди. В процесі виробництва каустичної соди утворюються багатотоннажні рідкі відходи – гіпохлорид натрію, атмосфера забруднюється воднем та хлором.

Виробництво диоксиду титану. В процесі виробництва диоксиду титану утворюється цілий ряд рідких відходів, великотоннажні тверді відходи (білий шлам, чорний шлам, залізний купорос), атмосфера забруднюється парами сірчаної кислоти, сполуками сірки, пилом.

Таблиця 7.3

Склад сухого зразка чорного шламу (в перерахунку на оксиди, %)

SiO ₂	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CuO	MnO	CaO	ZrO	SO ₃
6,05	23,99	51,38	0,07	0,66	0,54	0,08	10,36

Виробництво фосфорних добрив. Головним шкідливим фактором у виробництві на перших етапах виробництва суперфосфатних добрив є пиловиділення. Концентрація пилу в повітрі біля дробарок, сит, транспортерів може досягати десятків та сотень міліграмів в 1 м³, тобто бути дуже високою. На інших етапах технологічного процесу повітря буває забруднене сполуками

фтору, фтористим воднем та фтористим силіцієм, які є побічними продуктами і утворюються внаслідок присутності у рудах фтору в значних кількостях (до 3,8%). Виділення цих газоподібних сполук проходить в період завантаження та розвантаження реактора, камер розпаду, в процесі транспортування готової продукції, а також в процесі розвантаження.

У робітників суперфосфатних виробництв можливі опіки сірчаною кислотою. Обпалюючу дію може спричиняти і готовий продукт - суперфосфат, оскільки він може мати вміст залишків кислоти, яка не прореагувала (до 0,3%). У виробництві суперфосфату в разі використання як сировини апатитового концентрату зникає ряд пилових операцій з розпаду, дроблення, просіювання руди, що може значно зменшити можливість апатитового силікатозу у працівників підприємства. Значно зменшаться викиди у випадку використання безперервного (замкненого) процесу, конструкцій камер, що виключають проміжні операції перевантаження, необхідність фізичної роботи всередині камери. Для боротьби з пилом та токсичними газами ефективні установки витяжної вентиляції з покриттям джерел і аспірацією газів безпосередньо з апаратів.

В процесі розкладу фосфатів сірчаною кислотою виділяється велика кількість HF, SiF₄, а також у результаті хімічних взаємодій - H₂SiF₆. Карбонати, що присутні у сировині, розкладаючись, утворюють CO₂.

В процесі сушіння та грануляції порошок простого суперфосфату обробляють твердими добавками (фосфоритне борошно, крейда, вапняк). На цій стадії в газову фазу теж виділяються HF і SiF₄.

Стічні води у виробництві суперфосфатів утворюються в процесі очищення газів, що відходять, конденсації парів H₂SO₄, H₃PO₄, промиванні устаткування та фільтрувального полотна. Вони містять сполуки фтору, фосфати, сульфати, кремній-гель.

Виробництво азотних добрив. У виробництві селітри можливе забруднення повітря оксидами азоту, пилом селітри; крім того, існують джерела тепло- та вологовиділення, небезпека хімічних та термічних опіків людей. Відомо також, що селітра, особливо калієва, вибухо- та пожежонебезпечна.

Боротьба з негативними факторами включає ряд технічних та оздоровчих заходів. Оздоровчі заходи у виробництві селітри включають запобігання забрудненню повітря токсичними газами та пилом, боротьбу з залишковим тепловиділенням, захист працівників від травм та отруєнь, а також потрапляння токсинів у навколишнє середовище.

В процесі гранулювання отриманого плаву на 1 т NH₄NO₃ подають до 10 - 12 тис.м³ повітря. Після грануляційної вежі вміст NH₄NO₃ у повітрі, що відходить, складає близько 0,3 г/м³. Втрати продукції з пиловиносом складають від 3,0 до 3,6 кг/т продукції через невисокий ступінь очищення (60-80%). У газах, що викидаються, може міститися NH₃ та CO₂, оскільки у технології отримання азотних добрив широко використовуються газові цикли.

Виробництво калійних добрив. Вологість галітових відходів, що надходять у відвали, 10-12%, у відвалах вона знижується до 5-8%.

Пилогазові викиди калійних виробництв складаються з димових газів сушильних відділень, вони містять пил KCl , HCl , пари флотореагентів та антизлежувачів (в основному, амінів). Шкідливий вплив цих виробництв на навколишнє середовище виражається в засоленні ґрунтів, підземних та поверхневих вод, забрудненні атмосфери пилом, HCl , SO_2 . Ореоли засолення під шламосховищами і солевідвалами калійних підприємств поширюються на відстань порядку 1000м.

Стебниківський калійний завод (м.Калуш) має шламосховища на площі 130 га. У шламосховищі №1 накопичено більш 9 млн.м³ відходів, у тому числі більше 2млн.м³ рідких. Частина шламосховищ розташована в заплаві ріки Кропивник. Через недостатню гідроізоляцію дна вихід солоних вод з мінералізацією до 50 г/дм³ відзначений у 200м від шламосховища. У річковій воді концентрація солей перевищує 1 г/дм³.

Виробництво кальцинованої соди. Як відходи утворюється 8-12м³ дистилерної рідини, що містить до 1 т $CaCl_2$ і 0,5 т $NaCl$ (концентрація сухого залишку 200-250кг/м³), що складають у спеціальних шламонакопичувачах – «білих морях» - які займають більше 350 га біля содових заводів, де відбувається їхнє поступове зневоднювання. Щорічно площа шламонакопичувачів збільшується на 30-40 га.

Твердий залишок дистилерної рідини (дистилерний шлам) у сухому стані – світло-сіра маса щільністю близько 970кг/м³, склад якої залежить від якості використовуваної сировини та деяких технологічних факторів. Наприклад, склад шламу ПО «Сода» (Стерлітамак, 500тис.т/рік):

$CaCO_3$ – 56,7-75,5%,	$NaCl$ – близько 6%,
$Ca(OH)_2$ – 5,2-15,7,	SiO_2 – 4,75-15,0%,
$CaSO_4$ – 0,7-6,8%,	R_2O_3 – 3,2-7,6% і інші компоненти.
$CaCl_2$ – 0,03-10,4%,	

Крім дистилерної рідини відходами виробництва кальцинованої соди є шлами очищення розсолу, що складаються із $CaCO_3$ і $Mg(OH)_2$, газів карбонізаційних колон і колон-промивачів газу, що відходить, повітря фільтрів, що містить NH_3 , газів, що відходять від обпально-вапняних печей і містять оксид вуглецю.

Нафтохімічні виробництва. Нафтохімічні виробництва характеризуються застосуванням широкого спектру технологій і великими обсягами забруднень навколишнього середовища – велика кількість рідких відходів та стоків, забруднення атмосфери великою різноманітністю забруднювачів, тверді відходи (багатотоннажні відпрацьовані каталізатори). Галузі нафтохімічної промисловості значно забруднюють всі компоненти довкілля – атмосферу, гідросферу та літосферу. Разом зі стічними водами підприємств відходять нафтопродукти, завислі сульфати, загальний фосфор, ціаніди, тіоціанати, сполуки кадмію, кобальту, марганцю, міді, нікелю, ртуті, свинцю, хрому, цинку, сірководень, сірковуглець, спирти, бензол, формальдегід, фурфурол, фенол, поверхнево-активні речовини, пестициди.

В хімічній та нафтохімічній промисловості щорічно утворюється значна кількість твердих відходів, які потребують утилізації. Тільки до 30% з них

використовуються як вторинні ресурси. До 40% невикористаних твердих відходів знищуються, або перероблюються, а решта накопичується в спеціально відведених місцях. Основними твердими відходами галузей є фосфогіпс, кубові залишки, вапнякові та гіпсові відходи, шлам дистильованої суспензії, галітові залишки флотаційного збагачення хлориду кальцію тощо. Коротка інформація про забруднення атмосфери підприємствами хімічної та нафтохімічної промисловості приведена в таблиці 7.4.

Таблиця 7.4

Виробництва хімічної промисловості - забруднюючі атмосфери

Виробництво	Забруднювальні речовини
Виробництво аміаку та сечовини	аміак, пари азотної кислоти, оксид
Виробництво азотної кислоти	оксид азоту, аміак, пари соляної
Виробництво фосфорної кислоти	діоксид азоту, пари фосфорної кислоти, гідрофторид
Виробництво азотних і калійних добрив	пари азотної кислоти, аміак, хлорид
Виробництво емалей, фарб	пари розчинників
Виробництво синтетичних спиртів	пари спиртів, оксид вуглецю, діоксид вуглецю
Виробництво кетонів, фенолформальдегідних смол	формальдегід, фенол, аміак, діоксид азоту, оксид азоту
Виробництво органічних барвників	пари розчинників, толуолу, ксилолу, бензолу
Виробництво вибухових речовин	діоксид азоту, оксид азоту, оксид вуглецю
Виробництво полімерів та епоксидних смол	пил, альдегіди, оксид вуглецю, оксид азоту
Виробництво фармацевтичних матеріалів	пил, оксид вуглецю, пари кислот
Виробництво хлору та гідроксиду натрію	хлор, водень, пари соляної кислоти
Виробництво гуми, бутадієну, латексів	оксид сірки, оксид вуглецю, аміак, ацетон, бензин, сірководень
Електролітичне виробництво хлору із хлоридів, виробництво гідрохлориду	хлор, гідрохлорид, пари соляної кислоти
Виробництво сірки	оксид сірки, сірководень, оксид вуглецю
Виробництво сірчаної кислоти, сульфатів і сульфідів	діоксид сірки, триоксид сірки, оксид вуглецю

7.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу хімічної та нафтохімічної промисловості на навколишнє середовище та його попередження

Для охорони атмосфери від забруднень виробництвами хімічної та нафтохімічної галузі застосовують ряд методів (механічні, хімічні, фізико-хімічні), які детально розглянуті у розділі 1.5.2.

Для очищення стоків хімічної та нафтохімічної промисловості, які можуть містити широкий спектр забруднювальних речовин у великій кількості комбінацій, застосовуються практично всі методи, детально описані у розділі 1.5.3. Вибір оптимальних технологічних схем очищення стоків - достатньо складна задача, що обумовлено переважним різноманіттям домішок, що знаходяться у стоках, і високим вимогами, які ставляться до якості їх очищення. Вибираючи спосіб очищення стоків враховують не тільки їх кількість в стічних водах та склад, але і вимоги, яким повинні задовольняти очищені води: у випадку скидання в водойми - ГДС (гранично допустимі скиди) і ГДК (гранично допустимі концентрації речовин), а у випадку використання очищених стічних вод у виробництві - ті вимоги, які необхідні для здійснення конкретних технологічних процесів. Ступінь очищення стічних вод у випадку скидання їх у водоймища визначається нормативами якості води водойми в розрахунковому створі і у значній мірі залежить від фонових забруднень. Для зниження концентрацій шкідливих домішок, що містяться в стічних водах, до необхідних величин потрібне достатньо глибоке очищення.

Найефективнішим методом попередження забруднення літосферами твердими відходами є використання їх у інших технологіях з ціллю отримання корисних для економіки продуктів. Відомо цілий ряд таких способів застосування твердих відходів хімічної та нафтохімічної промисловості. І оскільки в переважній кількості ці відходи багатотоннажні, з ціллю забезпечення повноти утилізації доцільним є розроблення низки технологій, де б вони могли використовуватись як сировина.

Так залізний купорос – багатотоннажний відхід виробництва диоксиду титану може використовуватись для виробництва таких продуктів (рис.7.5). Білий шлам – відхід цього ж виробництва, доцільно використовувати як добавку у кількості 5 – 10% до складу шихти у виробництві будівельної кераміки.

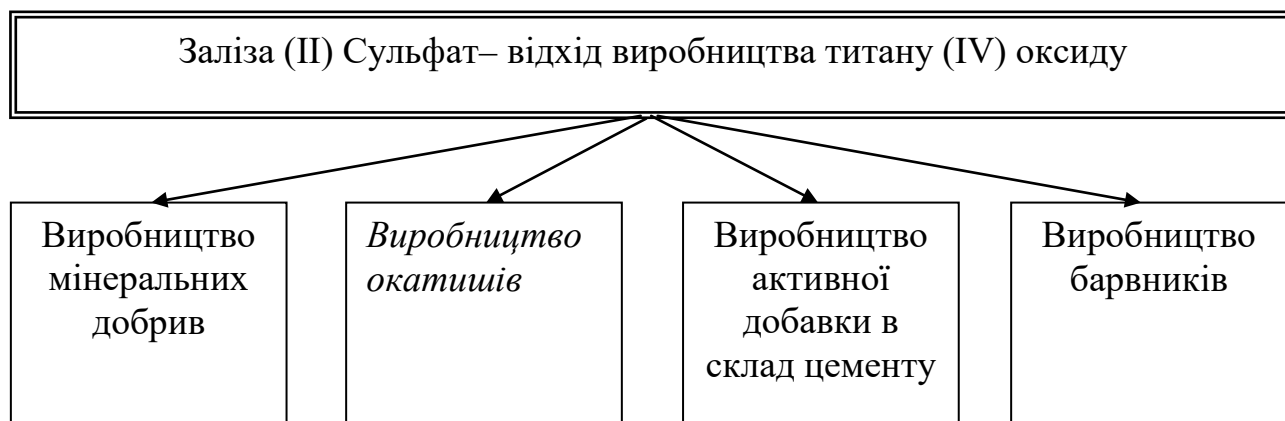


Рис.7.5. Напрямки утилізації заліза (II) сульфату.

Ефективною стратегією зменшення ступеня екологічної небезпеки від нагромаджених в Калузькому промисловому районі твердих та рідких відходів калійного виробництва є запровадження комплексної технології утилізації

розсолів (які утворюються внаслідок перероблення полімінеральних калійних руд та витіснення із затоплених гірничих виробок під час проходження процесів сегрегації) та твердих відходів калійного виробництва як вторинної техногенної сировини, яка використовується для отримання цінних для економіки України хімічних продуктів.

На рис.7.6 представлена стратегія уникнення екологічної загрози від нагромаджень фосфогіпсу.

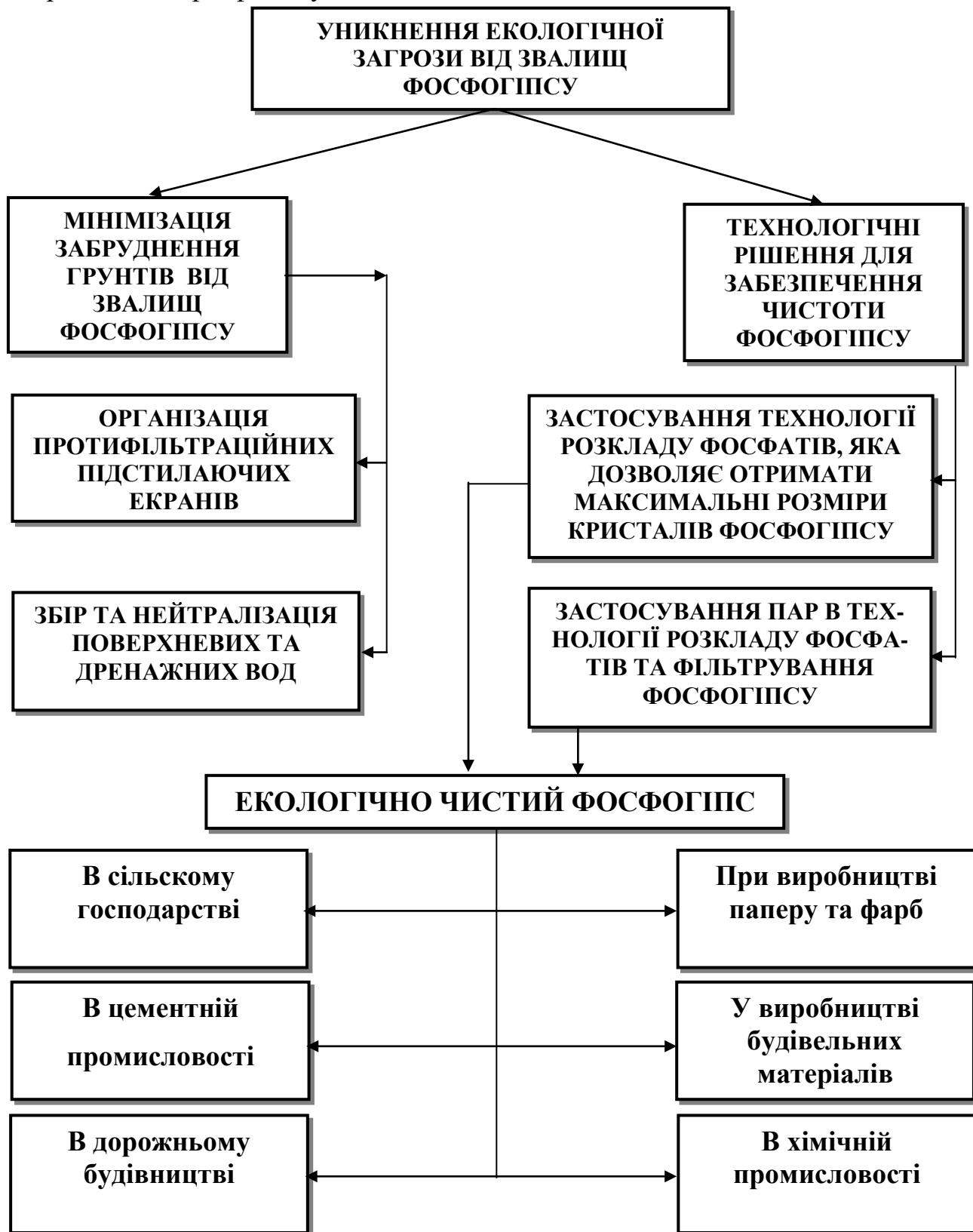


Рис.7.6. Стратегія забезпечення екологічної безпеки від звалищ фосфогіпсу.

Аналогічні підходи можуть бути розроблені для всіх багатотоннажних відходів хімічної та нафтохімічної промисловості шляхом проведення наукових досліджень та впровадження розроблених технологій.

Контрольні питання

1. Структура, характеристика та тенденції розвитку хімічної та нафтохімічної промисловості
2. Які галузі входять до складу хімічного комплексу України?
3. Загальна характеристика хіміко-технологічних процесів.
4. Охарактеризуйте виробництво сірчаної та фосфорної кислот.
5. Дайте класифікацію нафтохімічних виробництв.
6. Охарактеризуйте енергомісткість основних галузей хімічної промисловості.
7. Необхідні ресурси для розвитку хімічної промисловості.
8. Які основні тверді відходи хімічної галузі?
9. Які забруднюючі речовини викидаються в повітря в процесі виробництва селітри та суперфосфату?
10. Який вплив на довкілля створює виробництво азотних та фосфорних добрив?
11. Якими забруднювальними речовинами забруднюють атмосферне повітря виробництва хімічної промисловості?
12. Які забруднюючі речовини містять промислові стічні води хімічної промисловості?
13. Для виробництва яких продуктів можуть використовуватись відходи виробництва диоксиду титану.
14. Охарактеризуйте стратегію уникнення екологічної загрози від нагромаджень фосфогіпсу.
15. Охарактеризуйте ресурсозберігаючі технології.

Розділ 8. ЛІСОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС



- 8.1. Загальна характеристика
- 8.2. Використовувані ресурси
- 8.3. Вплив на довкілля
- 8.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу лісопромислового комплексу на довкілля та його попередження, нові екологічно безпечні технології

8.1. Загальна характеристика

Підприємства лісопромислового комплексу охоплюють усі виробничі процеси від вирощування лісу до кінцевої переробки деревини та її відходів.

Лісообробна промисловість поєднує усі види обробки та переробки деревини: механічну, хімічну, біологічну, гідротермічну. До неї входять деревообробна, целюлозно-паперова, лісохімічна та гідролізна промисловість. В даний час з розглянутих виробництв діють різні типи підприємств.

Спеціалізовані підприємства - це підприємства, що спеціалізуються на випуску визначеної продукції. Лісопильні заводи випускають продукцію лісопиляння, фанерні - шаруваті клеєні матеріали. Сюди відносять меблеві фабрики, фабрики музичних інструментів та інші.

Комбінати - це підприємства, на яких поєднуються різні виробництва: лісопильне, фанерне, меблеве, стружкових плит. Така комбінація крім більш раціонального використання деревини дозволяє краще використовувати робочу силу, електричну енергію, паливо, транспорт.

Лісопромислові комплекси - це підприємства, на яких поєднуються виробництва не тільки обробки деревини, але і її переробки та повного комплексного використання на целюлозно-паперових, лісохімічних та гідролізних виробництвах. У сферу діяльності лісопромислових комплексів входять не тільки заготівля та переробка деревини, але і поновлення її запасів. Крім того тут можлива переробка гілок, кори, хвої, пнів, що дозволяє комплексно використовувати всю біологічну масу дерева.

Лісопромисловий комплекс складають такі основні галузі:

- лісове господарство;
- лісова промисловість;
- деревообробна промисловість;
- целюлозно-паперова промисловість;
- лісохімічна промисловість;
- промисловість виготовлення засобів виробництва для лісопромислового комплексу (машин, обладнання, хімічних речовин, електроенергії тощо).

Лісове господарство. Головна функція лісового господарства полягає у найбільш повному задоволенні потреб народного господарства і населення у

деревині та інших продуктах лісу за умови одночасного використання лісу як природного фактору. Лісове господарство займається:

- забезпеченням безперервного відтворення лісу в усіх природних зонах України;
- збереженням біологічного різноманіття лісових екосистем;
- підвищуванням стійкості лісових екосистем до негативних факторів навколишнього середовища;
- підвищуванням рентабельності лісу тощо.

Лісова промисловість. Основним продуктом лісової промисловості є деревина (деревиною називають звільнену від крони та коріння частину стовбура), яка отримується в процесі лісопвалу, трелювання, вивезення з лісосік, складування на нижніх складах і вивезення на пункти подальшої переробки. Основну масу деревини (біля 95%) складають високомолекулярні органічні сполуки: целюлоза; геміцелюлоза; лігнін, а значно меншу – екстрактивні речовини, які є різноманітними низькомолекулярними органічними сполуками.

Лісозаготівля представлена головним чином двома районами: Карпатським та Поліським. В цілому лісові ресурси України досить обмежені, тому здійснюється значна поставка ділової деревини та пиломатеріалів з Росії та Білорусі.

Лісопильна промисловість. Підприємства промисловості займаються механічною обробкою деревини, тобто змінюють лише її форму.

Традиційна технологія лісосічних робіт заснована на операціях валки дерев на землю та їх трелювання. В процесі виконання цих операцій і в процесі численних перевантажень губиться і забруднюється вся крона дерев, ушкоджуються тонкомірні дерева, верхова частина великих дерев.

У лісопромисловому виробництві використовується стовбурна деревина, що складає 60-65% усієї маси дерева. Інша частина – сучки, вершини, пні і корені в процесі виконання первинних лісозаготівель переходить у відходи. У механізованих лісозаготівлях та первинній механічній обробці деревини на складах ліспромгоспів загальна кількість деревних відходів досягає 25% від об'єму товарної продукції, причому майже половина відходів приходить на сучки. У лісопилянні та деревообробці загальна кількість відходів досягає 45% від об'єму переробленого круглого лісу.

Деревообробна промисловість. Підприємства промисловості дають більшу частину товарної продукції комплексу і переважно сконцентровані в районах заготівлі лісу та споживання готової продукції. Вона включає в себе меблеву, фанерну, сірникову, тарну промисловість, а також виробництво дерев'яних будівельних конструкцій.

Меблева промисловість значно домінує над іншими за обсягами виробленої продукції. Вона розвинена майже повсюдно через значний попит на продукцію. Зокрема великі меблеві комбінати знаходяться у Києві, Харкові, Донецьку, Дніпропетровську, Львові, Чернівцях.

Фанерна промисловість розташована у Києві, Чернівцях, Львові, Оржеві та інших містах. Виробництво фанери потребує певних порід дерев: березу, дуб, бук.

Сірникова галузь деревообробної промисловості розвивається у містечку Березене Рівненської області.

Виробництво дерев'яних будівельних конструкцій (дверні та віконні блоки, паркет, плінтус тощо) сконцентроване у Києві, Черкасах, Шостці, Вигоді, Кам'янці–Бузькій та інших містах. Стандартні дерев'яні будинки виготовляють у Костополі на Рівненщині.

Целюлозно-паперова промисловість. Розміщення підприємств орієнтується на електроенергію, воду та використовує переважно імпортну сировину. Під час виробництва целюлози використовують сірчану кислоту, а для відбілювання паперу – білу глину (каолін). Головною формою організації виробництва цієї промисловості є целюлозно-паперові комбінати, які на одному підприємстві поєднують кілька стадій переробки сировини: виробництво целюлози, різних сортів паперу, картону, шпалер, паперової тари тощо.

Целюлозно-паперова промисловість одержала розвиток у таких містах (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

Розміщення виробництв целюлозно-паперової промисловості

Продукція	Центри-виробники
Целюлоза, папір, картон, шпалери тощо	Жидачів, Ізмаїл
Папір (зошити)	Малин, Понінка
Картон (технічний папір, шпалери)	Корюківка, Обухів, Львів, Рахів
Целюлоза	Цюрупинськ*

*Целюлозно-паперовий комбінат в Цюрупинську (Херсонська обл.) не працює через брак сировини – при його будівництві планувалось використовувати великі запаси очерету у Дніпровських плавнях, але технологія заготівлі очерету виявилась нерентабельною.

Лісохімічна промисловість. Підприємства промисловості здійснюють виробництво скипидару, фарбників, оліфи, каніфолі, оцтової кислоти тощо, орієнтуються на відходи попередніх галузей лісової промисловості. Центрами цієї галузі є Свалява, Перечин, Славута, Великий Бичків, Коростень. Виробництво кормових дріжджів налагоджене у Білгороді-Дністровському та Запоріжжі.

Ліси України окрім сировинної бази виконують природоохоронні та захисні функції, тому в районах лісозаготівлі необхідно відновити в повному обсязі роботи з лісонасадження для відтворення лісового фонду – не можна порушувати принцип: «Скільки вирубав, стільки мусиш посадити». Проблемами галузі є також комплексне використання сировини, скорочення витрат деревини на стадіях лісозаготівлі і переробки, більш ефективного використання вторинної сировини.

На зовнішньому ринку Україна виступає значним імпортером деревини і окремих видів готової продукції (папір, шпалери, меблі тощо).

Складові підгалузі деревообробної промисловості. Основою деревообробної промисловості є лісопильно-стругальне виробництво. Продукція лісопильно-стругального виробництва – це пиломатеріали, одержані шляхом поздовжнього розпилювання колод. Колода формується із стовбура дерев шляхом обрізання гілок та верхівки.

За породами дерев пиломатеріали поділяться на хвойні (сосна, ялина, кедр, ялиця, модрина та ін.), м'які листяні (береза, липа, тополя та ін.), тверді листяні (дуб, бук, граб, в'яз тощо). За якістю деревини пиломатеріали поділяються на сорти. Сортність визначається сукупністю вад деревини та дефектів обробки.

Деревообробна промисловість поєднує велику групу деревообробних виробництв, зв'язану з обробкою та переробкою деревини. За споживанням сировини та продукції, що випускається, їх можна умовно розділити на три підгрупи:

- виробництва випуску напівфабрикатів (сировина - колоди, кряжі, цурки; продукція - напівфабрикати);
- виробництва випуску виробів з деревини (сировина - напівфабрикати; продукція - готові вироби складної конструкції);
- спеціальні виробництва.

Група виробництв випуску напівфабрикатів. Вивезена з лісу деревина переробляється на деревообробних підприємствах. У цю групу входять такі виробництва:

1. Лісопильні, на яких з колод виготовляють дошки, бруски, заготовки, технологічну тріску. Основний вид обробки - пиляння, фрезерування, сушіння; основна продукція - деревні напівфабрикати.

2. Виробництва, що виготовляють деталі дерев'яних будинків. Основний вид обробки - пиляння, фрезерування, сушіння; продукція - брусківі та щитові елементи дерев'яних будинків.

3. Виробництва шаруватої клеєної деревини. До цієї групи відносяться виробництва, що виготовляють шпон, фанеру, фанерні плити, деревинно-шаруваті пластики, фанерні труби, столярні плити, клеєні заготовки. Основні види обробки - луцення, сушіння, склеювання; основна продукція - напівфабрикати.

4. Виробництва деревостружкових та деревоволокнистих плит. Основний тип обробки - здрібнювання деревини, сушіння, пресування; продукція - напівфабрикати.

Відмінною рисою виробництв, що займаються первинною обробкою деревини, є споживана сировина - продукція лісозаготівельних підприємств. Для перших трьох виробництв сировиною служить ділова деревина, для виробництв, що випускають плити, — низькоякісна деревина та технологічна тріска.

Група виробництв випуску виробів з деревини. Подальшу переробку основної частини напівфабрикатів виконують на підприємствах, що відносяться до групи виробництв випуску виробів з деревини. Споживана сировина - продукція виробництв випуску напівфабрикатів: дошки, деревостружкові та

деревоволокнисті плити, фанера, шпон, клеєні заготовки. Продукція, що випускається - вироби, придатні до безпосереднього використання (меблі, музичні інструменти, столярні вироби, спортивний інвентар і інше.).

Вироби, що випускаються цими виробництвами, відрізняються складною конструкцією та багатодетальністю. Основний спосіб з'єднання дерев'яних деталей у вузли - столярні в'язання та склеювання. Готові вироби в більшості випадків мають захисно-декоративні покриття.

Найбільш складними виробами з деревини є меблеві. Тому, якщо докладно розглянути технологічні процеси виробництва меблів, то технологія інших виробів з деревини аналогічна до меблевої.

Технологія виробів з деревини складається із таких стадій: розкрій; виробництво брускових заготовок, виробництво брускових деталей, первинна обробка щитів та вузлів, вторинна обробка щитів і вузлів, підготовка до оздоблення; оздоблення; загальне складання (або комплектування) виробів. Кожна з названих стадій характеризується певним складом технологічних операцій.

Група спеціальних виробництв. До цієї групи відносять виробництва переробки відходів деревини і виготовленню деревного борошна, фіброліту, арболіту й інших плитних матеріалів, деталей зі стружково-клеєвої суміші.

Складові підгілузі целюлозно – паперової промисловості. Целюлозно-паперова промисловість поєднує виробництва, що випускають целюлозу, папір, картон. Особливість цих виробництв - здрібнювання деревини до розміру волокна і виготовлення з волокна необхідної продукції. Основні хімічні компоненти деревини (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін) є високомолекулярними сполуками, які з'єднані між собою не лише міжмолекулярними, але і деякими хімічними зв'язками. Тому звичайними способами розділення органічних речовин і відокремлення їх неможливе. Цього можна досягти лише внаслідок певних хімічних реакцій, які дозволяють перевести один чи декілька компонентів у водорозчинний стан.

Целюлозне виробництво. Основна сировина виробництва – спеціально підготовлена (балансова) деревина та відходи лісозаготівель, лісопиляння, деревообробки.

Головні складові частини деревини:

- целюлоза – 40-50% (клітковина, полісахарид, утворений залишками глюкози: $(C_6H_{10}O_6)_n$, де $n = 5000-20000$; головна складова частина клітинних стінок рослин, обумовлює їхню механічну міцність та еластичність рослинних тканин; у бавовнику – 95-98%, у льоні – 80-90%, у джуті – 75%);

- лігнін – 20-30% (аморфна речовина, органічний полімер, що складається з різних ароматичних спиртів, що міститься в клітинних оболонках рослин, викликає їх одеревеніння);

- геміцелюлози – 17-33% (гемі... – напів-, полісахариди, що мають розгалужені ланцюги та ступінь полімеризації меншу, ніж у полісахаридах - $n = 100-200$)

Волокна целюлози в деревині зв'язані між собою лігніном. Для видалення лігніну і звільнення від нього целюлози проводять варіння деревини в присутності реагентів, що руйнують або розчиняють нецелюлозні компоненти.

Перевести у водорозчинний стан лігнін значно важче, оскільки він є полімером сітчастої будови, який має ароматичні ядра і невелику кількість гідрофільних груп (-ОН, -СООН). Для цього необхідно провести часткову хімічну деструкцію макромолекул лігніну з одночасним введенням у його структурні одиниці достатньої кількості гідрофільних груп.

Процеси переведення лігніну у водорозчинний або розчинний в органічних сполуках стан та виділення його з деревини називають делігніфікацією деревини. Процеси делігніфікації деревини, які супроводжуються переведенням у розчинний стан разом із лігніном більшої частини геміцелюлоз, використовують для одержання целюлози і називають варінням целюлози.

У результаті процесів варіння одержують технічні целюлози, які залежно від умов варіння та призначення, містять ще певну кількість лігніну, геміцелюлоз та екстрактивних речовин. За вмістом у них нецелюлозних матеріалів технічні целюлози поділяють на:

- напівцелюлозу;
- целюлозу високого виходу;
- небілену целюлозу.

Технічні целюлози використовують для виробництва картону, паперових мішків, обгорткового паперу тощо. Небілену целюлозу переважно піддають додатковому очищенню від нецелюлозних компонентів, у першу чергу від лігніну, процес складається з двох операцій – відбілювання та облагородження целюлози.

Відбілювання здійснюється у декілька етапів послідовною дією на дисперговану у воді целюлозну масу різних окисників: газоподібного хлору; хлорної води; гіпохлоритів; оксидів хлору; пероксиду водню; кисню у лужному середовищі.

Відбілену целюлозу використовують для виробництва друкарського паперу, паперу для зошитів тощо.

Облагородження відбіленої целюлози здійснюють обробкою її розчином гідроксиду натрію – 0,5 – 2% розчином за температури 95 – 135°C або 4 – 10% розчином за температури 15–25°C. Облагороджена целюлоза використовується для одержання хімічних волокон, плівок, лаків, пластичних мас, бездимного порошу тощо.

Після очищення целюлози біля 50% маси хімічних компонентів деревини стають водорозчинними і переходять у варильні розчини. Для достатнього повного їх видалення на відмивання целюлози витрачається значна кількість води. Наприклад, на виробництво однієї тонни відбіленої целюлози – 200 – 300 м³, а на одну тонну облагородженої целюлози – 285–500 м³.

Стічні води містять значну кількість різних органічних речовин – від 100 до 500 кг для виробництва однієї тонни целюлози (залежно від способу варіння та очищення целюлози), тому їх очищення вимагає значних капіталовкладень, які складають 15–40% від вартості виробництва.

На даний час використовують, переважно, три способи варіння целюлози – лужне, сульфатне та сульфітне.

Лужне варіння целюлози. Перший технічний спосіб виділення целюлози з деревини був розроблений у 1854 році К. Ваттом і Г. Бургессом. Він полягав у нагріванні деревини під тиском з розчином гідроксиду натрію (каустична сода), за що одержав назву лужного. Варіння проводять в автоклавах. В них поміщають деревні тріски листяних порід, заливають 4–6% розчин NaOH та нагрівають до температури 165–175°C – протягом 2–6 годин. У цих умовах в автоклаві створюється тиск біля 1 Мпа. Після варіння целюлозну масу відділяють від відпрацьованого варильного розчину, який називають натронним лужком, очищають від механічних домішок і відмивають водою. Одержують технічну целюлозу, яка містить до 2% лігніну, 20% пентозанів і приблизно 78% – целюлози. Її головним чином використовують для виробництва топографічного паперу, бавовняної целюлози.

Відпрацьований варильний розчин, який містить формальдегіди, каустичну соду тощо, як правило, випаровують, а речовини, що містяться в ньому, спалюють для регенерації гідроксиду натрію.

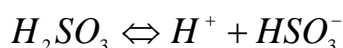
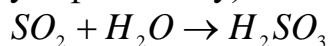
Сульфатне варіння целюлози. Сульфатний спосіб видалення целюлози з деревини є також модифікацією лужного способу варіння. Основними реагентами варильного розчину у цьому способі є гідроксид та сульфат натрію.

Винахідником сульфатного варіння вважають Даля (1884 р.). Даль запропонував для компенсації луку під час натронного варіння використовувати сульфат натрію, що був на той час промисловим відходом. Це і зумовило назву методу. Суть методу полягає в тому, що до відпрацьованого натронного лужку під час його спалювання додають сульфат натрію.

Сульфатне варіння проводять в апаратах неперервної дії, у які подають технологічну тріску будь-яких порід деревини або тростини та варильні розчини, що містять 4 – 8% NaOH та NaSH. Протягом 2–4 годин піднімають температуру до 165–180°C. Целюлозну масу відділяють від відпрацьованого варильного розчину, (який називають чорним лужком) та промивають. Інколи, перед сульфатним варінням, проводять попередній гідроліз деревини розведеними кислотами (0,3 – 0,5% H₂SO₄ або 0,5 – 1,0% HCl за температури 100–125°C протягом 2–5 годин) або водою (за температури 140 – 180°C протягом 0,5 – 3 годин) з метою виділення з неї геміцелюлози. З чорного лужку виділяють сульфатне мило. Сульфатне мило є сумішшю натрієвих, смоляних та вищих жирних карбонових кислот, складних ефірів, вищих спиртів тощо. У процесі сульфатного варіння шпилькових порід деревини із варильного розчину випаровуються терпенові вуглеводні, конденсацією яких одержують сульфатний скипидар.

Сульфатний спосіб варіння целюлози найбільш поширений у світі, оскільки дозволяє переробляти на целюлозу всі види деревини, а також інші целюлозовмісні природні матеріали (тростину, соломку тощо), з екологічної точки зору для приготування варильного розчину використовуються відносно токсичні речовини – сульфат натрію та вапно. За допомогою їх одержують більше половини всієї целюлози.

Сульфитне варіння целюлози. Сульфитний спосіб варіння целюлози був впроваджений у виробництво вперше в Швеції – 1874 р. На відміну від лужних способів, сульфитне варіння целюлози проводять у кислому або нейтральному середовищі. Винахідником методу вважають Ф.Тільгмена, який у 1866 р. запропонував використовувати розчин диоксиду сірки у воді в присутності солей сірчаної кислоти. В процесі розчинення SO₂ у воді утворюється сірчиста кислота. Як слабка кислота, у водному розчині, вона розкладається переважно з утворенням гідрид-аніону (бісульфит-аніону):



Сульфитне варіння проводять у варильних котлах, виготовлених з кислотостійкого матеріалу і обладнаних примусовою циркуляцією варильного розчину, в які подають технологічну тріску (переважно шпилькових порід деревини) та варильний розчин. Протягом 1,5 - 4 годин поступово піднімають температуру до 100–110°C. Витримують, за цієї температури деревину 1 - 2 години, а потім температуру підвищують до 135 - 150°C і витримують ще 1 - 4 години. Одержану небілену целюлозу відділяють від відпрацьованого варильного розчину, який називають сульфитним лужком, і відмивають.

Під час виробництва однієї тонни целюлози одержують 8–9 м³ сульфитного лужку, який містить різні речовини, а саме: вуглеводні (3 – 4,5%), альдонові кислоти (0,6 – 0,8%), сірчисту кислоту та її солі, мурашину і оцтову кислоти тощо. Оскільки сульфитний лужок містить значну кількість моносахаридів, його піддають біохімічній або хімічній переробці.

Біохімічною переробкою сульфитного лужку переважно одержують кормові білки, етиловий спирт, антибіотики та багатоатомні спирти. На одну тонну отриманої переробкою лужку целюлози одержують 100 - 110 кг кормових білків, або 80 - 100 літрів етилового спирту, а також 1,0 - 1,2 тонн концентрату сульфитоспиртової барди.

Хімічною переробкою сульфитного лужку одержують ванілін, феноли, ароматичні кислоти. У світі цим способом одержують близько 30% деревної целюлози, яку використовують для виробництва різних сортів паперу та картону.

Виробництво паперу. Папір – це матеріал, що складається з розмелених рослинних волокон, безладно переплетених і зв'язаних між собою силами поверхневого зчеплення. Основною сировиною для виробництва паперу є целюлоза. Для виробництва паперу кращою є деревина хвойних порід. Міцність паперу з хвойної целюлози зазвичай в 1,3 - 2 рази вище, ніж з листової целюлози. Утворення міцного, рівномірного за товщиною паперового полотна досягається розмелом волокон довжиною до 0,5 - 2,5мм, причому відношення товщини до довжини волокна повинно бути 1:300. Ступінь помелу паперової маси вимірюється градусами шкали Шоппер-Риглера (0 - 100°ШР). Випускають папір більше ніж 200 видів. Для кожного виду паперу встановлена норма ступеня помелу маси, від якої залежать її фізико-механічні властивості: здатність розтягуватися, опір розриву, зламу, стиранню (табл. 8.2).

Характеристика розмеленого волокна в папері

Вид паперу	Ступінь помелу, °ШР	Порівняльна довжина волокна, мм	Маса 1м ² , г
Найтонший	96-98	0,5-0,8	7-14
Тонкий	70-92	0,8-1,5	15-30
Вбираючий	24-40	1,0-2,2	60-70
Електроізоляційний	25-40	1,8-2,4	40-110
Писальний №1	35-45	1,2-1,6	65-80
Писальний №2	45-50	1,2-1,4	65
Писальний №3	50-55	1,0-1,3	60
Газетний	60-65	0,8-1,1	50

Після розмелу та змішування з водою волокниста маса целюлози, що містить лише 0,5% сухої речовини, подається на папероробну машину. Маса розміщується шаром на рухомій сітці, на якій збезводнюється за допомогою вакуум - відсмоктувачів. Після цього вологе паперове полотно, що утворюється, переноситься із сітки на сукняну рухому смугу, на якій відбувається подальше зневоднення та сушіння. Кінцева вологість паперу складає 5 - 6%. Після цього папір піддається поліруванню (лощінню). Таким шляхом роблять односторонньо лощений папір. За необхідності лощіння здійснюють і з другої сторони. Лощений папір фахівці також називають папером машинної гладкості. Далі папір у разі потреби піддається процесам облагороджування.

Необлагоджений папір складається з ущільнених волокон целюлози, що утворюють систему капілярів. Крім того, волокна целюлози мають властивість адсорбувати вологу (властивість гідрофільності). Завдяки капілярності та гідрофільності такий папір непридатний ні для писання чорнилами, ні для писання тушшю. Друкований текст на ньому також розпливається. Однак існують досить великі потреби і в такому папері, наприклад, з нього виготовляють паперові рушники, дитячі простирадла, туалетні рулони.

До процесів облагороджування відноситься проклеювання та введення в папір наповнювачів. Для цієї мети використовують різні природні та синтетичні клеї. Найбільш давні природні клеї - крохмаль та тваринні клеї. В процесі проклейки порожнечі та проміжки між волокнами заповнюються клейовою масою і папір значною мірою втрачає здатність всмоктувати воду. Крім проклеювання в поверхневий шар паперу вводять мінеральні пігменти для подання поверхні гладкості та кращих вбираючих друковану фарбу властивостей. Мінеральні пігменти дозволяють ховати або змінювати колір паперу і додавати йому непрозорість. Такий папір називають крейдованим. Іноді мінеральні речовини складають від 70 до 90% маси поверхневого шару.

Для забезпечення міцності з'єднання часток пігментів з папером використовують спеціальні добавки. Часто їхню роль виконують речовини, що забезпечують проклейку паперу. Як мінеральні пігменти широко

використовують каолін – масу, близьку по складу до глин, що має знижену пластичність та підвищену білизну. Одним з найдавніших наповнювачів є карбонат кальцію (крейда), тому такі папери назвали крейдованими. До відомих пігментів також відносяться діоксид титану TiO_2 і суміш гідроксиду кальцію $Ca(OH)_2$ (гашеного вапна) і сульфату алюмінію $Al_2(SO_4)_3$.

Для виробництва картографічних, афішних, декоративних, обгорткових та етикетних паперів застосовують люмінесцентні пігменти (сульфіди цинку ZnS і кадмію CdS , сульфід кальцію CaS і стронцію SrS). Кашування паперу – нанесення полімерної плівки або алюмінієвої фольги. Кашовані папери широко використовують як пакувальний матеріал для харчових, косметичних та фармацевтичних товарів. До складу газетного паперу входить лише 25 - 30% невібіленої сульфітної целюлози, а інші 70 - 75% займає дрібна деревна маса, одержана механічною обробкою. Деревна маса також вводиться в пакувальний, шпалерний папір та папір для санітарно-побутових потреб. Заміна целюлози на деревну масу робиться тільки з метою здешевлення паперу, якість його від такої заміни стає більш низькою. Для виготовлення банківського, документного, картографічного, сигаретного та інших видів висококатункового паперу раніше використовувалася винятково ганчіркова сировина. Бавовна і луб'яні волокна льону складаються практично з чистої високоякісної целюлози. Целюлоза тканин забезпечує паперу високі фізико-механічні властивості, такі, як міцність на вигин, здатність розтягуватись, повітропроникність, стійкість до вологи і світла, тобто, забезпечує довговічність. В даний час до складу тканин часто вводять штучні волокна. Відходи таких тканин і відповідне ганчір'я непридатне для паперового виробництва, оскільки погано піддається переробці. Тому значення ганчір'я в паперовому виробництві в даний час знизилося. Найбільш коштовна ганчіркова маса виходить із льняного та прядив'яного волокна, що є майже чистою целюлозою, яка добре розпускається в процесі розмелу. Бавовняна маса, що складається з бавовняних волокон, погано розпускається в процесі розмелу, тому застосовується для виробництва паперу з гарною вбираючою здатністю.

Усе більш важливе значення як сировина паперового виробництва здобуває макулатура - відходи, які отримують в процесі переробки паперу та картону, різні види використаного паперу та паперових виробів. Серед населення поняття макулатура майже цілком зведено до застарілих і тих, які прийшли в непридатність, книг та старих газет і набагато рідше - до використаних пакувальних матеріалів. Переробка макулатури на білий типографський папір та папір для письма вимагає великих витрат. Це пов'язано з необхідністю знебарвлення типографських фарб, видаленням клеїв та наповнювачів. Тому на практиці з макулатури виготовляють пакувальний папір і внутрішні шари багатошарового картону. У цих випадках переробка макулатури зводиться до механічних операцій: макулатура у воді за високої температури розбивається (розпускається) до необхідного ступеня подрібнення і маса направляється на виготовлення картону. 1т макулатури дозволяє заощадити 3,0 - 4,5м³ деревини або 15 дорослих дерев.

Продукт масою до 250 г/м² називається папером, вище – картоном.

Для виробництва паперу та картону застосовують переважно волокнисті напівфабрикати з різноманітних порід деревини і недеревної рослинної сировини. Разом з рослинними волокнами для спеціальних технічних видів паперу останнім часом все ширше стали застосовувати штучні, синтетичні, мінеральні та інші волокна. Целюлозні волокна – головний складовий компонент рослинних клітин. Ці волокна добре набухають у воді, здатні фібрилюватися на дрібніші волокна (фібрили та мікрофібрили), мають високу міцність та стійкість до впливу температури і хімічних речовин. Що стосується інших волокон (штучних, синтетичних, мінеральних, вовняних), то вони цих властивостей не мають, тому в останньому випадку вимагається застосування різноманітних диспергуючих та в'язучих домішок, що робить технологічний процес виробництва паперу з цих волокон значно дорожчим та складнішим.

В залежності від способу одержання волокнисті напівфабрикати, що виготовляються навіть з однієї і тієї ж рослинної сировини, мають різні властивості. Тому у виробництві паперу повинні бути враховані властивості цих напівфабрикатів та їх вплив на якість готової продукції.

Рослинні волокна, які застосовуються для виробництва паперу, відрізняються між собою як за хімічним складом, так і за анатомічною та морфологічною будовою. Найбільш цінними є волокна, одержані з хвойних порід деревини. Ці волокна можна використовувати не тільки самостійно, але і додавати до них менш цінні коротковолокнисті напівфабрикати, такі, як деревна маса, волокна листяних порід деревини та однорічних рослин, макулатурна маса.

Волокнисті напівфабрикати з листяних порід відрізняються від напівфабрикатів з хвойних порід передусім тим, що вони мають більш короткі волокна, які, крім того, менш однорідні за своєю анатомічною будовою. Ці волокна утворені на 75 - 90% з відносно коротких та товстостінних клітин лібриформу з голкоподібними кінцями і на 10 - 25% з судинних клітин неволокнутої будови, що є короткими, тонкостінними та широкосмуговими трубками. Клітини лібриформу мають довжину 0,7 - 1,5 мм, ширину близько 0,025 мм; довжина судин 0,3 - 0,7 мм, ширина - 0,05 - 0,06 мм. Тому розлам напівфабрикатів з листяних порід деревини слід проводити таким чином, щоб не було істотного скорочування волокон і не відбувалося значного збільшення ступеня помелу маси.

Застосовувані волокнисті напівфабрикати класифікуються як за способом одержання, так і за виходом з абсолютно сухої сировини. Основними компонентами рослинної тканини є: целюлоза (клітковина), лігнін, геміцелюлози (пентозани та гексозани), смоли, жири, віск та ін.

У технічній клітковині крім хімічних елементів чистої клітковини, містяться також і означені компоненти. Геміцелюлози покращують папероутворюючі властивості волокна, а лігнін їх погіршує. В залежності від величини виходу напівфабрикатів з рослинної сировини їх поділяють на клітковину, клітковину високого виходу, напівцелюлозу, напівцелюлозу високого виходу та деревну масу. Приблизні межі виходу цих напівфабрикатів становлять: клітковини - 45 - 55%, клітковини високого виходу – 55 - 65%,

напівцелюлози – 65 - 85%, напівцелюлози високого виходу – 85 - 90% та деревної маси - 90 - 97%. Чим вищий вихід напівфабрикату, тим більше в ньому міститься геміцелюлоз і лігніну. Тому якість виробленого паперу великою мірою залежить від застосованих напівфабрикатів.

У теперішній час основними волокнистими напівфабрикатами є: клітковина сульфатна з хвойних та листяних порід деревини, клітковина сульфатна, деревна маса, напівцелюлоза, макулатура, ганчірна напівмаса, клітковина вдосконалена, інші види волокон (синтетичні, штучні, мінеральні, вовняні).

Клітковину сульфатну одержують варінням подрібненої рослинної сировини у розчині в котлах періодичної або безперервної дії за температури 160 - 180°C і тиску 0,7 - 1,2 МПа. Цей спосіб дозволяє переробляти будь-яку рослинну сировину і одержувати найбільш тривкі волокнисті напівфабрикати. Сульфатна клітковина після варіння має темний колір, тому у небіленому вигляді застосовується в основному для технічних видів паперу та картонів високої міцності, наприклад, електроізоляційних, пакувальних тощо.

Клітковину сульфатну одержують головним чином з деревини малосмолистих хвойних порід шляхом обробки сульфатним варильним розчином, основними компонентами якого є: водний розчин сульфатів та бісульфатів, відповідних основ (кальцію, магнію, натрію або амонію). Сульфатне варіння здійснюється в основному у котлах періодичної дії за температури 130 - 145°C і тиску 0,6 - 1,2 Мпа. В процесі виробництва сульфатної клітковини досягається більш високий, ніж у випадку сульфатного варіння, вихід клітковини з деревини, а з відпрацьованих лугів одержують етиловий спирт, білкові кормові дріжджі, ливарні концентрати, дубильні речовини та інші цінні продукти. Сульфатна клітковина після варіння стає більш світлою у порівнянні з сульфатною і легше піддається відбілюванню.

Однією з найважливіших технологічних операцій виробництва паперу є розмелювання, перед яким сухі (товарні) волокнисті напівфабрикати попередньо розпускаються водою в гідророзбивачах, а потім змішуються в певному співвідношенні в регуляторах композиції. Паперова маса, залежно від вимог до якості паперу, може йти або на виготовлення паперу, або на додаткове введення в неї композиції речовини для проклеювання, наповнювачів, барвників та інших добавок. Для осадження на волокнах у паперовій масі компонентів, що додаються, застосовують сірчаноокислий алюміній, поліакриламід або інші речовини. Целюлозну масу очищають від домішок і пропускають тонким шаром конвеєром через ряд гарячих валків, які висушують і пресують папір (рис. 8.2).

Існують чотири основні хімічні способи одержання паперу:

- сульфатний або крафт-процес;
- сульфатний процес;
- напівхімічний процес;
- содовий процес.

Сульфатний або крафт-процес. Деревна пульпа містить два основні компоненти – клітковину та лігнін. Волокна клітковини, що складають пульпу, в деревині зв'язані лігніном.

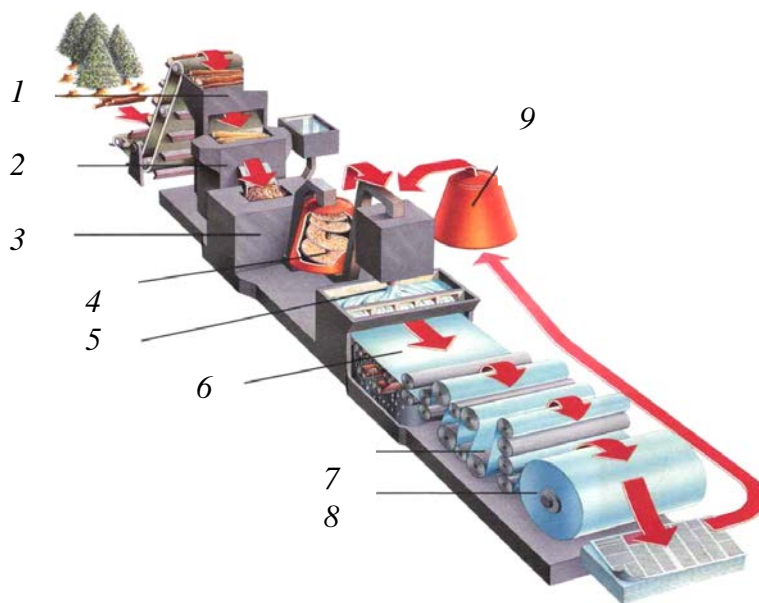


Рис. 8.2. Технологічні процеси виготовлення паперу: 1 – здирання кори зі стовбурів; 2 – подрібнення деревини; 3 – утворення деревної пульпи; 4 – розщеплення пульпи на волокна; 5 – відбілювання пульпи; 6 – осадження пульпи через дрібновічкову стрічку; 7 – сушіння та пресування волокна в аркуші паперу; 8 – готовий папір; 9 – пульпа з макулатури.

Щоб перевести клітковину в форму, придатну для виробництва паперу, необхідно спочатку використати будь-який хімічний процес для вилучення лігніну. В цьому процесі деревні тріски варяться за підвищеної температури та тиску в сульфатній варильній рідині (білій рідині), що є водним розчином сульфїду натрію Na_2S та гідроксиду натрію NaOH . Біла рідина хімічно розчиняє лігнін деревини. Клітковина у вигляді пульпи, що залишається, відфільтровується від відпрацьованої варильної рідини і промивається водою. Звичайно процес приготування пульпи складається з кількох проміжних стадій промивання і, можливо, вилуговування, після чого пульпа пресується і висушується в кінцевий продукт – папір.

Для підведення балансу процесу необхідно регенерувати витрачені реактиви та рекуперувати тепло. Відпрацьована варильна рідина та вода після промивання пульпи змішуються разом, утворюючи слабкочорну рідину, що концентрується в багатоступеневому випарному пристрої до вмісту твердих речовин близько 55%. Чорну рідину можна концентрувати далі до вмісту твердих речовин 65% або у випарнику прямого контакту, в якому рідина випарується в процесі контакту з газами, що відходять з рекупераційної топки, або у випарнику непрямого контакту. Міцна чорна рідина (лігнітний шлак) подається в регенераційну топку. В процесі згоряння органічних продуктів, розчинених в рідині, виділяється тепло, необхідне для регенерації пари, що використовується в процесі перетворення сульфату натрію Na_2SO_4 в Na_2S . Для компенсації втрати реагентів технологічного циклу звичайно додається сульфат натрію, який у топці перетворюється в сульфід Na_2S . Сульфат додається до магнітного шлаку перед його розпиленням у топці. Неорганічні продукти, що містяться в лузі, збираються на дні топки у вигляді сплаву. Сплав, що

складається з карбонату натрію та сульфїду натрію, розчиняється у воді, утворюючи зелену рідину, що подається в каустифікаційний резервуар, куди додається негашене вапно (CaO) для перетворення карбонату натрію в гідроксид натрію. Утворення гідроксиду натрію завершує регенерацію білої рідини, яка повертається в автоклав. Шлак карбонату кальцію, що осаджується в каустифікаторі, кальцинується у вапняковій печі для регенерації негашеного вапна.

Сульфїтний процес. Виробництво пульпи сульфїтним методом схоже з крафт-процесом, але основна різниця полягає в тому, що для розчинення лігніну деревини замість сульфїдного лужного розчину використовується сіль сірчистої кислоти. Для підвищення буферності розчину використовуються гідросульфїти магнію, амонію, кальцію або натрію. Системи на основі кальцію використовуються тільки на старих підприємствах і витісняються новими процесами.

8.2. Використовувані ресурси

8.2.1. Ліс. Лісові екосистеми займають майже третину території суші Землі і дають половину первинної продукції її біосфери. Із загальної рослинної маси, сконцентрованої на суші та акваторії, більше 90% зосереджено в лісах. Тисячоліття людство розглядало здавалося б невичерпний потенціал лісу як резерв земель для розширення сільськогосподарських угідь, джерело палива, будівельної та побутової деревини, хутра тощо.

Роль лісу визначається не тільки величезним економічним потенціалом, а й соціальним та ще більшою мірою екологічним значенням. Природні лісові екосистеми є головним чинником у біотичній регуляції ~~як важливий компонент~~ біосфери, забезпечуючи її екологічну рівновагу, підтримуючи та регулюючи склад і властивості атмосфери, гідросфери суші та ґрунтового комплексу. Тому особливо важливо постійно розширювати мережу непорушених заповідних територій. При цьому варто пам'ятати, що «підтримання лісових екосистем у стані безперервної сукцесії, вирубуючи ліс кожні 40-50 років, еквівалентно підтримці хворої людини в стані безперервного одужання. Уявлення про необхідність або допустимість вирубки "перестійних" непорушених лісів...» є глобальною помилкою.

Ліс є джерелом кисню та фітонцидів (1 га лісу щоденно поглинає 220–280 кг вуглекислого газу і виділяє 150–220 кг кисню). Ліси світу щорічно продукують до 30 млрд. т. органічної маси, використовують до 50 млрд. тонн вуглекислого газу, а його зелена рослинність надає в тропосферу Землі понад 99,8% кисню. За підрахунками ботаніків у лісах зосереджено біля 80% світових запасів органічних речовин. Загальна кількість біомаси, яка щорічно утворюється у процесі біосинтезу, оцінюється приблизно в 200 млрд. т., що більше ніж у 20 разів перевищує сумарний видобуток вугілля, нафти та газу.

Величезне санітарно-гігієнічне та курортне значення лісів – це їх здатність захищати помешкання людей від забруднення, поглинаючи шкідливі домішки з приземних шарів атмосфери. Наприклад 1 га хвойного та листяного лісу затримують щорічно 40 і 100 т. пилу відповідно. Деревна рослинність оберігає

ріки від замулювання та обміління, зміцнює сипучі піски та пологі схили, відвертає їх ерозію, зменшує повені, сельові потоки та снігові лавини. Велике значення мають рекреаційні властивості лісів, використання лісових масивів для відпочинку населення, туризму. Ліси виконують важливу водоохоронну та водорегулюючу роль, захищають ґрунти від зсувів, вітрової та водної ерозії. Тому організовуючи господарства в лісах, слід брати до уваги їхнє багатоцільове призначення. Незважаючи на заміну деревини новими недеревними виробами (пластмасами), роль лісів у житті людського суспільства і потреба у лісоматеріалах безупинно зростають. Ліс як джерело деревини широко використовується в усіх галузях народного господарства і у побуті. Чим інтенсивніше розвиваються наука і техніка, тим ширше використовують у господарстві деревину та її похідні. З неї виробляють більше 20 тисяч різних матеріалів та сполук. Лише близько 500 виробів отримують у результаті механічної обробки, а більшу частину - після хімічної переробки деревини.

В останні роки, у зв'язку зі зменшенням запасів нафти та газу і збільшенням на них цін, значно підвищилась зацікавленість до використання деревини як сировини для виробництва різноманітної хімічної продукції.

Україна належить до лісодефіцитних держав. Порівняно з багатьма країнами світу ми маємо досить низький рівень забезпеченості господарства та населення лісом (табл. 8.3).

Таблиця 8.3.

Загальна площа лісів країн Європи та деяких країн світу

Регіон, країна	Загальна площа, млн. га	Площа лісів, млн. га	Лісистість *, %	Площа лісів на 1 жителя, га
Уся Європа	2260,1	933,3	41,3	1,3
Північна Європа	112,3	52,5	46,8	2,8
Західна Європа	245,6	59,5	24,2	0,2
Східна Європа	1902,2	821,3	43,2	2,4
Росія	1709,8	816,5	51,8	5,5
США	981,0	217,3	30,4	0,8
Канада	997,1	244,6	41,9	10,0
Швеція	45,2	27,3	67,0	3,1
Фінляндія	33,8	21,9	67,5	4,2
Польща	31,3	8,9	28,4	0,2
Україна	60,4	9,4	15,6	0,2

Примітка. Для визначенні лісистості, крім площі лісів, враховується площа всіх інших земель, які можна віднести до вкритих лісовою рослинністю

За станом на 1 січня 2013 року ліси вкривають 17,6% території нашої держави. Більша частина лісів сконцентрована у Карпатах (40,2% території цього району) та на Поліссі (25,5%). Карпатський регіон охоплює Закарпатську, Чернівецьку, Івано-Франківську області та південну частину Львівської області. До Поліського регіону входять поліські частини Волинської, Рівненської,

Житомирської, Київської областей. Головною проблемою лісової галузі в Україні слід вважати практичну відсутність розширеного відтворення лісів. Загальна площа лісів державних лісогосподарських об'єднань (ДЛГО) та обласних управлінь лісового господарства (УЛГ) наведена в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4

Загальна площа лісів державних лісогосподарських об'єднань та обласних управлінь лісового господарства (2012 рік)

ДЛГО (УЛГ)	Загальна площа, тис. га
Рескомліс АР Крим	274,3
Вінницяліс	216,0
Волиньліс	439,0
Дніпропетровськліс	89,8
Донецькліс	114,7
Житомирліс	750,4
Закарпатське обласне УЛГ	497,3
Запоріжжяліс	35,0
Ів.-Франківське обласне УЛГ	454,8
Київліс	323,5
Кіровоградліс	83,8
Луганськліс	223,4
Львівліс	470,8
Миколаївліс	67,2
Одесаліс	139,8
Полтаваліс	149,4
Рівнеліс	674,7
Сумиліс	287,4
Тернопільліс	156,4
Харківліс	308,9
Херсонліс	163,9
Хмельницькліс	189,7
Черкасиліс	215,9
Чернівецьке обласне УЛГ	183,5
Чернігівліс	389,0
Усього:	6898,6

За даними таблиці 8.4 видно, що найбільші площі лісу державних лісогосподарських об'єднань та обласних управлінь лісового господарства припадають на “Житомирліс”, “Рівнеліс”, “Закарпатське обласне УЛГ”, “Львівліс”, “Ів.-Франківське обласне УЛГ” та “Волиньліс”, найменше лісів у – “Запоріжжяліс”, “Миколаївліс” та “Кіровоградліс”.

Споживання деревини у світі за останні 30 років збільшилось у два рази і становить у теперішній час 4,5 млрд. м³. Велике господарське значення деревини зумовлене її цінними фізичними властивостями, а саме: простотою обробки, міцністю та малою густиною. У вік значної індустріалізації, урбанізації та техногенної кризи ліси набувають особливого значення як соціальний, рекреаційний, захисний та глобально-екологічний чинник.

8.2.2. Складові компоненти у виробництві паперу. Деревна маса - відносно дешевий і дуже розповсюджений волокнистий напівфабрикат, що входить в композицію багатьох видів паперу та картону. Її використання дозволяє не тільки знизити вартість продукції, але і поліпшити її друкарські властивості, підвищити непрозорість та гладкість. Істотна перевага деревної маси полягає в тому, що в процесі її виробництва повніше використовується рослинна сировина.

У теперішній час виробляються такі види деревної маси: біла, бура, хімічна, термомеханічна та хіміко-термохімічна.

Білу деревну масу одержують механічною абразією певних розмірів деревини, або шляхом розмелу трісок в дискових млинах (рафінерах). Біла деревна маса за своїм хімічним складом мало відрізняється від вихідної деревини, її вихід досягає 97% від маси вихідної сировини.

Бура деревна маса одержують з попередньо пропареної деревини. Її волокна більш довгі і гнучкі, ніж у білої деревної маси. Виробництво цього напівфабрикату обмежене.

Хімічну деревну масу одержують аналогічно білій деревній масі, але з деревини головним чином листяних порід, попередньо підданій хімічній обробці нейтрально-сульфітним розчином за підвищених температури та тиску.

Термомеханічну деревну масу одержують з трісок, які піддають короткочасній пропарці (2–5 хв.) за температури 120–135°C, після цього її розмелюють в дискових млинах.

Хіміко - термохімічну деревну масу одержують приблизно так же, але пропарку трісок здійснюють з невеликими добавками моносулфіту натрію або інших реагентів.

Напівцелюлоза різноманітних видів – волокнистий напівфабрикат, що відрізняється від клітковини відповідних способів одержання тим, що варіння в ведеться не до стану вільного поділу волокон, а лише до набухання лігніну та часткового його розчинення. Остаточний поділ сировини на волокна здійснюється під дією його розмелу в дискових млинах. Вихід напівцелюлози – 65 – 85% від маси абсолютно сухої сировини. Напівцелюлоза широко застосовується для виробництва тарного та інших видів картону, деревоволокнистих плит, паперу для гофри та ін.

Макулатура - це вторинна сировина, тобто вживані папір та картон, а також промислові відходи від їх переробки. Вона є повноцінним замінником свіжих волокнистих напівфабрикатів у виробництві багатьох видів картону та паперу. Використання макулатури має величезне народногосподарське значення, оскільки підприємства переробки макулатури в 2–3 рази менше забруднюють довкілля, ніж підприємства виробництва напівфабрикатів з рослинної сировини.

Використання макулатури дозволяє економити 3,0–4,5 м³ деревини або близько 15 дорослих дерев на одну тонну паперу. В залежності від композиції та виду макулатура поділяється на 12 марок, від МС-1 до МС-12.

Ганчірна напівмаса – напівфабрикат із вторинної сировини: старого ганчір'я різноманітного походження, обрізків зі швейних фабрик, мотузково-канатних та сітко-снастьових виробів та волокнуватих відходів від їхнього виробництва. Вона виготовляється хімічною обробкою лугом попередньо відсортованого та подрібненого ганчір'я з наступним відбілюванням, промиванням та розмелом до поділу на окремі волокна.

Синтетичні та інші волокна використовуються для виробництва спеціальних видів паперу, що мають певні специфічні властивості в залежності від виду волокна і композиційного складу паперу. Однак застосування синтетичних, штучних, мінеральних та інших волокон, що не піддаються фібрилюванню в процесі розмелу і не утворюють міцного міжволоконного зв'язку (як у целюлозних волокон) вимагає використання спеціальних хімічних добавок та модифікації традиційних технологічних режимів виготовлення паперу.

8.3. Вплив на довкілля

8.3.1. Лісопильно-деревопереробна промисловість. Технологічні процеси цієї промисловості пов'язані з виділенням в атмосферу шкідливих речовин: пилу, пари розчинників та розріджувачів, формальдегіду, оксиду вуглецю, оксидів азоту, аміаку, деревних відходів та ін.

Забруднення атмосфери. До основних джерел забруднення атмосферного повітря на деревообробних підприємствах відносяться: опоряджувальні, клеїльно-личкувальні, фанерні та сушильні цехи, а також цехи механічної обробки деревини з виробництва деревостружкових плит (ДСП), дерево – волокнистих плит (ДВП), деревощаруватих пластиків (ДШП), клеєної фанери, деревної муки, котельні, автотранспортні засоби тощо (табл. 8.5).

У лісопильній та деревообробній промисловості в процесі одержання та обробки пиломатеріалів в атмосферне повітря надходить значна кількість деревного пилу. Потрапляючи в легені людей, деревний пил негативно впливає на стан їхнього здоров'я. Результати досліджень підтвердили, що запиленість атмосферного повітря багатьох деревообробних підприємств значно перевищує допустимі концентрації внаслідок недосконалості конструкції технологічного обладнання, циклонів, відсутності пиловловлювачів та фільтрів у системах вентиляції тощо.

Найбільшими забруднювачами атмосфери є виробництва деревостружкових та деревоволокнистих плит, шаруватих пластиків опоряджувальних цехів меблевих виробництв та ін. У пресових відділеннях цехів застосовують синтетичні смоли з різним вмістом вільного формальдегіду (0,3 – 0,4%). В процесі виробництва декоративних плівок на основі паперу вміст формальдегіду в смолі становить 0,3 – 1,2%. В атмосферу виділяються пари стиролу, ацетону, ксилолу, бензолу, бутилацетату, етилацетату тощо. Деревообробні виробництва є джерелами забруднення аспіраційними викидами деревного та лакового пилу.

Концентрація пилу в екстаустерних системах деревообробних цехів знаходиться в межах 0,3–1,3 мг/м³.

Таблиця 8.5

Джерела забруднення та забруднювачі атмосфери

Джерела забруднення	Забруднювачі атмосфери
Деревообробні	Деревний пил, оксид вуглецю, вуглеводні,
Меблеве виробництво	Формальдегід, пара розчинників і розріджувачів, оксид азоту, анілін, азот, уайт-спірит, скипидар, аміак, деревний та лакофарбовий пил
Виробництво ДСП, ДВП, клеєної фанери, ламінованих плит, шаруватих пластиків	Формальдегід, фенол, аміак, окис вуглецю, анілін, ціанистий калій, деревний і лакофарбовий пил, сірководень та ін.
Виробництво деревного борошна	Деревний пил, оксид вуглецю та ін.
Паросилове господарство (котельні), ремонтно-механічні цехи, приміщення	Оксид вуглецю, оксид азоту, сірчаний ангідрид, зола, сажа, аерозоль свинцю, пари паливно-мастильних матеріалів, абразивний і металевий пил

Забруднення гідросфери. Внаслідок інтенсивного використання деревообробними підприємствами води відбувається забруднення водоймищ, що у результаті призводить до значних якісних та кількісних змін водного басейну. Більшість водоймищ, річок, озер є не лише джерелами водопостачання, а й басейнами для скидання промислових та господарсько-побутових стоків. Часом ступінь очищення цих вод є незадовільним, унаслідок чого вода стає непридатною для споживання, гинуть водні рослини, організми, риби, птахи та тварини.

Основним джерелом забруднення стічних вод деревообробних підприємств є цехи з виробництва деревоволокнистих плит мокрим способом. Екологічність технології деревоволокнистих плит мокрим способом характеризується в основному об'ємами, ступенем забруднення технологічних та стічних вод, які визначаються параметрами технологічного процесу, складом використовуваної деревинної сировини, хімікатів та обладнання. Зі збільшенням вмісту кори у трісці забрудненість технологічних та стічних вод значно зростає, чим ускладнюється створення малостічних та безстічних систем водовикористання. Вирішення цієї проблеми ускладнюється також унаслідок збільшення застосування частки деревини листяних порід, зокрема осики та берези. Забрудненість вод розчиненими та зваженими речовинами значною мірою визначається вмістом у воді деревини, ураженої дереворуйнівними грибами, що досягає інколи 15% . Особливості хімічного складу деревини листяних порід, кори та ураженої гнилизною деревини сприяють підвищенню концентрації забруднень у стічних водах. У випадку збільшення в балансі сировини частки деревини листяних порід виникає необхідність підвищення в 1,6 - 1,8 рази норм

витрат зміцнювальних домішок, що також є додатковим джерелом забруднення технологічних та стічних вод.

Порушення режимів проклеювання під час виробництва деревоволокнистих плит призводить до збільшення виносу хімічних домішок та підвищення їх концентрації у стоках. Основне забруднення стічних вод у цих виробництвах створюють зважені та розчинені органічні речовини.

У стоках містяться:

- волокна деревини;
- колоїдні речовини – целюлоза, геміцелюлоза, лігнін;
- розчинені органічні речовини – цукри, фурфурол, спирти, альдегіди, кислоти, барвники, дубильні речовини;
- розчинні та нерозчинні хімікалії – сульфат алюмінію, парафін тощо, що застосовуються для проклеювання деревоволокнистої маси.

За концентрацією забруднень стічні води, що утворюються у виробництві деревоволокнистих плит, поділяють на три групи:

- 1) концентровані, які утворюються під час розмелювання тріски та гарячого пресування деревоволокнистого полотна;
- 2) середньої концентрації, які утворюються в басейні оборотної води (основна кількість стоків);
- 3) малоконцентровані, виділені в процесі промивання сіток, глясових і транспортних листів, охолодженні обладнання, а також в процесі миття виробничих приміщень.

Джерелами забруднення виробничих стічних вод у процесі виробництва деревоволокнистих плит, клеєної фанери, меблів є гідропреси, вальці для нанесення клею, лаконаливні машини, пульверизаційні kabіни, теплові та енергетичні установки, ремонтно-механічні майстерні та ін.

Суміші шкідливих речовин у вигляді відходів синтетичних смол, клеїв, лаків, розчинників, розріджувачів, паливно-мастильних матеріалів часто зливаються у водоканалізаційні мережі або у задалегідь викопані ями, звідки потрапляють у водоймища, забруднюючи води та ґрунти. У табл. 8.6. наведені джерела та види шкідливих речовин, що забруднюють стічні води деревообробних підприємств.

Забруднення літосфери. У результаті діяльності підприємств лісопилно-деревообробної промисловості непоправної шкоди зазнають ґрунти. Це насамперед, забруднення ґрунтів шкідливими речовинами та відходами меблевих підприємств (розчинники, розріджувачі, синтетичні смоли), підприємств з виробництва клеєної фанери, ДСП (формальдегід, фенол, кислоти), ДВП (альдегіди, сірчана кислота, фурфурол та ін.), паливно-мастильними матеріалами, мінеральними добривами та отрутохімікатами, що використовуються підприємствами лісового господарства.

Ґрунти забруднюються також відпрацьованими газами автотракторної техніки, мастилами та пальним, що часто виливаються під час виконання робіт. Негативно впливає на якість ґрунту надмірне його ущільнення колесами важкої техніки - тракторів, лісовозів тощо. Нормальна об'ємна маса структурного ґрунту - 1,1 - 1,2 г/см³, а після ущільнення у ряді випадків збільшується аж до

1,6 - 1,7 г/см³, що значно перевищує критичні величини. У таких ґрунтах майже вдвічі зменшується загальна пористість, різко знижується водопроникна і водоутримуюча здатність, зменшується стійкість ґрунту до ерозійних процесів.

Таблиця 10.6

Основні види шкідливих речовин, що забруднюють стічні води
деревообробних підприємств

Джерела забруднення	Шкідливі речовини
Деревообробні підприємства	Аміак, вуглекислота, карболові кислоти (оцтова, мурашина, протейінова), деревні
Меблеве виробництво	Формальдегід, аміак, анілін, розчинники і розріджувачі, відходи лакофарбових
Виробництво ДВП	Колоїдні розчини (целюлоза, геміцелюлоза, лігнін), фурфурол, спирти, альдегіди, сірчана
Виробництво ДСП, клеєної фанери, ламінованих плит, шаруватих пластиків	Формальдегід, фенол, ацетон, оцтова і мурашина кислоти, відходи бакелітових смол, деревні відходи
Паросилове, ремонтно-механічне та автотранспортне господарство	Сполуки свинцю, бензин, дизельне паливо, мастила, мазут, мийні засоби, сірчана кислота

Значних збитків зазнає лісове господарство внаслідок ерозії ґрунтів. Основною причиною ерозії є вирубування лісів на схилах, знищення трав'яного та чагарникового покриву автотракторною технікою. Ерозії ґрунтів сприяє також активне яроутворення зумовлене діяльністю людини. Ріст рослин на таких ґрунтах різко сповільнюється, знижується врожайність лісових плодово-ягідних рослин. На гірських схилах, в місцях інтенсивних вирубувань лісу часто виникають порохові бурі, під час яких у повітря підіймаються сотні тонн пилу, піску, внаслідок чого пошкоджується ґрунтовий покрив, на декілька сантиметрів оголюється земна поверхня. У таких місцях активно діє не тільки вітрова, але й водна ерозія, яка зменшує в ґрунті вміст азоту, фосфору, калію та інших мікроелементів, що погіршують його родючість.

Тверді відходи лісопильно-деревопереробного виробництва. Процес обробки та переробки деревини у всіх виробництвах зв'язаний з одержанням великої кількості відходів. Починаючи з першої стадії - рубання лісу та вивозу тонкомірної деревини, і закінчуючи останньою стадією - обробкою деревини, процес супроводжується відходом частини деревини, що не використовується у подальшому виробництві. Об'єм відходів не тільки порівнюється з об'ємом виробленої продукції, але часто і перевершує його. Так, в процесі рубання і вивезення деревини з лісу близько 20% деревної сировини складають відходи у вигляді гілок, пнів, коренів, а з вивезеної - близько 20% складає неділова деревина (дрова). У лісопильному виробництві кількість відходів складає 35 - 42%, в меблевих - 53 - 65% від пиломатеріалів, що надійшли. В технології виготовлення фанери відходи складають 52 - 54%, струганого шпону 30 - 45%.

Відходи — кошовна вторинна сировина для виробництва різноманітних матеріалів, виробів, продуктів. Всі відходи лісопильно-деревообробних виробництв можна розділити на три групи:

1. тверді (обапіл, рейки, торці, вирізки);
2. м'які (тирса, стружка, відхід від технологічної тріски);
3. кора.

Енергетичне забруднення довкілля. Підприємства є потужними джерелами енергетичного забруднення довкілля. До енергетичних забруднень довкілля відносять шум, вібрацію, електромагнітні та іонізуючі випромінювання. Найбільш негативному впливу цих забруднювачів піддаються атмосферне повітря, гідросфера, літосфера, флора, фауна, а через них і людина.

Основними джерелами шумового забруднення довкілля на деревообробних та лісозаготівельних підприємствах є: деревообробне обладнання, вентиляторні та компресорні установки, автотранспортні засоби, трактори і бульдозери та ін. Шумоутворення в процесі роботи деревообробного обладнання має особливості внаслідок специфіки конструкції кожної групи верстатів. Так, наприклад, для круглопилкових верстатів домінуючим є високочастотний шум, що спричиняється аеродинамічними процесами в місці зубчастого вінця та аксіальними коливаннями диска пилки. Крім цього, в процесі різання виникає значна механічна складова шуму внаслідок руйнування зв'язків у деревині в процесі різання, вібрації оброблюваних заготовок; механізми приводу й подачі також створюють додатковий шум, хоча його рівень значно нижчий. Інтенсивні ультразвукові складові шуму, що виникають в процесі обертання круглої пилки, шкідливо впливають на обслуговуючий персонал та довкілля. Основними причинами підвищеного рівня звукового тиску в процесі роботи верстатів стругальної групи (фугувальних, рейсмусових, чотиристоронніх) є вихрові процеси в зоні максимального наближення лез ножів до країв столів, елементів огороження і механізму подачі верстатів; вібраційні процеси внаслідок статичної та динамічної невірноваженості обертових елементів обладнання тощо. Частотний спектр такого шуму має тональний характер з основною частотою, пропорційною до кількості проходів лез ножа біля губок стола за 1с. Крім основного тону, спостерігаються вищі гармонійні складові, кратні основній частоті. Шипорізні та фрезерувальні верстати генерують шум значної інтенсивності в основному в робочому режимі. Характер шуму є широкосмуговий, переважно високочастотний з можливими тональними складовими. Значне шумове забруднення довкілля виникає в процесі роботи вентиляторних вузлів, що розташовуються за межами виробничих приміщень, а також компресорних установок, ресиверів тощо. Причинами шуму вентиляторних вузлів є нестаціонарні коливні процеси аеродинамічного походження та вібрації елементів вентиляційних систем. Унаслідок нестаціонарних коливних процесів виникають вихрові, турбулентні та автоколивні шуми. Механічна складова шуму формується в основному внаслідок дисбалансу обертових елементів, тертя, ударів, вібрації в механізмах приводу та передачі, повітрододів тощо.

На деревообробних підприємствах широко застосовують обладнання ударної дії (лісопильні рами), потужні енергетичні установки (насоси, компресори, двигуни), залізничний транспорт, які є потужними джерелами вібрації. У всіх випадках вібрація поширюється ґрунтом і досягає фундаментів житлових та громадських будівель, часто призводить до звукових коливань. Передача вібрації через фундаменти та ґрунт може спричинити нерівномірну усадку, руйнування інженерних споруд і житлових будівель. Зона дії вібрації в навколишньому середовищі визначається величиною її затухання у ґрунті, яка, як правило, становить 1 дБ/м.

8.3.2. Целюлозно-паперова промисловість. Целюлозно-паперова промисловість є однією із найбільш водоемних галузей народного господарства. Тому найбільший вплив підприємства целюлозно-паперової промисловості здійснюють на стан поверхневих вод. Щорічне споживання свіжої води в галузі складає біля 2 млрд. м³, біля 4,5 - 4,7% загального водокористування. Це зумовлено тим, що у ряді технологічних процесів необхідним є використання свіжої води.

Для підприємств целюлозно-паперової промисловості проблема зниження кількості та ступеня забрудненості стічних вод має першочергове значення. Головним джерелом утворення забруднених стічних вод є виробництво целюлози, яке базується на сульфатному та сульфітному способах виварювання деревини та відбілюванні напівфабрикату з використанням хлорпродуктів.

Забруднені стічні води підприємств галузі характеризуються наявністю в них таких шкідливих речовин, як сульфати, хлориди, нафтопродукти, феноли, формальдегіди, метанол, фурфурол, диметилсульфід, диметилдисульфід. Основна причина негативного впливу на навколишнє середовище підприємств галузі – використання старих технологій та обладнання. Забруднені стічні води утворюються під час обробки целюлозної та паперової маси, промиванні та згущенні целюлози, розгону скипидар-сирцю, вилучення шламів, мокрому коруванню лісоматеріалів тощо. В технології сульфітного способу виробництва паперу в стічні води також потрапляє сульфітний луг. У стічних водах гідролітичних виробництв є спиртові, фурфурольні компоненти, сивушні ефіроальдегідні та скипидарні фракції та кислоти.

Стоки можуть мати кислу, нейтральну або лужну реакцію, що в будь-якому випадку пов'язано зі зміною природного рН водоймищ (табл. 8.7).

Таблиця 8.7

Характеристика стоків целюлозно-паперової промисловості

Вид виробництва	Кількість стічних вод на тонну продукції, м ³	Середовище
Сульфітна не білена целюлоза	130–155	кисле
Сульфітна білена целюлоза	425–500	нейтрально-лужне
Картон	30–60	нейтральне
Папір	50–60	слабокисле
Сульфатна небілена целюлоза	101–116	лужне

Стічні води деревинно-заготівельних цехів (до 10 м³/т целюлози) містять кору, пісок, розчинні органічні і мінеральні речовини. Концентрація завислих речовин в них досягає 4500 мг/м³.

Потік стічних вод сульфатцелюлозного виробництва формується, в основному, за рахунок витоків та переливів. До складу стічних вод (табл. 8.7, 8.8) входить волокно, розчинена органіка і мінеральні речовини (SO₄⁻², SO₃⁻², S⁻², CO₃⁻², NaCl). В процесі виробництва 1 т сульфатної невібіленої целюлози утворюється 101-116 м³ лужних стічних вод.

Таблиця 8.8

Характеристика стічних вод сульфатцелюлозного виробництва

Цехи	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози	Завислі речовини, г/дм ³	pH	Сухий залишок, мг/дм ³
Варильний, промивний, очисний	27	450	9,5-10,5	2000-45000
Конденсат варильного цеху	0,5-1,5	-	10	-
Вибільний	33	30	2,0-8,0	5800
Сушильний	12	170	9	500-1500

Основні потоки:

- лужні стічні води варильного, промивного, очисного та випарного цехів;
- стічні води вибільного та сушильного цехів;
- конденсати варильного цеху і випарної установки.

У процесі виробництва целюлози сульфатним способом утворюються конденсати варіння целюлози та випарки лугів, дуже токсичні із стійким неприємним запахом. Основну їхню частину складає підскипидарна вода, що містить скипидар, метанол, етанол, ацетон, сірководень, метилмеркаптан (ММ), диметилсульфід (ДМС), диметилдісульфід (ДМДС). У конденсатах випарки знаходиться скипидар, ММ, ДМДС.

Частина газів, що не сконденсувалась, потрапляє в атмосферу: сірководень, ММ, ДМС, ДМДС, скипидар.

До складу пилу димових газів цеху регенерації лугів входять (%): Na₂CO₃ - 85, Na₂SO₄ - 12, Na₂S - 2.

У процесі виробництва відбуваються втрати реагентів у навколишнє середовище.

Втрати сірки та лугу в процесах сульфатного виробництва, кг/т целюлози приведені в таблиці 8.9.

Сульфатцелюлозне виробництво – джерело основної кількості забруднень, що скидаються зі стічними водами целюлозно-паперовим виробництвом через відсутність ефективної регенерації відпрацьованих розчинів. В технології виробництва 1 т сульфатної невібіленої целюлози утворюється 130-155 м³

кислих стічних вод, в процесі виробництва 1 т сульфітної відбіленої целюлози утворюється 425-500м³ нейтрально-лужних стічних вод.

Таблиця 8.9

Втрати сірки і лугу в процесах сульфатного виробництва

Процес	Витрати	
	сірка	луг
Варильний	3,0	3,1
Промивний	3,6	14,9
Випарний	2,6	6,0
Регенераційний	9,2	2,7
Розподіл витрат, %		
З газами	46,9	0
З конденсатом	14,1	12,8
З пилом	4,4	10,5
з утіканнями	34,7	76,7

Основні потоки стічних вод (табл. 8.10):

- води варильного, промивного, очисного цехів, що містять сульфітний варильний розчин, волокно, кислі солі сульфіту натрію або кальцію, мурашину, оцтову кислоти, метанол, фурфурол, формальдегід;
- кислі стічні води кислотних цехів;
- стічні води вибільних і сушильних цехів.

Таблиця 8.10

Характеристика стічних вод сульфітцелюлозного виробництва

Цехи	Норма водовідведення, м ³ /т целюлози	Завислі речовини, мг/дм ³	pH	Сухий залишок, мг/дм ³
Варильний	70-135	100-150	3,5	3100
Вибільний	63	350	2-10	9000
Кислотний	5	-	1-2	4400
Сушильний	11	75	4,5-6,0	2300

У варильному цеху в атмосферу викидаються гази, що містять SO₂ (близько 0,2%). Обсяги викидів – 30м³/т целюлози. У кислотному цеху викиди щ містять SO₂ (через нещільності устаткування) і аерозоль H₂SO₄ (об'єм – 300-400м³/т целюлози).

Цех білильних розчинів та вибільний цех присутні в обох способах виробництва целюлози. Через витяжні труби вибільних веж, вакуум-фільтрів, абсорберів для готування розчинів та баків для збереження готових розчинів в атмосферу потрапляють Cl₂, Cl₂, HCl, SO₂, луг.

8.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу лісопромислового комплексу на довкілля та його попередження, нові екологічно безпечні технології

Для охорони повітряного басейну від забруднення газовими викидами необхідне встановлення сучасного газоочисного обладнання, попередження забруднення гідросфери здійснюється шляхом встановлення ефективних установок очищення стоків.

Основними напрямками ресурсозбереження в лісовій промисловості є раціональне використання деревини, а також розширення використання та переробки відходів деревини як заміника ділової деревини. Це дозволяє досягнути значного екологічного ефекту, який полягає в скороченні вирубаних лісових площ, збереженні природного середовища тощо.

Основною проблемою лісової промисловості є безконтрольна вирубка лісів та необхідність скорочення втрат деревинної сировини в процесі заготовки та переробки. Мається на увазі зниження об'ємів утворених відходів, а також ліквідація недорубів та втрат заготовленої деревини від несвоєчасного вивезення, недосконалих методів транспортування тощо.

Проблема раціонального використання відходів у зв'язку із зростаючими масштабами виробництва в лісопромисловому комплексі займає чільне місце в системі ресурсозбереження. Перспективним напрямком використання твердих відходів лісопильно-деревопереробного виробництва є переробка їх на технологічну тріску для целюлозно-паперової промисловості, виробництва деревних плит та гідролізу. Другим перспективним напрямком використання великих кускових відходів є виготовлення клеєної пилопродукції.

Дрібні кускові відходи у всіх випадках доцільно переробляти на технологічну тирсу. Стружка широко використовується як пакувальний матеріал та під час виробництва деревостружкових плит. Тирса використовується ще не повністю. Частково використовується в гідролізному виробництві, виробництві деревної муки, деревостружкових плит та як паливо. Перспективним є також використання тирси та стружки у виробництві будівельних матеріалів (арболітів, ксилолітів, деревобетонів). Деревну кору та тирсу після відповідної обробки, можна ефективно використовувати як комплексні добрива в сільському та лісовому господарстві.

Всі види відходів лісопильно-деревобробного виробництва можна використовувати для хімічної переробки (для гідролізу, сухої перегонки, газифікації). Але основна частина відходів, яка за різними даними становить до 40% (а це переважно тирса, стружка та кора), не використовується в технологічних цілях та може бути використана як паливо. Розширене їх виробництво стримує низька транспортабельність та складність під час дозування та зберігання. Покращити ці властивості можна шляхом їх гранулювання.

На рис.8.3 наведені основні галузі використання деревних відходів.

8.4.1. Використання відходів деревини у виробництві біопалива. Біомаса є четвертим за значенням паливом в світі і замінює сьогодні 1250 млн т

умовного палива енергії. Вона становить приблизно 15% первинних енергоносіїв у світі. Перевагою біомаси як палива є:

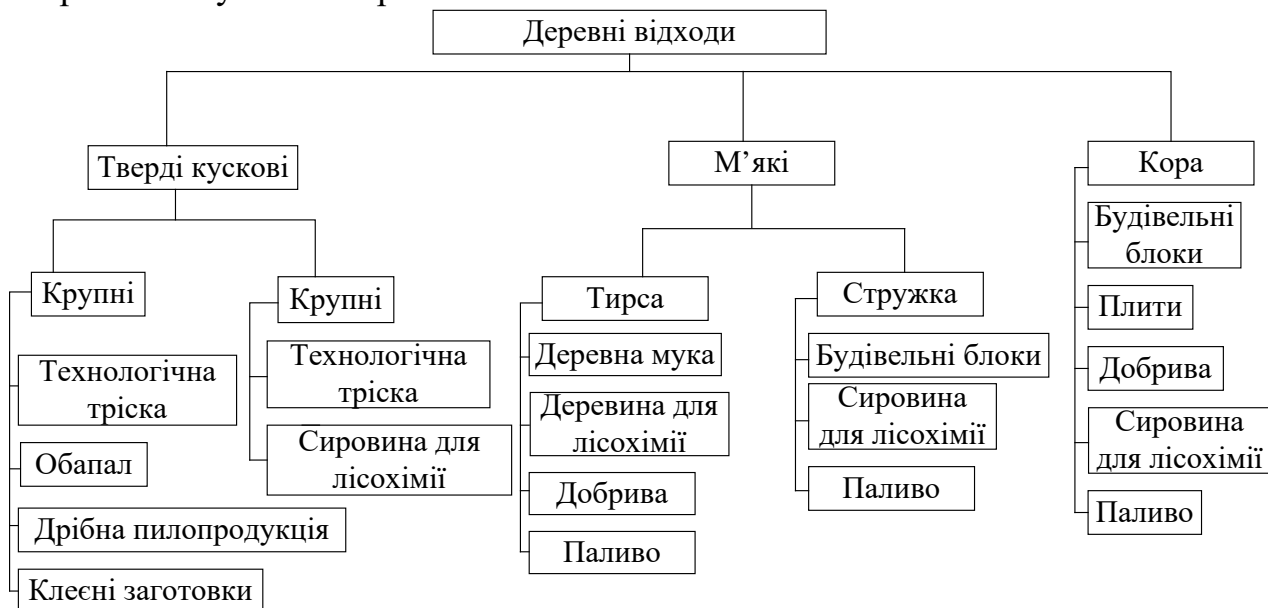


Рис.8.3. Галузі використання деревних відходів.

- відновлювальний характер;
- низька зольність;
- незначна кількість викидів;
- збереження рівноваги вуглекислого газу в атмосфері.

Енергетичні продукти переробки біомаси можуть використовуватися в звичайних енергетичних установках, виступаючи як традиційне паливо. Одним із поширених видів біомаси органічного походження є деревина. Під час розкладу на основні енергетичні елементи, які знаходяться в деревині, отримуємо приблизно 50% вуглецю, 6% водню та 44% кисню. Теплотворна здатність деревини становить від 14 до 17 МДж/кг. На сьогодні світові запаси деревини становлять $360 \cdot 10^9$ м³, що майже відповідає енергетичному вмісту $175 \cdot 10^9$ т умовного палива.

Щорічний обсяг заготовлення деревини в Україні становить 10308,7 тис м³, з них 7300 тис м³ (4391,5 тис т) не використовують, і їх можна застосувати для виробництва теплової енергії. Зараз незначна частина їх використовується як паливо для обігріву виробничих та житлових будівель, а основна частина в кращому випадку вивозиться на звалища, а в гіршому – висипається біля підприємства. Це призводить до несанкціонованих звалищ, які у вітряну погоду забруднюють атмосферу. Під час такого “захоронення” деревина починає розкладатись із виділенням парникових газів, а також приманює комах. А це в свою чергу може стати джерелом хвороб.

Під час переробки деревини на різних технологічних етапах, утворюється така кількість відходів:

- 13% - під час заготовки лісу (як правило, залишаються в лісі та не враховуються під час визначення валової кількості заготовленої деревини);

- 30% - під час розпилювання кругляка на пиломатеріали (продається населенню для використання як паливо);
- 35% - під час виготовлення готових виробів з пиломатеріалів;

60% - від утворених відходів деревини використовуються іншими секторами економіки (виробництвом деревоволокнистої плити, паперовою промисловістю). Єдиний шлях для повної утилізації утворених відходів є використання невикористаної їх частини як палива. Але під час використання такого матеріалу виникають незручності пов'язані із його транспортуванням, дозуванням та зберіганням. Одним із перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є процес гранулювання. Гранулювання полягає в отриманні гранул, в яких за умов мінімального об'єму концентрується максимальна кількість деревної речовини, що суттєво підвищує їх корисні властивості, зокрема теплоутворюючі. Завдяки цьому також зменшується ємність для транспортування та зберігання. Необхідною умовою гранулювання є вміст у його складі певної частки в'язучого, що забезпечується або витискуванням лігніну із деревної маси шляхом створення високих тисків гранулювання, або внесенням цього в'язучого в композицію гранули. Як в'язуче, яке вноситься в композицію гранули, можна використати відходи целюлозно-паперового виробництва - сульфатне мило. Сульфатне мило утворюється під час виробництва паперової продукції із деревини. Відходи накопичуються у шламовідстійниках та забруднюють водне середовище.

Загалом, за умови розвиненої системи збору та утилізації біомаси, можна в значній мірі економити традиційне паливо, а також зменшити навантаження на природне середовище в цілому.

8.4.2. Використання відходів целюлозного виробництва у гідролізному виробництві. Гідролізна промисловість займається мікробіологічною переробкою деревини. Основна її продукція — етиловий спирт, необхідний для виробництва синтетичного каучуку, кормові дріжджі, фурфурол, тверда вуглекислота (сухий лід) та інше.

В процесі виробництва целюлози в рідку фазу переходять лігнін та геміцелюлози. Тому відходи целюлозної промисловості (рідкі і деревні) використовують для виробництва цільових (кінцевих) продуктів.

З розчинів моносахарів, отриманих у результаті гідролізу деревини чи виробництва целюлози, одержують сорбіт, ксиліт, спирти (одно- і багатоатомні), білки і вітаміни.

Виробництво етилового спирту складається з 3-х стадій:

- підготовка сульфатного розчину до шумування (продувка повітрям, нейтралізація кислот, охолодження);
- зброджування розчину на спирт (з побіжним одержанням CO₂ у вигляді товарного продукту);
- перегонка отриманої бражки для одержання спирту.

Для проходження процесу шумування необхідні N- і P-вмісні речовини. Їх вводять у вигляді (NH₄)₂SO₄ – 20 кг/100м³ розчину і суперфосфату – 20 - 25 кг/100 м³ розчину.

Під дією дріжджів розчин зброджується за загальним рівнянням:



В результаті реалізації реакції отримують бражку – низькопроцентний водяний розчин спирту (0,5 - 1,3%). Його переганяють з одержанням спирту-сирцю, у якому містяться метанол, ефіри, альдегіди, органічні кислоти, сивушні олії (основні компоненти) та продукти специфічного дріжджового розпаду білків – ізоаміловий (основний токсикант і причина запаху), аміловий та ізобутиловий спирти).

Наступна розгонка спирту-сирцю дає 4 продукти:

- технічний спирт,
- ефірно-альдегідну фракцію,
- метанольну фракцію,
- сивушні олії.

В процесі розгонки нелетучих розчинених речовин (невикористані під час шумування цукор, дріжджі, мінеральні речовини) залишаються у водяному розчині, що відходить - сульфітно-спиртовій барді.

8.4.3. Використання відходів целюлозної промисловості у виробництві дріжджів та антибіотиків. З відходів спиртового виробництва одержують дріжджі та антибіотики ферментативним синтезом з використанням мікроорганізмів. Процес одержання дріжджів та білково-вітамінних концентратів складається із:

- підготовки барди (нейтралізація, очищення, збагачення N- і P-вмісних речовин, охолодження);
- вирощування дріжджів (одержання білка);
- відділення продукту та його сушіння.

Мікроорганізми, що розмножуються, переробляють розчинені органічні речовини. Накопичується 60 - 70% дріжджової (білкової) маси від кількості речовин, що переробляються. Отримані дріжджі містять до 50% засвоєного білка, вітаміни і всі життєво необхідні амінокислоти. Вміст вітамінів можна підвищувати підбором штамів мікроорганізмів та зміною умов їхнього вирощування (наприклад, опромінення дріжджів УФ-промінням приводить до збагачення їх вітаміном D).

Вихід дріжджової маси – 3,5-4 кг/м³ барди.

Найбільш забрудненим потоком стічних вод гідролісної промисловості є післядріжджова бражка. Вона містить 85 - 95% усіх забруднюючих речовин.

До складу атмосферних викидів гідролісної промисловості входять: фурфурол, метанол, органічні та мінеральні кислоти, аміак, деревний та дріжджовий пил, лігнін.

Істотним джерелом забруднення повітря дріжджовим пилом є викиди від дріжджовирощувальних апаратів та сушарок. У 1 м³ парогазової суміші, що відводиться від дріжджовирощувальних апаратів, міститься 10⁵-10⁸ дріжджових кліток, 0,9-1,8мг/м³ кислоти, CO₂. В процесі вироблення 1т дріжджів в атмосферу викидаються 45-50тис.м³ пароповітряної суміші. Викид в атмосферу дріжджового пилу від сушарок досягає 20кг/год із запиленістю від 0,1 до 0,5г/см³.

8.4.4. Використання відходів целюлозного виробництва у лісохімічній промисловості. Лісохімічна промисловість поєднує виробництва, що займаються хімічною переробкою деревини, випускає більше 80 видів продукції, у тому числі деревне вугілля, фенольні продукти, каніфоль, скипидар, ацетон, оцтову кислоту, формалін.

Піроліз деревини – нагрівання деревини до 400-500°C без доступу повітря в печах безупинної чи періодичної дії. Вихід продукції:

- 32 - 38% деревного активного вугілля,
- 14 - 15% газоподібного палива,
- 16 - 20% смоли (феноли, розчинники, скипидар, олії),
- 3 - 7% оцтової кислоти,
- 1 - 2% метилового спирту,
- до 1% ацетону.

Контрольні питання

1. Структура лісопромислового комплексу та характеристика його галузей.
2. Яку основну продукцію випускає деревообробна промисловість?
3. Які основні групи виробництв об'єднує деревообробна промисловість?
4. Дайте характеристику целюлозно-паперової промисловості.
5. Які три способи варіння целюлози використовують в целюлозно-паперовій промисловості?
6. Дайте характеристику паперу як продукту.
7. Охарактеризуйте основні хімічні способи одержання паперу.
8. Охарактеризуйте ліс як основний ресурс, що використовується лісопромисловим комплексом.
9. Який негативний вплив на довкілля створює лісопильно-деревопереробна промисловість?
10. Охарактеризуйте негативний вплив целюлозно-паперової промисловості на атмосферу.
11. Вплив целюлозно-паперової промисловості на гідросферу.
12. Приведіть класифікацію галузей використання деревних відходів.
13. Як використовуються відходи деревини у виробництві біопалива?
14. Використання відходів целюлозного виробництва у гідролізному виробництві.
15. Використання відходів целюлозного виробництва у виробництві дріжджів та антибіотиків.

Розділ 9. АГРАРНОПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС (АПК)



- 9.1. Загальна характеристика АПК
- 9.2. Використовувані АПК ресурси
- 9.3. Вплив АПК на довкілля
- 9.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу агропромислового комплексу на навколишнє середовище та його попередження
- 9.5. Нові екологічно безпечні агротехнології

9.1. Загальна характеристика АПК

Склад та особливості. Агропромисловий комплекс – це складова частина національного господарства, що об'єднує ряд сільськогосподарських, промислових, науково-виробничих, навчальних та інших підприємств. Діяльність АПК спрямована на одержання, транспортування, зберігання, переробку та реалізацію сільськогосподарської продукції.

До складу АПК входять три взаємопов'язані ланки:

- галузі, що виготовляють засоби виробництва для АПК;
- сільське господарство (рослинництво і тваринництво);
- переробні галузі, які здійснюють збереження, переробку та реалізацію сільськогосподарської продукції (рис. 9.1).



Рис. 9.1. Структура АПК.

Лише за умов збалансованої взаємодії всіх трьох ланок досягається позитивний кінцевий результат роботи АПК – його продукція буде задовольняти потреби споживачів і може бути конкурентоспроможною.

Роль агропромислового комплексу (АПК) в економіці важко переоцінити, адже від рівня розвитку його сфер та збалансованого функціонування залежить забезпеченість потреб населення у основних видах продуктів харчування відповідно до фізіологічних норм споживання, добробуту населення, а також обсяг поставок на ринок. Сучасний стан АПК України характеризується глибокою кризою, зумовленою як факторами загальноекономічного характеру, так і недоліками аграрної політики.

Функціональна структура АПК України має ряд диспропорцій:

- низький рівень механізації;
- висока частка малопродуктивної ручної праці;
- монополія держави щодо забезпечення сільськогосподарських підприємств технікою та мінеральними добривами;
- незначна державна підтримка у фінансуванні і кредитуванні основних технологічних операцій, формуванні закупівельних цін тощо;
- значні втрати при збиранні, транспортуванні та зберіганні продукції;
- несприйнятливність до науково-технічного прогресу і сучасних екологічно-безпечних технологій.

У таблиці 9.1 наведені дані виробництва найважливіших видів продукції галузей сільського господарства за 1990-2011 роки та перспектива і прогноз на 2013 рік.

Таблиця 9.1

Виробництва найважливіших видів продукції галузей сільського господарства, тис. тонн

Види сільськогосподарської продукції	1990	2000	2010	2011	2013-прогноз
Зерно, всього	50963	35339	39 300	56700	45000
Цукровий буряк	44262	13199	14700	18000	15600
Соняшник	2569	2800	7020	8670	9400
Картопля	16732	17300	18000	24300	19400
Овочі	6666	5142	5880	6400	6200
Плоди і ягоди	2903	1153	1897	1700	2150
Виноград	837	394	457	440	490
М'ясо ВРХ	2800	2367	2219	2300	2180
Свинина	1536	1104	1002	1500	1300
Баранина	96	76	61	50	55
Птиця	782	337	275	700	820
Яйця, млн. шт	16287	15400	16900	18700	19500
Молоко	24511	18138	17274	11100	12000

В цілому АПК України має значні можливості для збільшення виробництва рослинницької та тваринницької продукції. Слід звернути особливу увагу на впровадження нових форм господарювання на селі та поширення сучасних

технологій зберігання та переробки сільгосппродукції. Оновлення потребують також засоби виробництва, що обслуговують АПК.

У зв'язку з багатими земельними ресурсами та сприятливими агрокліматичними умовами сільське господарство є однією з провідних галузей матеріального виробництва України. Це одна з найстаріших галузей виробництва – в ній зайнято майже 22% працюючого населення України. Сільське господарство включає дві взаємопов'язані галузі:

1. *Рослинництво* (землеробство) – займається вирощуванням сільськогосподарських культур.
2. *Тваринництво* – вирощування свійських тварин для одержання продуктів харчування та сировини для харчової та легкої промисловості.

Під час економічних реформ з'явилися нові форми власності на селі та нові типи сільськогосподарських підприємств:

- *фермерство* засноване на приватній власності;
- *агрофірми* та *агрокомбінати* – на приватно-кооперативній;
- *орендні підприємства*.

За умов будь-якої форми власності можна говорити про два шляхи розвитку сільськогосподарського виробництва: *екстенсивний* та *інтенсивний*.

Для *екстенсивного виробництва* характерне кількісне збільшення продукції за незмінної (часто низької) якості за рахунок розширення посівних площ та залучення додаткових трудових ресурсів.

Інтенсивне ведення сільського господарства дозволяє за умов сталої кількості трудових ресурсів та площ угідь підвищувати як кількість, так і якість продукції. Сприяти цьому повинні значні капіталовкладення у механізацію, електрифікацію та хімізацію сільського господарства, широке залучення досягнень науки, що дозволить створювати нові, більш урожайні сорти рослин та вирощувати нові, більш продуктивні породи тварин. Однією з умов виходу сільського господарства України з кризи є його переведення на інтенсивний шлях розвитку.

Сільське господарство України має цілий ряд проблем, що потребують негайного вирішення. Основними з них є низький рівень механізації виробництва, застаріла техніка, яка є матеріаломісткою та енерговитратною; висока частка ручної праці (до 70% всіх технологічних процесів) та ін.

Рослинництво включає в себе такі галузі як рільництво (вирощування переважно однорічних культур); садівництво та виноградарство, де культивують багаторічні рослини (рис. 9.2). У рільництві вирощують зернові, технічні, бульбоплідні, овоче-баштанні та кормові культури.

В останні роки в Україні дещо скоротилися площі під зерновими та овоче-баштанними культурами, у той час як зросли під кормовими та технічними. Частка ріллі в загальній площі сільськогосподарських угідь складає 79%., що є одним з найвищих показників у світі.

Розміщення на певній території культурних рослин залежить від їх екологічних особливостей: потреби у теплі, волозі та якісних ґрунтах. Рослини, що невибагливі до ґрунтів та тепла, але потребують багато вологи, вирощують

на Поліссі. Посухостійкі та теплолюбні культури, що потребують родючих ґрунтів – у зоні Степу та Лісостепу.

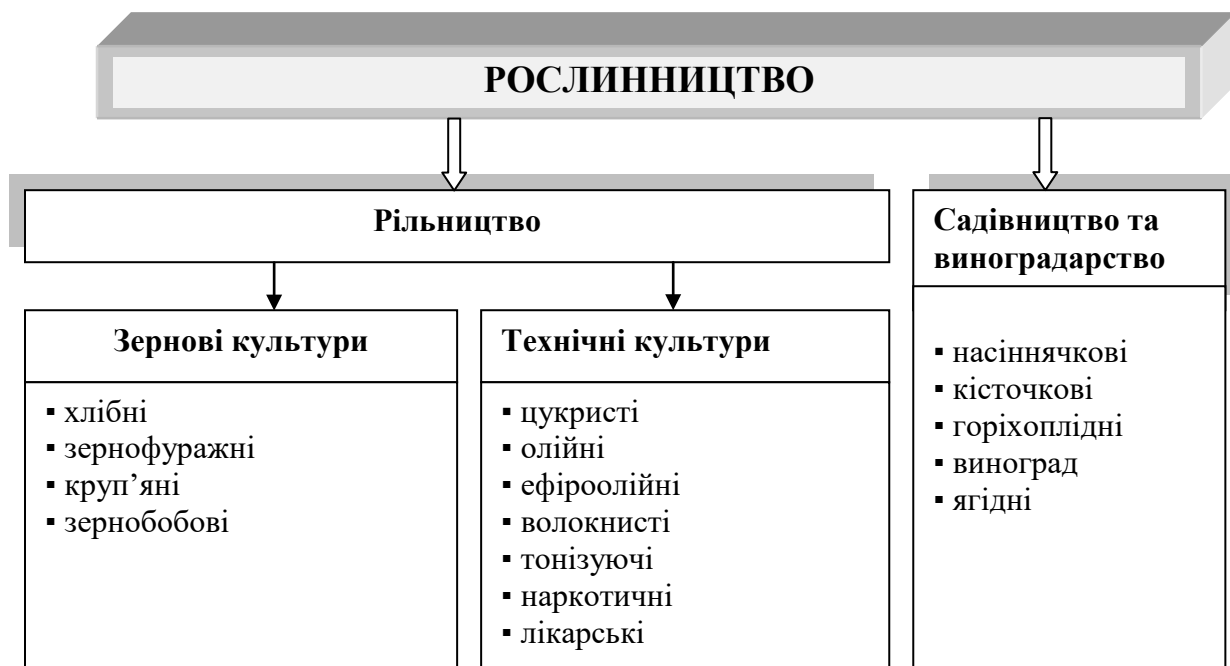


Рис. 9.2. Спрощена структура рослинництва

Головною зерновою культурою України є озима пшениця, що має середню врожайність 35 ц/га (у країнах ЄС середня врожайність пшениці близько 60 ц/га). Головними районами зернового господарства в Україні є Лісостеп та Степ. Тут вирощують озиму пшеницю, ячмінь, сою, кукурудзу, просо, квасолю. На зрошених землях, у степовій частині України, росте рис та соя. На Поліссі серед зернових поширені озиме жито, гречка, горох та віка.

Технічні культури України є досить різноманітними. Це і цукристі (цукрові буряки), олійні (соняшник), ефіроолійні (м'ята, лаванда, троянда), волокнисті (льон-довгунець), тонізуючі (хміль), лікарські та інші групи культур. Україна відзначається найбільшими у Європі площами під цукровими буряками і є одним із провідних експортерів цукру на світовому ринку. Також Україна відома в Європі найбільшими площами, відведеними під хміль, що використовується у пивоварній промисловості.

Льон-довгунець та хміль культивують на Поліссі. Найбільші площі під цукровими буряками зайняті у Вінницькій, Тернопільській, Черкаській та Хмельницькій областях. Основною олійною культурою в Україні є соняшник, район вирощування – степова зона. Тютюн та махорку здебільшого вирощують у степовій та лісостеповій зонах. Серед ефіроолійних, м'яту та фенхель вирощують у лісостепах, а олійну троянду та лаванду – у Криму. Картопля є невибагливою до умов вирощування культурою, тому в Україні її вирощують скрізь. Але найбільші площі під картоплею знаходяться на Поліссі та Лісостеповій зоні. В Україні культивують понад 40 видів овочевих культур: огірки, помідори, цибуля, морква, капуста та інші. Ця продукція є

нетранспортабельною, тому вирощується поблизу споживача, у приміських господарствах. Тут значно поширене тепличне господарство, яке дає ранні овочі. З баштанних культур на півдні вирощують кавуни та дині. Гарбузи, кабачки, патисони ростуть у різних ґрунтово-кліматичних зонах.

Садівництво поширене в усіх природних зонах України. Але окремі регіони спеціалізуються на вирощуванні різних плодових рослин. Розрізняють такі групи садових культур:

- насінневі (яблуни, груші, айва);
- кісточкові (слива, вишня, черешня, абрикос, персик);
- горіхоплідні (волоський горіх, ліщина, мигдаль).

Основні масиви яблунь та груш поширені на Поліссі та у лісостепу. Теплолюбну айву вирощують у степовій зоні. Волоський горіх культивують у степовій та лісостепових зонах, ліщину на Поліссі, мигдаль в Криму.

Виноградарство поширене переважно на півдні та заході України. Більш 90% товарного винограду вирощують в Криму та Одеській, Миколаївській, Херсонській, Закарпатській областях. У 80-х роках ХХ ст. на півдні України було знищено великі площі виноградників – загальна площа їх скоротилася майже в 5 разів. У теперішній час відбувається їх інтенсивне відновлення на старих територіях. Виноград використовується для виробництва соків, родзинок та вин.

Промислові ягідні насадження зосереджені переважно навколо великих міст. Ця продукція швидко псується, тому зорієнтована на споживача.

До основних технологічних процесів у рослинництві відносяться: обробіток ґрунту, удобрення сільгоспкультур, боротьба з бур'янами, меліорація, осушення, збір врожаю.

Обробіток ґрунту здійснюють робочими органами ґрунтообробних машин та відповідних знарядь для забезпечення оптимальних умов для вирощування сільгоспкультур.

Розпушування ґрунту змінює загальну рихлість, збільшує пористість та аерацію, покращує водо- та повітропроникність, посилює мікробіологічну діяльність. Виконується під час технологічних операцій оранки, дискування, фрезерування і культивування відповідними машинно-тракторними агрегатами. Ґрунт обробляють плугами, фрезами, боронами та плоскорізами.

Технологічне ущільнення ґрунту здійснюють для збереження вологи і руйнування брил, що у свою чергу приводить до більш тісного розміщення ґрунтових агрегатів, збільшується капілярна пористість, ґрунт швидше прогрівається. Передпосівне ущільнення сприяє рівномірному розподілу насіння по глибині, післяпосівне – кращому контакту його з ґрунтовими частинками, внаслідок чого насіння дає дружні, більш ранні сходи. Покращуються умови догляду за посівами, обробіток у боротьбі з бур'янами та збирання врожаю.

Для усунення надмірної вологи, покращення режиму на поверхні ґрунту грядостворювачами роблять гряди. Після основного обробітку на поверхні ґрунту нарізають борозни.

Сучасні технології, передбачають мінімальний обробіток ґрунту:

- заміна оранки лущенням чи плоскорізним розпушуванням;

- зменшення глибини основного обробітку ґрунту;
- зменшення інтенсивності передпосівного обробітку;
- скорочення числа та глибини обробітків міжрядь для просапних культур і навіть відмова від них;
- поєднання технологій шляхом застосування комбінованих машин.

Ефект від поєднання технологічних операцій полягає в тому, що ґрунт менше ущільнюється та розпилюється; підвищується його стійкість до ерозії; оптимально використовується час; поєднуються агротехнічні прийоми для боротьби з втратами ґрунтової вологи; скорочується споживання паливно-мастильних матеріалів, техніки, коштів, значно заощаджується робоча сила.

Існує два способи внесення добрив: поверхневий та місцевий. Внесення добрив поділяють на основне (допосівне), припосівне та післяпосівне (підживлення). Поверхнєве внесення добрив передбачає розкидання добрив на поверхні поля, у випадку локального внесення добрива розміщують в шарі ґрунту, де розміщується коренева система сільськогосподарських культур. Основне внесення добрив – добрива вносять до посіву з розрахунку 0,6 - 0,75 загальної дози. Воно забезпечує рослини елементами живлення протягом всього вегетаційного періоду і покращує фізико-хімічні властивості ґрунту. Припосівне внесення добрив забезпечує рослини елементами живлення у початковій фазі розвитку. Вносять його під час посадки у рядки чи стрічковим методом. Легкозасвоювані добрива вносять в період максимального споживання певного елемента живлення (післяпосівне внесення добрив), щоб посилити живлення в критичні фази розвитку рослин та покращити якість сільськогосподарської продукції. Підвищені дози добрив, порушення технології їх внесення негативно впливають на навколишнє середовище.

Бур'яни сприяють посиленому розмноженню багатьох шкідників та розвитку хвороб. Прикладом можуть бути хрестоцвіті блішки, капустяна попелиця, злакові мухи, озима совка, лучний метелик. Бур'яни знижують врожайність сільськогосподарських культур на 45 - 66%. Основними методами боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур є застосування відповідних режимів обробки ґрунту та застосування пестицидів (гербіцидів, фунгіцидів та акарофунгіцидів). Найважливішою ланкою проблем різкого зменшення обсягів застосування гербіцидів на просапних культурах є відповідне дотримання технології обробітку ґрунту після попередньої культури залежно від типу забур'яненості ґрунту, по типу напівпару.

Хімічна меліорація ґрунту. Вапнування – прийом докорінного покращення кислих ґрунтів у результаті збагачення кальцієм. Вапнування потребують рілля, сінокоси та пасовища підзолистих і червоноземних ґрунтів. Його проводять один раз в 5 років. Гіпсування (внесення гіпсу) – використовують для солонцюватих ґрунтів, які характеризуються великою кількістю натрію та лужною реакцією ґрунтового розчину.

Гідромеліорація. Застосовують три основних способи зрошення: поверхневий, дощування, підґрунтовий. Поверхнєве зрошення – це розподіл води поверхнею поля та надходження її в ґрунт. Розрізняють поливи борознами, пуск смугами та затоплення чеків. Зрошення дощуванням проводять за

допомогою спеціальних машин та установок, що розпилюють поливну воду у вигляді дощу. Порівняно з поверхневим зрошенням воно має такі переваги: збільшує коефіцієнт земельного використання на 3 – 5%; забезпечує механізацію всіх сільськогосподарських робіт, виконання їх у стислі строки; створює умови для регулювання поливної норми; дає можливість поливати ділянки з великими ухилами та складним мікрорельєфом; покращує мікроклімат, підвищує родючість ґрунту і врожай сільськогосподарських культур за менших (на 15 - 30%) затрат води. У випадку підґрунтового зрошення воду трубами-зволожувачами подають безпосередньо у шар ґрунту, де знаходяться корені рослин. Таке зрошення можливе лише на ґрунтах з добрими капілярними властивостями. У результаті підґрунтового зрошення безперервно підтримується вологість ґрунту; зростає врожайність культур, зберігається структура ґрунту, відсутня ґрунтова кірка.

Осушення. Якщо вода займає більшу частину пор ґрунту і вміст повітря складає менше 20% від їх об'єму, то в ґрунті створюються анаеробні умови, що знижують його родючість. Для відведення надлишку поверхневих та атмосферних вод, які надходять з водозбору, застосовують відкриту осушувальну систему. Вона складається з каналів та водоприймача. Канали займають до 15–20% відкритої площі і ускладнюють роботу техніки. Вони швидко руйнуються, заростають бур'янами і тому вимагають дуже великих експлуатаційних затрат. Дренаж, або закрита осушувальна система здійснюється за допомогою керамічних чи пластмасових труб. Вода в дренажі надходить крізь стінки, які мають водоприймальний отвір, захищений фільтром. Дрени закладають на глибину 1–1,1 м.

Тваринництво. Тваринництво України включає кілька галузей виробництва. Найбільш важливими серед них є скотарство, свинарство, птахівництво, вівчарство. Структуру, розміщення та спеціалізацію тваринництва визначає кормова база. Головними джерелами відгодівлі свійських тварин є кормові рослини (конюшина, люпин, люцерна, кукурудза на силос, кормові буряки, соя), зернофуражні культури, природні угіддя (луки та пасовища). У приміських зонах відгодівля тварин здійснюється на основі відходів харчової промисловості (сироватка, жом тощо) та продовольчих відходів міст.

Скотарство займається розведенням великої рогатої худоби. Залежно від виробленої продукції в ньому виділяють кілька напрямів: молочний, молочно-м'ясний, м'ясо-молочний, м'ясний. Певний напрям скотарства визначається породою худоби та кормовою базою. Молочне та молочно-м'ясне розміщені у приміських зонах з орієнтацією на споживача. У степовій зоні розвивається м'ясо-молочний та м'ясний напрями скотарства.

Свинарство дає більше третини загального виробництва м'яса. Розміщується воно повсюдно з найбільшою концентрацією у приміських зонах, що зумовлено характером кормової бази. Розрізняють такі напрями свинарства: сальний, м'ясо-сальний, беконний.

Птахівництво є інтенсивно-перспективною галуззю, що орієнтується на споживача та розвивається у передмістях. Саме ця галузь є найбільш механізованою в Україні. Основною продукцією птахівництва є м'ясо, яйця,

пир'я, пух. У поголів'ї переважають кури. Вони мають такі напрями: яйценосний, бройлерний, загального користування (змішаний), декоративний. Також розводять качок, індиків, гусей, страусів Ему, перепілок та фазанів.

Вівчарство набуло поширення переважно в гірських та степових районах на природних пасовищах. Основними напрямками вівчарства в Україні є: тонкорунне та напівтонкорунне, м'ясо-вовняне, овчино-шубне.

Рибне господарство України представлене ставковим та річковим рибництвом (тобто розведенням і виловом промислово цінних видів риб: коропа, ляща, форелі) та рибальством.

Певну роль у тваринництві відіграють бджільництво, шовківництво, кролівництво, хутрове звірівництво, конярство.

Технологія у тваринництві передбачає сукупність процесів та операцій розмноження та утримання тварин, спрямованих на одержання якомога більшої кількості дешевої та доброякісної продукції.

У скотарстві розрізняють два основні способи утримання худоби чи тварин: прив'язний і безприв'язний, останній поділяють на вільно-вигульне (утримання на глибокій підстилці), безприв'язно-боксове, комбібоксове. Взимку тварини знаходяться у приміщеннях, їх випускають лише на прогулянки. У літній час застосовують різні форми утримання корів з використанням зеленого корму пасовищ та сіяних культур. Пасовищне утримання економічно вигідне і корисне для здоров'я тварин. Прив'язне утримання має свої переваги: постійне місце годування, напування, відпочинку та доїння, індивідуальний підхід до годівлі. Недоліки: малопродуктивна ручна праця. Безприв'язне утримання корів вимагає дотримання технологічної дисципліни та підвищення витрат кормів. У кормоцехах передбачаються такі технологічні лінії:

- прийому та дозованого вивантаження з накопичувальних бункерів дозаторів вихідних кормових компонентів, подрібненого грубого корму, сінажу, силосу, концентратів;
- прийому, миття, подрібнення та дозованої видачі коренеплодів;
- приготування та дозованої видачі макро- та мікродомішок;
- подачі компонентів на змішування;
- змішування компонентів з додатковим подрібненням;
- подачі готової суміші у роздавач.

Розрізняють такі групи корів: тільні сухостійні корови, дійні корови у зимовий період, ремонтний молодняк, телята у молозивний період, телиці у молочний період, телиці у післямолочний період, нетелі. До великої рогатої худоби також відносяться племенні бики та воли.

Ступінь реалізації генетичного потенціалу тварин визначається рівнем їх енергетичного живлення як основного показника повноцінності раціону. Підвищення цього рівня в раціонах корів сприяє збільшенню молочної продуктивності корів та зниженню витрат кормів (кормових одиниць) на одиницю продукції. Одержаний приплід від корів дослідних груп має вищу енергію росту. Підвищена енергетична цінність кормів сприяє кращому збереженню живої маси та перерозподілу спожитої енергії на користь

нагромадження запасів поживних речовин в організмі, які в подальшому використовуються на утворення молока та м'яса.

Кормові групи корів називають класами годівлі. До одного класу годівлі відносять тих корів, потреба яких у поживних речовинах однакова. Годівлю за класами проводять на основі середнього на групу удою за останнє контрольне доїння. Індивідуальну потребу худоби задовольняють додатковим згодовуванням комбікорму під час доїння.

Поряд з оптимальним енергетичним рівнем годівлі тварин важливе значення має достатнє забезпечення їх протеїном та вуглеводами. У випадку нестачі протеїну в раціонах тварин спостерігаються нераціональні витрати кормів - збільшення їх витрат з розрахунку на одиницю продукції на 20 – 50%, зниження продуктивності тварин.

Велике значення в годівлі тварин, особливо жуйних, мають клітковина, цукор та крохмаль. Нестача або надлишок у раціоні легкоперетравних вуглеводів, а також неправильне їх співвідношення з протеїном зумовлюють порушення білкового та жирового обміну та ацидоз. Винятково важливе значення для здоров'я та продуктивності тварин мають кількість спожитої води, частота напувань, чергування годівлі та напування тварин. Споживання води залежить від виду, віку, продуктивності та використання тварин, а також від типу годівлі та якості води. Тваринам дають воду досхочу, не порушуючи звичного для них режиму напування. Молодому організму на 1 кг живої маси потрібно удвічі більше води, ніж дорослому. Об'єм випитої води залежить також від її якості. Експериментально встановлено середнє споживання води на кожний кілограм сухої речовини корму: для великої рогатої худоби 4 - 6 л, для свиней – 6 - 8 л, для коней – 2 - 3 і для овець – 2 л. Молодняк усіх видів тварин потребує води на 1 кг сухого корму значно більше – від 7 до 9 л. Посилене споживання води, яке не перевищує фізіологічних норм, не завдає шкоди організмові

Процес доїння поділяється на 3 періоди: латентний, інтенсивного виділення молока, гальмування молоковиділення. Технологія доїння передбачає: підготовчі операції безпосереднього доїння та заключні операції. До підготовчих відносяться: обмивання та обтирання вимені з одночасним масажем, здоювання перших цівок, надівання стаканів. Заключні операції включають: машинне додоювання, зняття доїльного апарата. Після всього цього дійки змащують антисептичною емульсією. На сучасних молочних фермах корів доять двічі на день. Причому, як правило, застосовується машинне вакуумне доїння. Молоко з доїльних апаратів безпосередньо потрапляє у цех первинної обробки, де воно охолоджується перед транспортуванням на молокозавод. На заводі молоко пастеризують та розливають для відправлення за призначенням. Решту використовують для одержання молочних продуктів – сиру, йогурту, кефіру, масла та ін. Сьогодні кожна молочна корова може дати надої молока від 6 000 до 9 000 л на рік, але за умови достатнього рівня утримання.

Відхід життєдіяльності тварин - гній після компостування стає перегноем, комплексним органічним добривом, яке включає практично всі поживні елементи, необхідні для росту рослин – азот, фосфор, калій, кальцій, магній,

сірку, а також мікроелементи – марганець, мідь, бор, залізо, молібден, кобальт та інші. Окрім того, перегній позитивно впливає на фізичні та біологічні властивості ґрунту. Внесення перегною – це надійний спосіб збагачення ґрунту органічною речовиною, яка, перетворюючись у гумус, збільшує ґрунтовий вбираючий комплекс та посилює буферні властивості ґрунту. Нагромадження та ефективне використання перегною для удобрення полів має важливе господарське значення. Для видалення та транспортування гною на тваринницьких фермах застосовуються різні механічні способи з використанням мобільних та стаціонарних машин як з частковою, так і повною автоматизацією. Вибір технологічної схеми залежить від способу утримання тварин, типу годівлі, конструкції приміщень, природно-кліматичних умов та виробничих можливостей господарства.

Інтенсивна технологія виробництва яловичини в молочному скотарстві включає три періоди: вирощування телят, дорощування та відгодівлю молодняка. Перший період включає молочну і післямолочну фази. Існують також інтенсивна технологія дорощування та відгодівлі молодняка, а також кінцевої відгодівлі. Технологія середньоінтенсивного вирощування передбачає підготовку молодняка до забою у віці 17-18 місяців з живою масою 450-470 кг. Технологічний процес поділяють на три періоди: вирощування телят в молочний період (до 4 - 6 місяців віку), дорощування і відгодівля молодняка до одержання запланованої кінцевої живої маси .

Технологія виробництва яловичини у м'ясному скотарстві включає три основні виробничі ланки: репродукція і вирощування м'ясних телят методом підсосу, вирощування ремонтного молодняка, дорощування і відгодівля понадремонтного молодняка. Перша система ґрунтується на максимальному використанні пасовищ, а друга – на стійловому утриманні.

Харчова промисловість. Харчова промисловість об'єднує близько 40 галузей, які виробляють продукти харчування, а також мило, тютюнові вироби. Основними галузями, що використовують продукцію рослинництва в Україні, є цукрова, олійна, плодоовочева, борошномельна. Тваринницьку сировину переробляють м'ясна та молочна галузі промисловості. Важливе значення має рибна промисловість.

Виробничі особливості харчової промисловості зумовлюють те, що визначальну роль для розміщення підприємств галузі має сировина та споживач. Окремі підгалузі за чинниками розміщення можна об'єднати у три групи. До першої належать ті, які тяжіють до джерел сировини (цукрова, олійна, рибна, спиртова, плодово- та овочеконсервна). Це зумовлюється тим, що вони використовують малотранспортабельну сировину, яка швидко псується, а також ту, яку споживають у великій кількості. Галузі, в яких затрати на перевезення готової продукції більші, ніж на транспортування сировини, орієнтуються на споживача і розміщуються в місцях великого скупчення населення (хлібопекарська, кондитерська, пивоварна, винно-горілчана та ін.). М'ясна, борошномельна, тютюнова галузі мають подвійну орієнтацію: на сировину та споживача.

Підприємства **борошномельної промисловості** зосереджені здебільшого у великих містах (Києві, Одесі, Харкові, Дніпропетровську та ін.), тобто орієнтуються на споживача та транспортні шляхи. Борошно використовується у хлібопекарській, макаронній, кондитерській галузях, для розміщення яких також вирішальне значення має близькість до споживача.

Важливе місце у харчовій промисловості посідає **цукрова промисловість**. В Україні сформувався один із найбільших у світі районів виробництва та переробки цукрових буряків. Підприємства цукрової промисловості розміщені переважно в лісостеповій зоні та суміжних з нею північних степових районах. Сьогодні частина їх простоє або ліквідована. Найбільша кількість підприємств цукрової промисловості розміщена у Вінницькій, Хмельницькій, Черкаській та Полтавській областях.

Олійно-жирова промисловість виробляє та переробляє рослинні жири та пов'язані з ними продукти. Близько 90 % олії отримують з соняшнику. Тому підприємства галузі розміщені, в основному, в районах вирощування соняшнику. Найбільше їх у Дніпропетровській, Донецькій, Луганській та Кіровоградській областях.

Базою для розвитку **плодо-овочеконсервної промисловості** є овочівництво та плодівництво. Основними районами її розвитку є південні області (Одеська, Миколаївська, Херсонська), а також подільські (Вінницька, Тернопільська, Хмельницька обл.) та Закарпаття. У Херсонській області, Криму та Закарпатті розвинута виноробна промисловість.

М'ясна промисловість забезпечує населення свіжим та мороженим м'ясом, напівфабрикатами, готовими виробами. За собівартістю виробленої продукції ця галузь посідає перше місце у харчовій промисловості.

Молочна промисловість виробляє масло, сир, молочні консерви, сухе, жирне та знежирене молоко. За собівартістю продукції у харчовій промисловості України вона посідає третє місце після м'ясної і цукрової. Підприємства, які спеціалізуються на випуску фасованого молока, сметани, вершків, розміщуються переважно у містах, а виробництво масла, сиру, консервованого молока орієнтується на сировину.

Рибна промисловість переробляє морську й океанічну рибу, а також частково — річкову. Переробка риби здійснюється на суднах-заводах, а також на рибопереробних комбінатах у великих портових містах.

Харчова промисловість за останнє десятиліття була суттєво реконструйована, оновлена, досягла значної різноманітності асортименту продукції, досить високої якості багатьох її видів. Зараз важливим питанням подальшого розвитку провідних галузей є розширення зовнішнього ринку збуту продукції. Із метою розв'язання цих проблем необхідно провести реконструкцію та технологічну модернізацію виробничих потужностей підприємств харчової промисловості і особливо машинобудування, яке випускає устаткування для харчової промисловості, сільськогосподарського машинобудування, виробничої інфраструктури.

Легка промисловість. Легка промисловість була створена у другій половині XVIII ст., а швидко зростання різновидів галузей легкої промисловості

розпочалося у ХІХ ст. Розвиток легкої промисловості стримувався в той час слабким розвитком сировинної бази, а також відсутністю машинобудування. Сьогодні виробничий потенціал легкої промисловості на Україні налічує 483 виробничих підприємств. Найбільшою підгалуззю у легкій промисловості є текстильна.

Текстильна промисловість. Промисловість виробляє різні види тканин. Залежно від сировини, яка використовується для цього, виділяють такі галузі: бавовняна, вовняна, шовкова, лляна, конопляно-джутова, трикотажна. Всі вони, крім лляної, потребують трудових ресурсів певної кваліфікації (в цій галузі переважно працюють жінки). Основною формою організації виробництва галузей текстильної промисловості є комбінування. Текстильні комбінати поєднують такі стадії виробництва: прядіння (виробництво ниток), ткацтво (виготовлення тканин), фарбування та оздоблення тканин.

Бавовняна промисловість. Промисловість посідає перше місце з виробітку тканин – серед галузей текстильної промисловості України на неї припадає 52%. Бавовна – основна сировина для деяких видів виробів тканин із домішками синтетичних та штучних волокон. Підприємства промисловості працюють переважно на імпортній сировині, її найбільші підприємства знаходяться у Херсоні, Тернополі, Донецьку, Києві, Чернівцях, Нікополі, Коростишеві та ін.

Вовняна промисловість. Підприємства промисловості працюють як на місцевій, так і на привізній сировині і виробляють 7 % усіх тканин України. Технологічний процес виготовлення тканин та виробів із неї починається з обробки вовни і виготовлення пряжі. Як додатки використовують штучні та синтетичні волокна. Найбільшими центрами галузі є Чернігів, Луганськ, Харків, Одеса, Лубни. Виробництво килимів зосереджене у Києві, Черкасах, Богуславі.

Шовкова промисловість. Україна виробляє натуральний, штучний та синтетичний шовк. Натуральні шовкові тканини виготовляють з імпортної сировини, штучні – з вітчизняної віскози, синтетичні – з хімічних волокон місцевого виробництва. Головними центрами шовкової промисловості є Київ, Черкаси, Луцьк.

Лляна промисловість. Підприємства промисловості наближені до сировини оскільки відходи під час її первинної обробки складають 80 %. Промисловість представлена комбінатами у Житомирі, Львові та Рівному, що працюють на власній сировині.

Конопляно-джутова промисловість. Промисловість розвивається в Одесі та Харкові. З місцевих конопель та імпортного джуту вона виробляє цупкі тканини, канати, рибні снасті.

Трикотажна промисловість. Підприємства промисловості займаються виробництвом в'язаних тканин та виробів з них (светрів, шарпеток, панчіх, натільної білизни). Залежно від матеріалів, що використовуються, трикотаж буває бавовняний, вовняний, шовковий. Найбільші трикотажні підприємства працюють у Києві, Чернівцях, Харкові, Львові, Одесі.

Отже, більша частина підприємств усіх галузей текстильної

промисловості сконцентрована у Києві, Харкові, Одесі та Львові.

Технологія виготовлення пряжі. Волокна використовують для виробництва тканин, канатів та інших матеріалів, вони бувають натуральні та синтетичні. Натуральні волокна бувають рослинного та тваринного походження. Ці волокна сплітають у нитки, з яких на ткацьких верстатах виробляють полотна тканини.

Найпоширеніше волокно тваринного походження – це овеча вовна. Якість вовняних тканин залежить від породи тварин. Шовк – продукт життєдіяльності гусениць метелика шовкопряда. Перш ніж перетворитись на метелика, гусениці плетуть спеціальний кокон, який складається з неперервної шовкової нитки завдовжки до 1,5 км. На шовковичних плантаціях ці кокони розплітають до закінчення їх формування.

Багато волокон одержують з рослин. У коробочках бавовнику міститься бавовняне волокно. Джут, сизаль та прядиво – міцні волокна, з яких роблять мотузки та канати. Парусину одержують зі стеблових волокон льону.

Бавовняні волокна перетворюються на тонку пряжу у результаті прядіння. Валки і ворсувальні машини розрівнюють та розділяють бавовняні волокна, які потім скручуються в пасма. Пасма розтягуються валками і намотуються на бобіни, утворюючи пряжу (рис. 9.3).

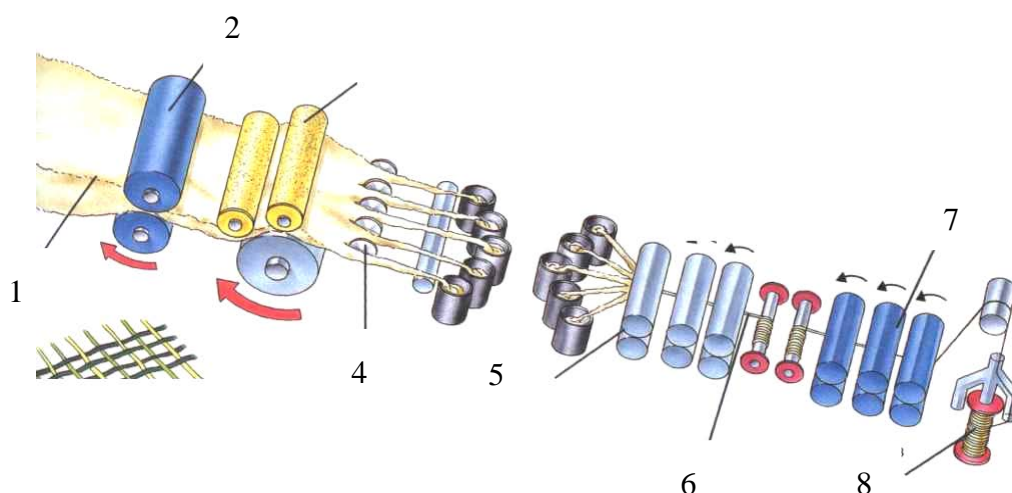


Рис. 9.3. Виробництво пряжі: 1 – бавовняна маса; 2 – валки, для розрівнювання волокон; 3 – ворсувальні механізми перетворення волокна на пасма; 4 – роздільники; 5 – валки для розтягування пасма; 6 – бобіни для намотки пасма; 7 – бобіни для розтягування пасма; 8 – бобіни для намотки пряжі.

Перше штучне волокно (віскозне) було одержано на початку ХХ ст. з целюлози, приготовленої розчиненням деревної кашки в лузі. Після обробки суміші хімічними реагентами утворюється в'язка драглиста маса, яку протискують через дрібні отвори у ванну, наповнену сірчаною кислотою. У результаті утворюється міцне віскозне волокно, схоже на шовк. Зі штучного шовку виготовляють одяг. Синтетичні волокна (нейлон, поліефірні й акрилові волокна) – продукти хімічної переробки нафти. Ці волокна за багатьма

показниками схожі на пластмасу.

Синтетичні волокна часто міцніші за натуральні. З синтетичних тканин шують одяг, який не мнеться. З них також роблять канати, мотузки і килими.

Швейна промисловість. Підприємства промисловості присутні майже в усіх обласних центрах України, її продукцією є готовий одяг. В цій галузі задіяні переважно жіночі трудові ресурси.

Шкіряна та взуттєва промисловості. Підприємства промисловості займаються обробкою натуральних шкір, виробляють штучні замітники шкіри, а також шують з них різноманітні вироби (одяг, взуття, рукавички, сумки, тощо). Основні підприємства розташовані у Києві, Луганську, Одесі, Львові, Миколаєві, Запоріжжі. Основна сировина для промисловості – природна шкіра свійських, диких та морських тварин. Широкого поширення набуло використання нових синтетичних матеріалів до яких насамперед відносяться штучна шкіра, різні гуми, парусина і відповідні тканини. З обробленої шкіри виготовляють одяг, шорно-сідельні та різноманітні галантерейні вироби. Шкіра широко використовується у різних галузях машинобудівної промисловості для виготовлення різних деталей і ущільнювачів.

Хутрова промисловість. Найвідоміші хутрові фабрики працюють в Івано-Франківську та Харкові, вони виготовлять вироби з натурального та штучного хутра.

Галантерейна промисловість. Вона виробляє велику кількість побутових аксесуарів: гудзики, голки, парасольки, пояси, в'язальні спиці, тощо.

9.2. Використовувані АПК ресурси

Сільське господарство використовує такі природні ресурси:

- ґрунти;
- вода;
- сонячна енергія;
- повітря (атмосфера).

Окрім того значним є використання ресурсів – продуктів антропогенної діяльності, до найбільш значних слід віднести:

- мінеральні добрива;
- пестициди.
- енергоносії (нафтопродукти);

Основою агропромислового виробництва є земельні ресурси. Всі землі України незалежно від їх цільового призначення, господарського використання та особливостей правового режиму відносяться до земельних ресурсів і складають єдиний земельний фонд держави. Геополітичне положення України та її високий земельно-ресурсний потенціал обумовлюють провідну роль земельного фонду як одного з важливих ресурсів держави, що виступає первинним фактором виробництва і своєрідним фундаментом економічного розвитку. Господарське освоєння території здійснено на 92%. Сільськогосподарське освоєння земель перевищує 70% і є найвищим у світі. Розораність території України складає 57%, пасовища та сіножаті займають майже 12%; сади та виноградники – майже 2%. Частка ріллі в загальній площі сільськогосподарських угідь складає 79%. Структура сільськогосподарських

угідь визначається природно-кліматичними умовами, в останні роки намітилась тенденція до зменшення частки орних земель та збільшення частки багаторічних насаджень, сіножатей та пасовищ.

Тенденція до скорочення площ сільськогосподарських земель спостерігається у багатьох розвинутих країнах: у США площа земельних угідь скоротилася з 540 млн.га в 1960р до 492 млн.га в 1987р, у Франції – з 39 до 35 млн.га, в Італії - з 22 до 20 млн.га. Поточні втрати продуктивних ґрунтів у світі в даний час складають близько 6,6 млн.га. Значний збиток сільськогосподарському виробництву наноситься вилученням продуктивних земель для несільськогосподарських потреб (табл. 9.2):

Таблиця 9.2

Оцінка вилученням продуктивних земель для несільськогосподарських потреб

Види використання земель	Питома займана площа, га
Автостради, дороги, лінії зв'язку, на 1 км ²	2
Трубопроводи різні, на 1 км ²	4
Нафтові свердловини, на 1 км ²	2,5
Електростанції, на 1 млн.кВт/год	10-15

Ґрунт є найбільш уразливою частиною агроєкосистеми. Оранка та інша механічна обробка змінюють його склад та структуру, мікробіологічні процеси, що протікають у ньому, рослинний та тваринний світ. Наприклад, тракторна оранка спричиняє ущільнення ґрунту колесами (гусеницями), роздавлювання колесами (гусеницями) організмів, перекидання ґрунту плугом, розрізування організмів плугом, вібраційний вплив на ґрунти, забруднення пально-мастильними матеріалами, забруднення атмосфери вихлопними газами, шумовий вплив на навколишнє середовище. В результаті порушується сформований кругообіг речовин.

З продукцією рослинництва відбувається вилучення з ґрунту багатьох хімічних елементів, відбувається виснаження ґрунтів (табл. 9.3):

Вода. Землеробство переходить на зрошення вирощуваних культур. Сумарні витрати на зрошення залежать від площі земель, питомого водоспоживання, виду сільськогосподарських культур та кількості поворотних вод. Світовий водозабір на зрошення складає від 1700 до 2500 км³/рік (табл. 9.4). У деяких районах забір води складає до 20 і навіть до 50% (Середня Азія) від загального річкового стоку.

Характерними є величезні безповоротні втрати: від 20 до 60% від водозабору.

Негативний вплив зрошення складається у вимиванні солей зі зрошуваних земель, що приводить до підвищення мінералізації водойм, зміні їхнього хімічного складу (винос солей досягає десятків і сотень тонн з 1га). На малих водозборах забір води на зрошення практично цілком йде на випаровування, що різко змінює стік малих рік. Можливе засолення ґрунтів, зв'язане з підйомом мінералізованих ґрунтових вод до критичної глибини порядку 2-3 м від поверхні

землі через порушення водяного балансу території фільтраційними водами зрошувальної мережі та зрошуваних полів.

Таблиця 9.3

Винос хімічних елементів із сільськогосподарською продукцією кг/(га·рік)

Продукція	Елементи, що виносяться з ґрунтів із сільськогосподарською продукцією				
	N	P	K	Ca	Mg
Пшениця	70	5	20	6	6
Бобові	60	7	32	20	4
Кукурудза	30	4	30	9	3
Картопля	90	8	70	35	8
Люцерна	50	8	45	50	8
Цукровий буряк	45	7	55	10	9
Сіяні трави	50	7	45	20	6

Таблиця 9.4

Питоме водоспоживання для різних культур (м³/га):

Сільськогосподарська культура	Питоме водоспоживання
рис	8000-15000
бавовна	5000-8000
багаторічні трави	2000-8000
цукровий буряк	2500-6000
зернові	1500-3500

Цей процес поширюється і на прилеглі незрошені площі. Ґрунтові води, що містять розчинені солі, починають інтенсивно випаровуватися з поверхні, поступово створюючи в ґрунті надлишок солей. У результаті концентрація солей у ґрунті може виявитися в 50-100 разів вищою, ніж у зрошувальній воді.

Використання **мінеральних добрив** дозволяє різко збільшити об'єми продукції за незмінних посівних площ. Так, раціональне використання 1 ц N-P-K-добрив забезпечує приріст врожаю зернових культур на 1,5-2, цукрового буряка – на 11-15, овочів – до 22, кормових культур – на 10 ц/га. До мінеральних добрив відносяться: азотні, нітратні, амонійно-нітратні, амідні, змішані; фосфорні (суперфосфат); калійні (хлоридні та сульфатні); комплексні (амофос, діамфос, калієва селітра, нітрофоска, нітроамфоска, нітрофос, сульфат марганцю, суперфосфат, бура, борна кислота, молібдат амонію, сульфат цинку, сульфат міді та ін.). На жаль, мінеральні добрива містять не лише елементи, необхідні для живлення рослин, а ще й різні домішки, серед яких є і важкі метали. До органічних добрив відносяться: гній (суміш твердих виділень тварин, сечі і підстилкової соломи); пташиний послід, сапропель (продукт відкладень озер і ставків), зелене добриво (бобові культури, рапс, віка, гірчиця); торф і торфокомпости; біогумус; гноївка (зброджена сеча тварин), солома та ін.

Пестициди – це хімічні речовини, із токсичними властивостями стосовно тих чи інших живих організмів: від бактерій і грибків до рослин та шкідливих теплокровних тварин. Такі речовини застосовувалися в невеликих масштабах і сотні років тому, причому перші пестициди включали сполуки миш'яку, вапняно-сірчані суміші, солі міді. Однак широке використання пестицидів характерно для другої половини минулого століття. Асортимент їх за цей час сильно змінився. Раніше використовувані неорганічні хімічні речовини були замінені синтетичними органічними сполуками, більшість з яких була спеціально розроблена відповідно до заданих токсикологічних властивостей. Первісне широке використання нових пестицидів було зустрінуте з великим ентузіазмом: вони мали велику швидкість впливу та високу ефективність проти різних шкідників. Застосування цих речовин дозволило цілком запобігти захворюванням тифом та малярією і сприяло збільшенню виробництва харчових продуктів. Однак, через багато років з'ясувалося, що ефективність пестицидів супроводжувалася і негативними наслідками. У середньому у світовій практиці витрата пестицидів складає 2-3 кг/га, але в реальності – від 2 до 12 кг/га і вище. У результаті хімічних та біологічних процесів, що протікають у ґрунті, вміст пестицидів у ґрунті зменшується, але їх залишкові кількості коливаються від сотих часток до десятків мкг на 1 кг ґрунту.

В даний час існує близько 10000 різних пестицидів, що класифікуються відповідно до їхнього призначення на такі категорії (табл. 9.5).

Пестициди підрозділяють також залежно від шляху надходження в організм цільового об'єкта (препарати контактної, кишкової і фумігаційної дії; системні - які поширюються судинною системою рослин у випадку нанесення на будь-яку його частину і зумовлюючі токсичність усіх його органів для комах і збудників хвороб рослин).

Пестициди мають різну хімічну природу і тому підрозділяються на класи:

- фосфорорганічні,
- хлорорганічні,
- препарати міді,
- препарати сірки і т.д.

За здатністю накопичуватися в організмі:

- понадакумулятивні,
- з вираженою акумуляцією,
- з помірною акумуляцією
- зі слабо вираженою акумуляцією.

За ступенем токсичності:

- сильнодіючі – ЛД₅₀ менше 50мг/кг,
- високотоксичні – ЛД₅₀ 50-200мг/кг,
- середньотоксичні – ЛД₅₀ 200-1000мг/кг,
- малотоксичні – ЛД₅₀ понад 1000мг/кг.

За ступенем летючості:

- дуже небезпечні,
- небезпечні,
- малонебезпечні.

Класифікація пестицидів за виробничим призначенням

Найменування пестициду	Призначення
Акарициди	Знищення кліщів, що вражають рослини, сільськогосподарських тварин, - переносників захворювань людини
Альгіциди	Знищення водоростей і іншої бур'янистої рослинності у водоймах
Антирезистенти	Зниження резистентності комах до окремих речовин
Антисептики	Знищення мікроорганізмів, що руйнують деревину й інші неметалеві вироби
Арборициди	Знищення небажаної деревної і чагарникової рослинності
Атраканти	Залучення комах для їхнього знищення
Афіциди	Знищення попелиць
Бактерициди	Знищення збудників бактеріальних хвороб рослин
Гаметоциди	Стерилізація рослин (головним чином, чоловічого пилку)
Гербіциди	Знищення бур'янистої рослинності
Десиканти	Підсушування рослин перед механізованим збиранням
Дефоліанти	Видалення листя перед механізованим збиранням і перед пересадженням дерев
Зооциди (родентициди)	Знищення гризунів
Інсектициди	Знищення комах
Іхтіоциди	Знищення смітних порід риби
Лімациди (моллюскоциди)	Знищення моллюсків
Ларвициди	Знищення личинок комах
Нематоциди	Знищення круглих хробаків (нематод)
Овіциди	Знищення яєць комах, кліщів та шкідників рослин
Регулятори росту	Вплив на процеси росту і розвитку рослин
Репеленти	Відлякування шкідливих тварин
Ретарданти	Уповільнення росту рослин у висоту без зміни термінів їхнього дозрівання
Синергисти	Посилення дії пестицидів різного призначення
Фуміганти	Газоподібні речовини, що знищують шкідливих комах, збудників хвороб
Фунгіциди	Знищення збудників грибкових захворювань

За стійкістю:

- дуже стійкі – час розкладання на нетоксичні компоненти – більше 2 років,
- стійкі – час розкладання на нетоксичні компоненти - 0,5-2 роки,

- помірно стійкі – час розкладання на нетоксичні компоненти - 1-6 місяців,
- малостійкі – час розкладання на нетоксичні компоненти до 1 місяця.

Пестициди майже ніколи не застосовують у чистому вигляді. На їхній основі готують порошки, що змочуються, концентрати, емульсії, дусти, розчини, гранули, мікрокапсули, аерозольні препарати. Порошки, що змочуються, або емульсії розбавляють водою і використовують для обприскування рослин, дусти (порошки) використовують для напилання. До складу препаратів вводять тверді чи рідкі розріджувачі, ПАР та спеціальні добавки: приклеювачі, антиокислювачі, активізатори, згущувачі.

Під дією світла, повітря і води пестициди, що знаходяться в ґрунті, розкладаються, часто – з утворенням токсичних продуктів. У ряду змочуваних (дуст (порошки) → рідини, що змішуються, → емульсії → гранули) стійкість у ґрунті зростає.

Необхідно також відзначити, що нараховується близько 420 видів комах, більше 100 видів шкідливих грибків і бактерій, ряд видів бур'янистих рослин, що пристосувалися до отрутохімікатів, більше 500 видів комах, стійких до дії інсектицидів, що вимагає розробки та застосування нових видів отрут.

Енергоносії. У сільському господарстві витрачається 40 - 45% дизельного пального, 30 - 35% бензину та 9% електроенергії від загальних витрат в Україні. Найбільш енергоємними операціями в процесі вирощування просапних і технічних культур є обробіток ґрунту та збирання врожаю – вони складають 60-75% енерговитрат.

Як ресурси підприємства харчової та легкої промисловості використовують продукцію агропромислового комплексу (як рослинництва, так і тваринництва, рибальства, вівчарства, мисливства, вирощування диких звірів і т.п.).

9.3. Вплив АПК на довкілля

9.3.1. Вплив рослинництва на довкілля. Хімізацію землеробства важко переоцінити. Нині загально визнано, що завдяки використанню добрив забезпечується близько половини приросту врожаю, активний баланс поживних речовин у землеробстві, поліпшується кругообіг біогенних елементів. Однак очевидно й те, що зростаючі обсяги застосування мінеральних добрив можуть порушувати природні цикли кругообігу речовин, що призводить до евтрофікації водойм. Несприятливий вплив застосування добрив на навколишнє середовище може бути різним, але в основному внаслідок таких причин:

- надходження поживних елементів, добрив з ґрунту у підґрунтові води і з поверхневим стоком може призвести до посиленого розвитку водоростей та утворення планктону, тобто до евтрофікації природних вод;
- зменшення надходження азоту в атмосферу негативно впливає на озоновий екран стратосфери внаслідок проникнення в нього оксидів азоту, що утворюються в результаті денітрифікації азотних сполук ґрунту та добрив;
- неправильне використання мінеральних добрив може погіршити кругообіг та баланс поживних речовин, агрохімічні властивості та родючість ґрунту;

- порушення оптимізації живлення рослин макро- та мікроелементами призводить до різних захворювань рослин, а часто сприяє розвитку фітопатогенних грибних хвороб, погіршує санітарний стан посівів;
- порушення технології застосування добрив, недосконалість якості та властивостей мінеральних добрив можуть зменшувати продуктивність сільськогосподарських культур та якість продукції та призводити до нагромадження в ній нітратів.

В середньому для усіх сільськогосподарських культур коефіцієнт використання добрив становить: азотних – 50 - 60%, фосфорних 75 - 90%, калійних – 60 - 80%. Найбільш небезпечними, з погляду екології, є азотні добрива. Азот з добрив залучається до ґрунтового кругообігу (рис.9.3).

Невикористані рослинами внесені азотні добрива розподіляються таким чином:

- 50% іммобілізуються в ґрунтовій органічній субстанції;
- 50% втрати у вигляді проміжних сполук процесів денітрифікації та амоніфікації.

У результаті здійснення процесів денітрифікації та амоніфікації утворюються газоподібні форми азоту у виді сполук NH_3 і NO_x , які дифундують до атмосфери, а також у виді іону NO_3^- , який вимивається в глибини ґрунтового профілю. Як бачимо із приведеної схеми (рис. 9.4), частина вимитого азоту в результаті процесів денітрифікації також потрапляє в атмосферу у вигляді оксидів.

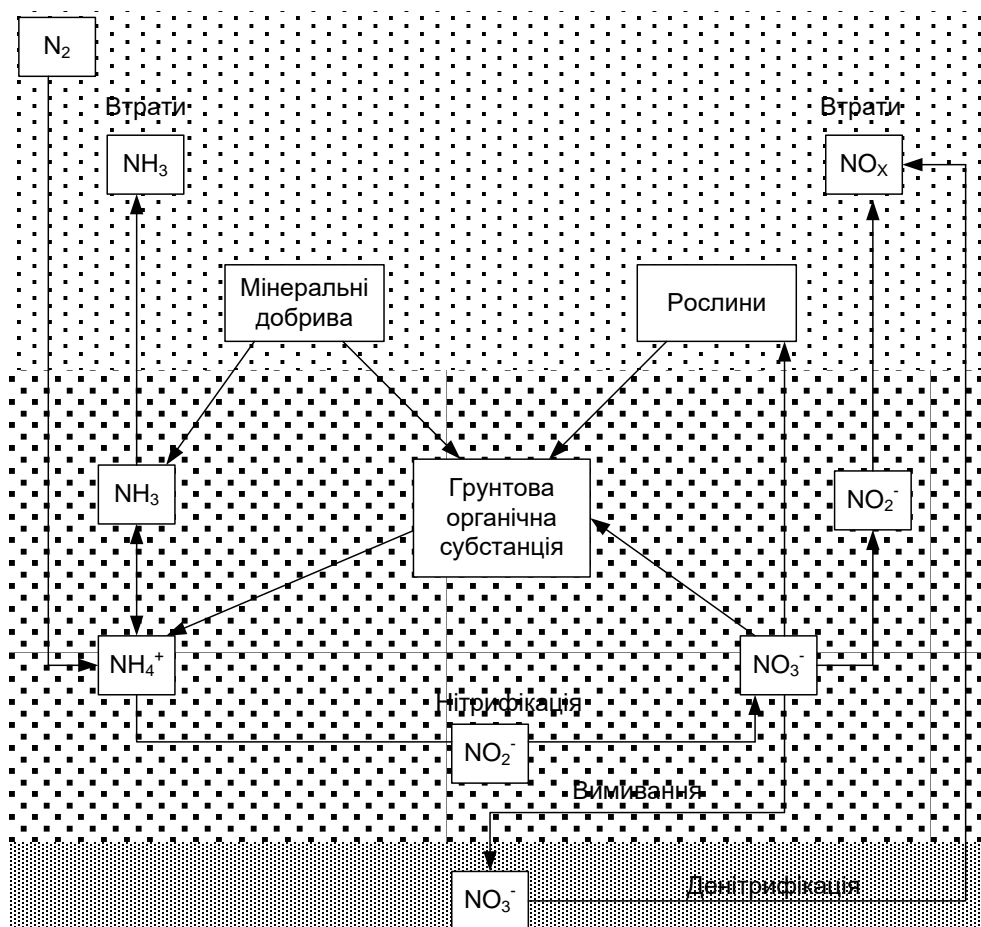


Рис. 9.4. Кругообіг азоту в агроекосистемах.

Оксиди азоту належать до газів, які спричиняють парниковий ефект. Враховуючи масштаби застосування азотних мінеральних добрив, вклад останніх в потепління клімату на планеті є суттєвим (кількість промислово зв'язаного азоту сягає 92×10^6 т/р, що складає 60% біологічно зв'язаного азоту).

Існуючі в Україні технології внесення мінеральних добрив не забезпечують повного їх засвоєння рослинами (рис.9.4) за рядом причин:

- неможливості забезпечення абсолютно рівномірного розподілу добрив в границях площі їх внесення;
- неможливості доступу кореневої системи рослин до всіх внесених добрив;
- неминучості вимивання певної частини добрив у поверхневі води;
- атмосферної деструкції певної частини добрив, які локалізовані у поверхневих шарах ґрунту.

Розрахунки втрат мінеральних добрив в навколишнє середовище в 2011 році наведено на рис.9.5 (для розрахунку прийняті втрати азотних добрив – 50%, фосфорних – 10%, калійних – 15%).

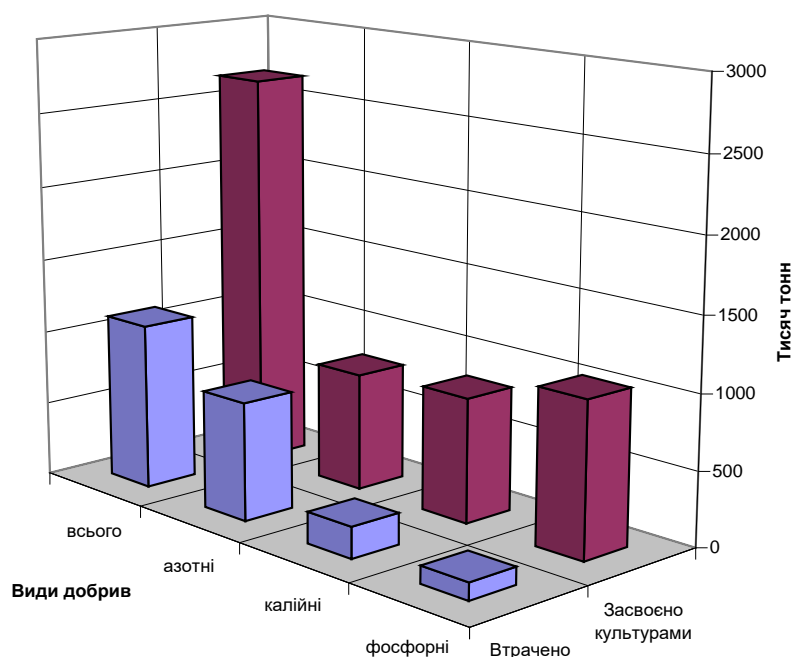


Рис. 9.5. Прогнозована річна кількість засвоєних сільськогосподарськими культурами та втраченими в довкілля мінеральних добрив на Україні.

За останні 20 - 40 років значно зросло надходження у водойми стоків, що містять сполуки азоту та фосфору. Це пов'язано із зливом з полів добрив і залишків пестицидів. Внаслідок цього відбувається евтрофікація водойм, підвищується їх некорисна продуктивність, відбувається посилений розвиток фітопланктону, водоростей, цвітіння води, тощо. У глибинній зоні посилюється анаеробний обмін, нагромаджується сірководень, аміак, тощо. Порушуються окислювально-відновлювальні процеси і виникає дефіцит кисню. Це викликає загибель цінних видів риб і рослин, вода стає непридатною не лише для пиття,

але й для купання. Така евтрофікована водойма втрачає господарське та біогеоценотичне значення. На 1 кг фосфору, що потрапив у водойму, утворюється 100 кг фітопланктону. Оптимальний ріст водяних організмів спостерігається за концентрації фосфору 0,09–1,8 мг/л і нітратного азоту 0,9–3,5 мг/л. Більш низький вміст цих елементів обмежує ріст водоростей.

В останні роки визначилася чітка тенденція до збільшення виробництва рослинницької продукції (особливо овочевої) з вмістом нітратів, що перевищує можливо допустиму норму. В цілому в Україні понад 30% сільськогосподарської продукції мають вміст нітратів, що перевищує допустимий рівень. Складність проблеми нітратів у тому, що вони, з одного боку є основним джерелом азотного живлення, а з другого боку, їх надлишок призводить до важких екологічних наслідків, що негативно впливають на стан здоров'я людини та тварин. Основна небезпека надходження нітратів в організм людини пов'язується з виникненням метагемоглобінемії, канцерогенних новоутворень, імунодепресивної дії, а також зниженням резистенції організму до впливу канцерогенних та мутагенних агентів. Суть метагемоглобінемії полягає в тому, що нітрати та нітроти перетворюють гемоглобін на метагемоглобін, який не здатний переносити кисень, порушує клітинні мембрани і навіть генетичний апарат, а інактивуються вони лише аскорбіновою кислотою. Сьогодні для багатьох сільськогосподарських культур встановлена межа гранично допустимої концентрації (ГДК), за умови дотримання якої не спостерігається несприятливого впливу на здоров'я, самопочуття, працездатність та гігієнічні умови життя населення тощо. До рослинних продуктів встановлюють максимально допустимі рівні (МДР) залишкових кількостей нітратів і нітритів (табл. 9.6).

Таблиця 9.6

МДР та ГДК нітратів та нітритів у продуктах та кормах (сирий продукт)

Овочево-баштанні культури	МДР, мг/кг по нітрат-іону	Корми	ГДК, мг/кг	
			Нітрати	Нітроти
Картопля	80	Комбікорм для великої рогатої худоби	500	10
Капуста	300	Комбікорм для свиней і	200	5
Морква	300	Сіно, солома	500	10
Помідори	60	Зелений корм	200	10
Огірки	150	Картопля	300	10
Столові	1400	Кормові буряки	800	10
Цибуля	60	Силос	200	10
Цибуля на вигонку	400	Зерно	300	10
Дині	45	Трав'яне борошно, жом	800	10
Кавуни	45	Макуха	200	10

Інтенсифікація рослинництва не тільки сприяє підвищенню продуктивності полів, а у свою чергу створює сприятливі умови для розвитку та поширення ряду шкідників та хвороб сільськогосподарських культур. На сьогодні, за даними ФАО, людство недобирає в середньому 34% потенційно можливого врожаю сільськогосподарських культур.

Однак захищаючи врожай, слід думати і про наслідки. Дуже часто під захистом рослин розуміють лише використання хімічних препаратів. Особливо пестицидне навантаження проявляється у випадку впровадження інтенсивних технологій, коли часто не враховують екологічні пороги шкодочинності збудників хвороб та бур'янів, а також інші важливі вимоги до застосування хімічних засобів захисту рослин. Так, в процесі вирощування озимої пшениці пестицидне навантаження іноді досягає 6-10 кг/га, кукурудзи і буряків 12-16, овочевих культур 45-50, плодкових – 165. Використання пестицидів у таких масштабах призводить до забруднення навколишнього середовища та продукції токсичними речовинами. І хоча у числі забруднювачів природи на пестициди припадає лише 20%, масштабне та некваліфіковане їх використання може призвести до непередбачених наслідків.

В процесі обробки сільськогосподарських угідь пестицидами частина їх втрачається внаслідок розсіювання в атмосфері з потоками повітря. Залежно від технології застосування та фізичних властивостей препаративної форми на рослини у ґрунті осідає 40 - 70% норми витрат, утворюючи початкове накопичення токсичної речовини. Крім того, пестициди можуть поширюватися за межі оброблюваних ділянок і більш чи менш тривалий час мігрують у біосфері. В атмосферу вони надходять безпосередньо в процесі їх застосуванні, а також внаслідок випаровування з поверхні ґрунту, рослин, води. Потім у результаті конденсації парів і утворення краплинно-рідинних або твердих часток пестициди з атмосфери потрапляють у ґрунт, на поверхню рослин і у водойми, поширюючись на великих територіях. У водойми вони надходять з поверхневими та підґрунтовими стоками із сільськогосподарських угідь.

Підраховано, що прибуток від застосування пестицидів у три рази перевищує витрати на їх виробництво. Але, будучи могутнім засобом проти шкідників, хвороб і бур'янів, пестициди в той же час – один із найнебезпечніших факторів забруднення навколишнього середовища. Вони шкідливі для всіх живих організмів, включаючи корисних комах, тварин та людей. За даними ЮНЕСКО, пестициди в загальному обсязі забруднення біосфери землі займають 8 - 9-те місце після, таких речовин, як нафтопродукти, поверхнево-активні речовини, фосфати, мінеральні добрива, важкі метали, окиси азоту, сірки, вуглецю та інші сполуки.

Хімічні препарати, у зв'язку з токсичністю, шкідливі для людини та навколишнього середовища. Потенційна загроза від їх використання полягає як у гострій токсичності у випадку потрапляння в організм людини або тварин, так і в хронічній дії, в акумулятивному ефекті, в міграції залишків пестицидів водними та повітряними шляхами на значні відстані.

Хрестоматійним прикладом глобальної міграції хлорорганічних пестицидів, зокрема ДДТ, є акумуляція їх у жирові пінгвінів, які живуть в Антарктиді. Так,

за даними, німецьких вчених, з атмосфери на територію Північного моря щорічно випадає до 300 тонн ДДТ. Нагромадження пестицидів в окремих тканинах відбувається непомітно. Але коли кількість їх досягає певного рівня, вони призводять до порушення функцій найважливіших органів, захворювання і зниження стійкості організму. Серед хвороб, які можуть з'явитися внаслідок токсикації організму, відмічають злоякісні пухлини (головним чином пухлини печінки), хромосомні порушення, підвищення інтенсивності мутаційного процесу, що пов'язано з підвищенням частоти прояву спадкових хвороб обміну, аномалій розвитку, тощо.

Один із яскравих доказів шкідливого впливу пестицидів на фауну є різке зменшення чисельності хижих птахів – однієї з кінцевих ланок у ланцюгах живлення. Орли, соколи, шуляки разом з тілами своїх жертв споживають максимальну кількість штучних речовин, яких раніше не було на планеті. Таким чином, пестициди є одним з вагомих факторів забруднення навколишнього середовища. Їх застосування є вимушеним заходом на дію шкідливих природних організмів, які конкурують з людиною за умови виживання.

Потенційна загроза пестицидів, їх нагромадження в навколишньому середовищі потребують наукового пошуку та розробки підходів до організації захисних заходів. Такими є інтегровані системи захисту рослин, які мають природоохоронний напрям. Їх проводять та планують з урахуванням особливостей розвитку шкідливих організмів і рослин, що ними пошкоджуються, а також зональних особливостей застосування. Спроби зменшити кількість хімічних препаратів для захисту врожаїв та збільшення врожайності сільськогосподарських культур призвели до появи та широкого поширення генетично-модифікованих (трансгенних) рослин. Безпечність використання таких рослин викликає значну засторогу, а можливі небезпеки для довкілля та здоров'я людини повністю не встановлені.

Гонитва за максимальними врожайями, порушення правил агротехніки, застосування важких сільськогосподарських машин, непродумана меліорація, перевипас худоби призводять до втрати основного багатства людства – родючих ґрунтів. Відомо, що для утворення ґрунтового шару завтовшки 1,0 см природі потрібно в середньому від 100 до 400 років залежно від природно-кліматичних умов. Людина ж здатна виснажити, знищити шар ґрунту такої товщини за один-два сезони. Підраховано, що порівняно з тими 1,5 млрд. га земель, які використовуються тепер для вирощування сільськогосподарських культур, майже 2 млрд. га за історичний період було втрачено, виведено із сівозмін, перетворено на пустелі. У наш час через вітрову та водну ерозію, будівництво міст, доріг, аеродромів, кар'єрів, промислових об'єктів в світі щомісяця втрачається від 5 до 7 млн. га родючих земель.

За останні 25 років землям України завдано величезної шкоди:

- загублено майже 500 тис. га сільськогосподарських угідь;
- на 0,9% знизився вміст гумусу в ґрунті;
- від водної ерозії потерпає 29% орних земель;
- 10 млн. га земель на півдні країни періодично уражаються пиловими бурями.

Спеціалісти ООН виокремили головні небезпеки, що нависли над сільським господарством основних регіонів Землі:

- Європа – промислове забруднення земель, знищення лісів;
- Північна Америка – поширення монокультур;
- Південно-Західна Азія – перенаселення, перевипас худоби, загроза генофондові;
- Південно-Східна Азія – загибель тропічних лісів, “генетична ерозія”;
- Південна Америка – знищення тропічних лісів, а як наслідок зникнення традиційних сортів культурних рослин;
- Африка – перенаселення, знищення тропічних лісів, перевипас худоби, спустелювання.

9.3.2. Вплив тваринництва на довкілля. У зоні тваринницьких комплексів основними проблемами, які мають екологічне значення, є евтрофікація водойм, можливе нагромадження патогенних мікроорганізмів, забруднення атмосферного повітря сірководнем, аміаком, молекулярним азотом та іншими сполуками.

Великі тваринницькі комплекси – типовий приклад локального порушення малого круговороту органічних речовин та елементів живлення, коли в остаточному підсумку зачіпається і глобальний біогеохімічний цикл. Як правило, відбувається локальне порушення малого круговороту речовин у екосистемах просторово розмежованих територій:

- 1- агроекосистемах, де вирощуються кормові культури і з ґрунтів яких вилучається частина елементів живлення,
- 2- екосистемах, що прилягають до ферм, ґрунти яких забруднюються надмірною кількістю органічної речовини й елементами живлення,
- 3- водоймах, у яких із забрудненими поверхневими й ґрунтовими водами потрапляє значна частина органічної речовини й елементів живлення.

Негативний вплив на довкілля гною. Забруднення навколишнього середовища багато в чому визначається складом гнойових стоків, які залежить від таких основних факторів як: виду сільськогосподарських тварин, їх чисельності, якості та кількості кормів, росту, статі та маси тварин, напряму тваринництва, способу утримання та способів видалення гною. Рідкий гній містить значну кількість патогенних організмів, в процесі анаеробного його розкладу утворюються шкідливі гази (сірководень, аміак та ін.), а також жирні кислоти, аміни та інші сполуки з неприємним запахом. Тому за відсутності належного контролю за його збереженням та використанням створюється реальна загроза поширення інфекційних хвороб у зоні тваринницьких комплексів. В таблиці 9.7. наведені дані щодо кількості відходів, що утворюються на тваринницьких комплексах.

Для очищення приміщень на тваринницьких комплексах використовують гідрозмив, що приводить до збільшення обсягу гною в 6-10 разів. Для зрошення сільськогосподарських культур використовують не більш 25% від загального обсягу. Щодобове утворення гною для худоби складає 8 - 10%, а від свиней – 6-8% від живої маси. Об’єм відходів залежить від застосовуваного способу миття

підлог у тваринницьких приміщеннях. Сімейна ферма усього на 10 голів худоби щорічно дає 20 т твердих і до 40 м³ рідких відходів. Підраховано, що в Німеччині об'єм відходів тваринництва в 5 разів перевищує об'єм побутових відходів і в 6 разів – об'єм промислових відходів. Скупчення великих кількостей гною та гнойової рідини на території комплексів забруднює повітря, ґрунт, поверхневі та підземні води. В процесі зберігання рідкого гною не відбувається його самонагрівання, тобто не відбувається дезінфекції. Гній може бути джерелом патогенних мікроорганізмів та інфекційних захворювань. Якщо порушити правила переробки гною і вносити його на поля як добриво без попереднього знезараження, можливе швидке поширення інфекцій. Витоки або надмірне застосування гною як добрива приводить до забруднення навколишнього середовища біогенними елементами. Збільшується їхній вміст (азот) у зеленій масі, що може шкідливо відбитися на тваринах, що поїдають її. У забруднених водоймах починається швидке заростання, цвітіння, загибель риб.

Таблиця 9.7

Кількість відходів, що утворюються на тваринницьких комплексах та їх склад

Вид тварин	Вихід гною, кг/добу	Біогенний склад (%від сухої речовини свіжого гною)		
		Азот загальний	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кабан	11,1	5	2,1	2,5
Свиноматка	8,8 – 15,2			
Свиня на відгодівлі	3,5 – 6,6			
Корова	55	3,2	2,0	3,1
Бик	40			
Теля	14 - 35			

Забруднення атмосфери. На атмосферне повітря суттєво впливає неправильне зберігання та використання безпідстилкового гною. У випадку зберігання його у відкритому стані випаровується і потрапляє в атмосферу аміак, молекулярний азот та інші його сполуки. У тваринницьких комплексах в процесі дихання тварин та шумування гною утворюються гази, головним чином, CO₂ та CH₄. З гною можуть виділятися аміак, сірководень, меркаптани, індол та скатол. Крім газоподібних забруднюючих речовин і мікроорганізмів у повітрі міститься пил від кормів, висихання відходів, вовни та шкіри тварин. Вміст його досягає 4 мг/м³. Один свинарський комплекс на 40 тис. тварин протягом 1 години викидає в атмосферу до 9 кг пилу, до 50 кг аміаку, 5 кг сірководню, більше 80 млрд. мікроорганізмів.

Забруднення ґрунту. Внесення безпідстилкового гною та тваринницьких стоків від великої рогатої худоби і свиней у ґрунт призводить до бактеріального його зараження. Патогенні бактерії зберігаються в ґрунті в умовах зрошування протягом 4–6 місяців. Сільськогосподарські культури, які вирощують на таких

грунтах, заражуються патогенними бактеріями. У випадку внесення стоків у ґрунт методом дощування на відстані до 400 м поширюються яйця гельмінтів.

Забруднення гідросфери. Тваринницькі комплекси забруднюють поверхневі водойми, підземні води, внаслідок цього велика кількість біогенних елементів надходить у ці джерела. В природних водоймах гнойова рідина викликає масове отруєння водних організмів. У воді різко зростає кількість аміаку і зменшується вміст кисню. Таким чином, існує необхідність розробки шляхів утилізації та раціонального використання відходів тваринництва.

Джерелами утворення стічних вод на підприємствах птахівництва є основні виробничі приміщення (пташники, цехи для сортування й упакування яєць, забою птахів і кормоприготування, інкубатори), допоміжні (механічні майстерні, гаражі, їдальні, лабораторії і т.д.), і житлові селища птахівницьких підприємств. Основними джерелами забруднення є технологічні системи видалення, підготовки й утилізації калу та стічних вод. Кал, водяні пари і гази виділяють птахи у процесі своєї життєдіяльності. Стічні води птахівницьких підприємств розділяють на чотири види:

- надлишки води, що надходить у системи поїння птахів,
- технологічна вода, що накопичується в процесі мийки приміщень і устаткування,
- господарські, побутові, каналізаційні стічні води, що надходять з житло-побутових будівель,
- стічні води забійних цехів.

У стічні води потрапляє кал, залишки корму, черепашки, гравій, пір'я, яєчна шкарлупа, розбиті яйця, технічний жир і т.д. У середньому від однієї птахофабрики на 500 000. несучок або 6 млн. бройлерів за добу накопичується 125 т калу і більше 1500 м³ стічних вод. Стічні води птахоферми яєчного напрямку несуть інтенсивне органічне та бактеріальне забруднення:

- БПК₅ – 232,7 мг/л,
- суспендовані речовини – 418 мг/л,
- азот аміаку – 15,6 мг/л,
- мікробне число – 2,1·10⁶,
- коло-титр – 10⁴.

Бактеріологічними дослідженнями стічних вод встановлена їх обсіменіння протеєм, синьогнійною паличкою, стафілококами, патогенною кишковою паличкою, шигелами, сальмонелою та вірусами.

Індустріалізація сільського господарства супроводжується значним збільшенням споживання енергії. За різними оцінками споживання енергії для виробництва продуктів харчування складає 10-20% від загальнонаціонального споживання. Витрати енергії за умови примітивного натурального господарювання склали близько 2 ГДж/га на рік, у багатогалузевому господарстві розвинутих країн – 12-15, а у високоінтенсивному землеробстві розвинутих країн – 15-20 ГДж/га на рік. Досягненні витрат в енергії в 13 - 15 ГДж/га на рік спричиняє негативні для навколишнього середовища наслідки: евтрофікація водойм, інтенсивна ерозія, посилений змив хімічних сполук у ріки, засолення полів і т.д. Поява цих негативних явищ вимагає нових витрат енергії

для їхньої нейтралізації. Виникає замкнуте коло: витрати енергії вимагають все нових і нових енергетичних витрат. Тому енергетична ефективність агропромислового виробництва у випадку переходу до інтенсивних методів знижується.

9.3.3. Вплив на довкілля харчової та легкої промисловості. Харчова та переробна промисловість, як і багато інших галузей народного господарства, є джерелом негативного впливу на навколишнє середовище. Широка номенклатура різних видів сировини та готової продукції, що випускається, разом з різноманітним та різним рівнем екологічної безпеки промислових технологій визначає значні відмінності у кількості та забрудненості виробничих відходів.

Виробництво харчових продуктів супроводжується утворенням рідких, газоподібних та твердих відходів, що забруднюють гідросферу, атмосферу та ґрунти. Але основною проблемою екології харчових виробництв є проблема води. Усі підприємства потребують велику кількість води, що використовується безпосередньо в технології основного продукту (пивоварна, спиртова, цукрова), для миття обладнання та інших цілей. Більшість цієї води у вигляді забруднених стоків виводиться із процесу та надходить у навколишнє середовище. Середньорічна кількість стічних вод на харчових підприємствах становить (м³): на 1 т хлібобулочних виробів – 2,9; на 1 т буряка у виробництві цукру – 1,7; на 1000 дал пива – 76; на 1 т пресованих хлібопекарських дріжджів – 170; на 1000 дал спирту – 1300. Значна частина цих стічних вод представлена сильно забрудненими водами, що характеризуються величиною ХСК (хімічне споживання кисню) від 2000 до 60000 мг О₂/дм³. Основною їх особливістю є високий вміст розчинених органічних речовин. Скидання таких вод у міські каналізаційні мережі не дозволяється, а вивід і збирання їх на “полях фільтрації” призводить до утворення токсичних речовин із неприємним запахом, що забруднюють атмосферне повітря на значній території. Крім того під ці споруди необхідно відводити значні площі земельних угідь сільськогосподарського призначення.

Найбільший негативний вплив на довкілля створюють м'ясна, цукрова, спиртова та дріжджова галузі харчової промисловості. Надходження забруднених стічних вод, що містять органічні речовини рослинного та тваринного походження, у природні водоймища призводить до погіршення умов життєдіяльності гідробіонтів внаслідок того, що на руйнування цих речовин витрачається кисень, який розчинений у воді і є одним з найважливіших умов життєдіяльності біоти водойм. Так, один літр стічних вод спиртозаводу, м'ясокомбінату або сир заводу може «зіпсувати» декілька тисяч літрів річкової або ставкової води.

Особливістю легкої промисловості є відсутність значних забруднень повітря інертними речовинами, тому підприємства розташовують у межах зони, призначеної для забудови.

На підприємствах бавовняної, льняної, вовняної промисловості виникають забруднення повітря пилом в процесі транспортування, сортування, обробки сировини. На фабриках первинної обробки сировини утворюється мінеральний

пил, що в основному складається з часточок ґрунту. На вовняних та льняних підприємствах утворюється органічний пил. Концентрація пилу у сортувальних та чесальних цехах бавовняних виробництв становить 2–16 мг/м³, а у ткацьких і прядильних 2–8 мг/м³.

Шкіряно-взуттєва промисловість після текстильної є найважливішою підгалуззю легкої промисловості і одна з основних забруднювачів навколишнього середовища. Основний техногенний тиск вона чинить на водні середовища. Стічні води містять вовну, кров, жири, сульфати, сульфіді, хлориди, хромати, луґи, кислоти тощо.

Осад стічних вод шкіряних підприємств складається з великої кількості завислих речовин. У ньому містяться хром, жир, сульфати, сульфіді, бактеріальні та біологічні забруднювачі. Через присутність великої кількості важкоокислюваних органічних речовин стічні води можуть загнивати.

Забруднення довкілля від діяльності трикотажної промисловості полягає у наявності двох потоків забруднюючих речовин:

- токсичного – з'являється внаслідок фарбування та обробки високо концентрованого продукту;
- нетоксичного – процес мерсеризації.

У стічних водах міститься близько 20 видів забруднювальних компонентів. Концентрація їх часто перевищує допустимі норми, тому необхідна попереднє очищення стоків від фарби. Осад стічних вод трикотажних комбінатів створюється у фарбувально-оздоблювальних цехах. Там містяться розчинні і нерозчинні суміші – це ганчір'я, волокна, зшита шліхта, волосся, фарба. Але головні забруднювачі – це розчини кислот, високомолекулярні препарати. Осад займає 1% загального об'єму води, яку очищують.

Підприємства хутрової промисловості для вичинки та фарбування хутра за рік потребують 9 млн. м³ води і витрачають різних хімічних речовин та сполук до 100 тис. тонн. Основний напрям інтенсифікації обробки шкіри полягає у застосуванні більш концентрованих технологічних розчинників та сухих реагентів, що розчиняються у капілярах сировини. Більш ефективним процесом є вичинка та фарбування хутра в органічних розчинах, без води. Токсичність стічних вод у хутровому виробництві зумовлюється наявністю у них шестивалентного хрому барвників та формаліну.

9.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу агропромислового комплексу на навколишнє середовище та його попередження

Єдиним шляхом виходу із зростаючої кризи визнано перехід до принципів сталого розвитку на основі комплексного агроекологічного підходу до формування агроландшафтів та агроecosистем, активного застосування в сільськогосподарському виробництві високих технологій, зокрема досягнень біотехнології, інформаційних технологій, екосистемного підходу, збереження та регулювання біорізноманіття. На жаль, аграрна і земельна реформи, що здійснюються в Україні, а також програми уряду і різних партій не враховують того, що агросфера ХХІ століття буде ґрунтуватися на зовсім інших принципах. Держава фактично не має науково обґрунтованої стратегії розвитку нової

агросфери України і здійснює багато кроків, які створюють значні труднощі на шляху її створення. Особливо необхідний виважений екологічний підхід до реформування аграрного сектору в надзвичайно чутливих до втручання людини екосистемах Карпатського регіону.

В умовах, що склалися нині в Україні, стратегія системи сільськогосподарського природокористування має передбачати (за М.М. Городнім):

- формування високопродуктивних і екологічно стійких агроландшафтів;
- гармонійне поєднання механізму дії економічних законів і законів природи в межах території з урахуванням лімітуючих чинників навантаження на сільськогосподарські угіддя, біологічні ресурси та ландшафти;
- впровадження вимог щодо екологічної безпеки в системі сільськогосподарського природокористування;
- забезпечення розширеного відтворення родючості ґрунтів шляхом формування та реалізації системи ґрунтозахисних природоохоронних заходів;
- забезпечення екологічно обґрунтованого поводження з пестицидами та агрохімікатами;
- формування механізму економічної, адміністративної та кримінальної відповідальності сільськогосподарських природокористувачів за порушення екологічних вимог;
- розроблення природоохоронних заходів на основі вимог міжнародного законодавства та підвищення його ролі в практиці сільськогосподарського природокористування;
- створення системи економічних стимулів виробництва екологічно чистої сільськогосподарської продукції на основі технологій біологічного землеробства;
- підтримання сприятливого в екологічному відношенні довкілля, інфраструктури та умов для праці, відпочинку і фізичного розвитку сільського населення;
- виведення з користування малопродуктивних сільськогосподарських угідь, насамперед у регіонах з високою розораністю земель.

З метою досягнення цих цілей необхідно:

- здійснити комплексну еколого-економічну оцінку (районування) території України з виділенням в її складі природоохоронних комплексів, у тому числі територій та об'єктів природно-заповідного фонду, земель для високоінтенсивного ведення сільськогосподарського виробництва та промислового будівництва, а також забруднених районів для здійснення цільових природоохоронних заходів;
- забезпечити виконання Національної програми охорони земель;
- підготувати і впровадити галузеві схеми збереження та відтворення земельних, водних, біологічних, зокрема рибних та лісових, мінерально-сировинних та інших природних ресурсів;
- здійснити землевпорядкування територій з урахуванням екологічної ситуації, що склалася, вилучення з обробітку радіоактивно і промислово забруднених, дуже еродованих, вторинно заболочених, засолених і підтоплених, екологічно

- уразливих земель;
- створити цілісну систему полезахисних і водозахисних лісонасаджень, заліснити яри, балки, піски та інші непридатні землі, забезпечити оптимальну протиерозійну лісистість території;
 - створити водозахисні зони вздовж берегів річок, водосховищ, озер і ставків, очистити їх від мулу, сформувати високоефективні гідрологічні системи;
 - забезпечити активний перехід на біологічні методи ведення сільського господарства та виробництво екологічно чистої продукції;
 - удосконалити розміщення сільськогосподарського виробництва з метою найбільш раціонального використання місцевих природних умов і ресурсів.

Охорона та попередження негативного впливу на повітряне середовище. Для охорони атмосфери важливо є забезпечення очищення вентиляційних газів тваринницьких комплексів та птахофабрик від забруднювачів. Для цього необхідне адаптування у вентиляційні системи повітроочисних установок. На даний час в Україні це практично не реалізується, хоча методи очищення газових потоків від аміаку та сірководню (основні забруднювачі) широко відомі і поширені. Ще одним шляхом попередження забруднення є використання природних дисперсних сорбентів (природних цеолітів, бентонітів, палигорськітів, глауконітів) у складі підстилки та введення їх в раціон кормів, чим досягається адсорбція аміаку та сірководню на цих сорбентах і відповідно зменшення забруднення навколишнього середовища. Використання в подальшому утвореного гною як добрива покращує його якості – досягається пролонговане виділення поживних елементів і покращене засвоєння їх рослинами.

На території України відповідними нормативними документами дозволено використання як дієтичної домішки до кормів домашньої худоби природного цеоліту. Використання природних цеолітів як кормових добавок дозволяє суттєво підвищити продуктивність тварин в тваринництві. Максимальний приріст маси дає підкормка цеолітизованими туфами із підвищеним вмістом кальцію. В травному тракті цеоліт сорбує на себе 10 - 20% аміаку і тим самим сприяє покращанню раціону. Через деякий час, коли в рубці утворюються значна кількість енергії, необхідної для біосинтетичних процесів, в тому числі і білку, цеоліт віддає аміак назад в рубцеве середовище, де відчувається дефіцит азоту. Отже, він виступає в ролі ефектора, який підтримує найбільш корисні умови для рубцевої ферментації та процесів біосинтезу. Вивчення впливу цеолітних добавок в корми в кількості від 1,5 до 5% від ваги кормів встановлено, що ці добавки приводять до збільшення приросту живої маси, збільшують інтенсивність росту молодняка і стійкості їх до шлунково - кишкових захворювань, одночасно зменшуючи забруднення навколишнього середовища.

Охорона та попередження негативного впливу на поверхневі води. Необхідною умовою ефективного захисту поверхневих вод від стоків тваринницьких ферм є встановлення очисних споруд для очищення від основного забрудника – іонів амонію. Із великої кількості відомих способів очищення стічних вод від іонів амонію для очищення сільськогосподарських

стоків найбільш широке застосування знаходять біологічні та адсорбційні із використанням як сорбентів природних мінералів, які володіють адсорбційними властивостями. До найбільш перспективних з економічного та екологічного відношення відносяться біологічні методи очищення стічних вод. Вони дають можливість не тільки вилучати з водних розчинів, але й повторно використовувати у виробництві деякі забруднювачі. Процеси окислення та інактивації протікають у спеціальних спорудах: біологічних фільтрах, аеротенках, біологічних ставках, полях зрошення і фільтрації. Біологічні фільтри - це металеві або залізобетонні резервуари, заповнені фільтрувальним матеріалом (шлак, керамзит, гравій, пластмаса, щебінь та ін.). Поширене поєднання біологічних та адсорбційних методів очищення. Так останнім часом створено спеціальний фільтр із завантаженням природними цеолітами, який знешкоджує рідину свинячого гною. Він дає змогу в гранично короткі терміни вирощувати зелену масу, а тому потім сам перетворюється на корм. Аеротенки використовують для біологічного очищення великої кількості стічних вод. Це бетонні або залізобетонні резервуари, через які повільно протікає суміш активного мулу і попередньо відстояної стічної рідини. Для підтримання мулу в завислому стані та подачі кисню рідину безперервно аерують. Активний мул - це субстрат, який заселений мікроорганізмами-мінералізаторами, здатними адсорбувати та окисляти у присутності кисню повітря органічні речовини стічних вод. Біологічні ставки – окислювальні (аеробні) та відновні (анаеробні) – дуже поширені для очищення стічних вод свинарських комплексів у природних умовах. Інтенсифікація знезараження стічних вод у біологічних ставках досягається за допомогою аерування їх мікроводоростями, які активно поглинають мінеральні сполуки, підлужують середовище до 9–10 рН, що сприяє інгібуванню сапрофітної та патогенної мікрофлори.

У харчовій та переробній¹ промисловості для очищення від органічних забрудників доцільно застосовувати біологічні методи очищення.

Всі відомі методи фізико-хімічного очищення стічних вод від барвників (які є наймасовішим забрудни ком стоків легкої промисловості) можна розділити на три основні групи. Перша група методів забезпечує вилучення забруднень перетворенням їх в осад шляхом сорбції на частинках гідроксидів металів, які утворюються в процесі реагентної обробки стічних вод. Методи цієї групи - коагуляція, реагентна напірна флотація, електрокоагуляція.

Друга група об'єднує деструктивні методи, які ґрунтуються на глибоких перетвореннях органічних молекул в результаті редокс-процесів. З деструктивних методів найбільш широко використовують очищення стічних вод окиснювачами, реагентною відновно-окислюючою, електрохімічною та електрокаталітичною деструкцією. Вони володіють рядом переваг, а саме: висока ефективність та технологічність, компактність і простота автоматизації та управління. Але поряд з перевагами в очищенні стічних вод окиснювачами існує і ряд недоліків: невисока ступінь окиснення хімічно стійких органічних речовин, в результаті чого можливе утворення більш токсичних речовин; складність апаратурного оформлення вузла генерування окислювача. За умови реалізації реагентної відновно-окислювальної деструкції потрібно проводити

доочищення стічних вод, а за умови реалізації електрохімічної та електрокаталітичної деструкції потрібна велика затрата електроенергії та застосування обладнання великих розмірів.

Третя група включає сепаративні методи, такі, як сорбція на активованому вугіллі та макропористих іонітах, інших видах сорбентів, в тому числі на природних сорбентах, зворотній осмос, ультрафільтрація, пінна сепарація, електрофлотація. Ці методи, виключаючи два останніх, забезпечують високу степінь очищення стічних вод.

Охорона та попередження негативного впливу на ґрунти та ґрунтові води. Відновлення та підвищення родючості ґрунтів засобами агротехніки отримало назву агрономічної меліорації. Її завдання — оптимізація всіх режимів ґрунту: поживного, водного, повітряного, теплового та фітосанітарного. Агрономічна меліорація охоплює заходи "сухого" землеробства, що базуються на обробітку ґрунту без обертання скиби, мульчуванні його стернею та іншими поживними рештками; застосування напівпарового обробітку ґрунту, досходового та післясходового боронування для боротьби з бур'янами і профілактичні заходи, що зменшують ураженість посівів шкідниками та хворобами; заходи для розширеного відтворення родючості ґрунту: внесення органічних та мінеральних добрив, в тому числі залишення в полі нетоварної частини врожаю, посів сидеральних культур тощо.

Як потенційне джерело вимивання поживних речовин і забруднення навколишнього середовища слід розглядати внесення мінеральних добрив. Зі збільшенням доз добрив коефіцієнт використання азоту зменшується, а втрати, як абсолютні, так і відносні, зростають. Втрати азоту в довкілля вимірюються тисячами тон лише на території України. Причому, це не тільки втрати зв'язаного азоту на виробництво якого затрачено відповідні кількості енергії та природного газу, але і втрати врожаю.

Для економного використання мінеральних добрив та мінімізації їх негативного впливу на агрокосистему необхідно виконати такі завдання:

- 1) впровадити заходи щодо зниження втрат елементів живлення рослин в період між внесенням добрив та їх засвоєнням;
- 2) знизити вміст шкідливих речовин (у першу чергу нітратів) в сільськогосподарській продукції (покращити її споживчу якість);
- 3) знизити трудовитрати в сільському господарстві за рахунок одноразового (за можливістю) внесення добрив;
- 4) покращити фізико-механічні властивості добрив – підвищити механічну та динамічну міцність, знизити гігроскопічність та злежуваність;
- 5) розширити та сумістити функціональні можливості добрив з іншими засобами, які вносяться в ґрунти (наприклад меліорантами, розкислювачами, пестицидами);
- 6) підвищити ефективність мінеральних добрив за рахунок зниження енергоємності виробництва, замінити високовартісні речовини, які застосовуються для виробництва добрива, менш дефіцитними та дешевшими, зменшити кількість відходів виробництва, що забруднюють навколишнє середовище.

Водорозчинні добрива найбільш легко засвоюються рослинами, однак внаслідок вимивання з ґрунту дощовими водами частина їх втрачається непродуктивно. Одним із шляхів запобігання забруднення навколишнього середовища мінеральними добривами є використання добрив з контрольованою розчинністю, зокрема капсульованих. Застосування капсульованих добрив дозволяє вивільняти компонент з контрольованою швидкістю, що збільшує ймовірність його засвоєння рослиною, також продовжує час дії добрива і зменшує їх вимивання до водних басейнів. Добрива в більш повній мірі виконують свою основну функцію - покращення живлення рослин та підвищення родючості ґрунту.

Проблема утилізації гною. У випадку використання гною як органічного добрива недотримання технології зберігання гною є однією з причин високої забур'яненості полів. Відомо, що в одній тонні підстилкового гною великої рогатої худоби міститься до 7 млн. насінин бур'янів. У випадку використанні такого гною на кожний гектар, що удобрюється, додатково заноситься від 0,15 до 350 млн. насіння бур'янів. Різко знизити кількість життєздатного насіння у рідкому та напіврідкому гної можна в процесі обробки його аміачною водою з розрахунку 10 л на 1 тонну. Збирання врожаю поточним способом та проведення комплексу агротехнічних прийомів боротьби з бур'янами шляхом дво-, триразового лущення стерні та застосування диференційованого основного обробітку ґрунту знижують забур'яненість посівного шару ґрунту на 40 - 60%.

Неухильним правилом підготовки ґрунту під посів слабokonкурентних до бур'янів овочевих культур є:

- обробіток за типом напівпару;
- правильне чергування культур у сівозміні;
- ретельна очистка посівного матеріалу;
- дотримання оптимальних норм, способів та строків посіву;
- застосування районованих сортів і гібридів; своєчасне знищення бур'янів; своєчасне та високоякісне збирання врожаю;
- внесення на поля лише перепрілого гною;
- дотримання протибур'янного карантину.

Для захисту навколишнього середовища від забруднення за умови використання безпідстилкового гною необхідно дотримуватися комплексу таких заходів:

- застосовувати науково - обґрунтовані норми внесення безпідстилкового гною, розраховані на забезпечення потреби культури в поживних речовинах для одержання запланованого врожаю. У цьому випадку не буде нагромаджуватися надлишок нітратів у рослинах та інфільтрація їх у підґрунтові води;
- не можна вносити безпідстилковий гній на поля, що затоплюються або підтоплюються;
- безпідстилковий гній необхідно вносити з врахуванням рельєфу в поєднанні з протиерозійним обробітком ґрунту, тобто з глибокою і контурною оранкою, з розпушенням орного шару ґрунту, кротуванням, лункуванням тощо. Це підвищує водопроникність ґрунту та запобігає забрудненню водних джерел

поверхневими стоками;

- не можна залишати поля не засіяними, максимально використовувати післязбирні культури. Це обмежує поверхневий стік гною та інфільтрацію нітратів;
- максимально застосовувати прийоми, що забезпечують біологічне поєднання та закріплення азоту в органічних сполуках за допомогою мікрофлори ґрунту.

Високий енергетичний потенціал гною дозволяє використовувати його як харчовий субстрат для інших організмів, які можна використовувати на корм тваринам, та одержання пального для різного користування. Наприклад, гній від 50 свиней у 15-градусний мороз дає можливість, після відповідного перетворення, опалювати приміщення площею 20 м², а влітку нагрівати 1200 л води на добу. Одним із шляхів раціонального використання енергії рідкого гною тваринницьких ферм є його метанове зброджування, в процесі якого знешкоджуються стоки, утворюється біогаз (метан) та зберігаються продукти бродіння як органічне добриво. Тривалість зброджування гною залежить від виду біомаси і температури зброджування. Для гною великої рогатої худоби та курячого посліду тривалість становить приблизно 20 діб, для свинячого гною – 10 діб. Активність мікробної реакції значною мірою визначається співвідношенням вуглецю та азоту. Найбільш сприятливі умови створюються за співвідношення C/N = 10–16. За добу від однієї тварини можна одержати таку кількість біогазу:

- велика рогата худоба (масою 500–600 кг) – 1,5 м³;
- свиня (масою 80–100 кг) – 0,2 м³,
- курка, кріль – 0,015 м³.

Для одержання біогазу можуть бути використані силос, солома, харчові відходи та ін. У середньому 1 м³ біогазу може дати 21–29 МДж енергії, яку можна використовувати для різних потреб сільського господарства. Підраховано, що кожна корова може забезпечити електричне освітлення невеликого приміщення протягом 10 тис. год. Цей напрям утилізації гною в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля тощо) має особливо велике значення.

Метанове зброджування рідких гнойових стоків здійснюється у біогазових установках, в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів, а також рослинних решток одержують біогаз метан та органічне добриво. Такі установки з одержання біогазу з відходів тваринництва використовують в США, Великобританії, Данії, Японії, Китаю, Індії та ін. Залежно від особливостей технології отримання біогазу розрізняють три типи біогазових установок: безперервні, періодичні та акумулятивні.

У безперервних установках свіжий субстрат завантажують у камеру зброджування безперервно або через певні проміжки часу (від 2 до 10 разів за добу), зброджена маса видаляється. Ця система дає можливість одержати максимальну кількість біогазу, але вимагає більших матеріальних витрат. У періодичній (циклічній) схемі є дві камери зброджування, які завантажують по чергово. У цьому випадку корисний об'єм камер використовується менш ефективно, ніж за безперервної схеми. У акумулятивній схемі сховище для гною

служить одночасно камерою збродження та зберігання перебродженого гною до його повного вивантаження.

9.5. Нові екологічно безпечні агротехнології

Зрозуміло, що подальше нарощування рівня хімізації сільськогосподарського виробництва надовго заведе його у глухий кут. Потрібно замість традиційного сільськогосподарського виробництва, яке має за пріоритети максимальний врожай за найменших затрат праці, впроваджувати методи *альтернативного сільського господарства*. Деякі аграрні організації, фермери як на Заході, так і в Україні стають на шлях “екологізації” та “біологізації” сучасного землеробства, тобто перетворення його в нешкідливий для природного середовища стан з можливістю забезпечення споживача чистими продуктами харчування. Для цього в першу чергу потрібно зменшити рівні використання всіх засобів хімізації і підвищити рентабельність господарства.

Суть альтернативного землеробства полягає у цілковитій або частковій відмові від синтетичних мінеральних добрив, пестицидів, регуляторів росту та харчових добавок. Комплекс агротехнічних прийомів базується на строгому дотриманні сівозмін, введенні в них бобових культур для збагачення ґрунту азотом, застосуванні гною, компостів та сидератів, проведенні механічних культивацій та захисті рослин біологічними методами. Ґрунти розглядаються як живий організм, в якому протікають складні фізико-хімічні та біологічні процеси. Прихильники альтернативного землеробства вважають, що удобрювати слід не рослини, а ґрунт, і виходять із принципу: “Від здорового ґрунту – до здорових рослин, тварин і людини”. Таке дбайливе ставлення до землі здавна було притаманне українському землеробові й збереглося донині серед справжніх трудівників сільського господарства України.

Альтернативні системи в рослинництві і тваринництві керуються екологічним імперативом і включають три основні компоненти:

- а) найбільш доцільні способи використання ресурсів;
- б) відтворення ресурсів і охорона їх від виснаження;
- в) заборона на внесення в агросистеми будь-яких ксентобіотиків.

Розробка конкретних технологій альтернативного землеробства триває вже близько 30 років. За станом на 1995р у країнах Європейської співдружності частка площ альтернативного землеробства складала 0,9% площі ріллі в цих країнах. Залежно від конкретних рішень в альтернативному землеробстві склалося кілька основних напрямків.

Біологічне землеробство. Як самостійний напрямок біологічне землеробство було запропоноване Лемер-Буше в 1964 р. Воно передбачає відмовлення від застосування мінеральних добрив, пестицидів та інших синтетичних хімічних препаратів. Родючість ґрунтів підтримується винятково за рахунок внесення органічних добрив: гною, сидератів (спеціально вирощені зелені рослини, що заорюються в ґрунт для збагачення її азотом і органічними речовинами – люпин, серадела, буркун і ін.) і т.п. Гній для прискорення мобілізації живильних речовин обов’язково компостують, він піддається

аеробному розкладанню. Гній і сидерати для поліпшення контакту з повітрям вносять у ґрунт лише поверхнево. Перелік засобів боротьби з бур'янами і шкідниками обмежується нетоксичними і слаботоксичними речовинами. Перевага віддається біопрепаратам: відварам піретруму, тютюну, кропиви, полину, хвоща. Велике значення в біологічному землеробстві відводять дотриманню сівозмін.

Органічне землеробство. Ця система — американський варіант біологічного землеробства і принципово від нього не відрізняється: також виключається застосування мінеральних добрив і пестицидів, але екологічні вимоги менш тверді. Заборона на застосування мінеральних добрив обмежується лише роком, що передує збору врожаю на даному полі.

Органо-біологічне землеробство ґрунтується на роботах Х.Валячи і Х.Мюллера, і особливо популярне в країнах Західної Європи. З погляду екології це найбільш продумана система, що дає можливість контролювати природність круговоротів речовини в агроекосистемах кожного окремого господарства. Біологізація виробництва в цій системі досягається за рахунок максимального стимулювання діяльності ґрунтової мікрофлори. Для цього сівозміни насичують бобовими культурами і кормовими злаками. Гній та дозволені до застосування несинтетичні добрива (томасшлак, доломіт, вапняк) вносять лише поверхнево. У деяких господарствах застосування синтетичних мінеральних добрив заборонено цілком і навіть гній купують лише на тих фермах, які самі працюють у системі альтернативного землеробства.

Біодинамічне землеробство. Основні ідеї цієї системи були закладені в публікації Р.Штайнера у 1924р, що містила багато оригінальних елементів. Біодинамічне землеробство орієнтується, насамперед, на використання біоритмів, властивій Землі і космічному простору. Ретельно враховуються також місячні цикли. Ця ідея перегукується з роботами О.Л.Чижевського (1976). Біодинамічне землеробство активно розвивається в країнах Західної Європи й іноді дає непогані результати. Так, була перевірена залежність врожаю кукурудзи від 18- і 6-річних місячних циклів. Ця перевірка довела, що піки максимальних врожаїв справді повторюються через кожні 18 - 19 років і охоплюють 5 – 8 - річні цикли, що йдуть послідовно і відповідають часу мінімальних місячних деклінацій (магнітне відмінювання – відхилення магнітної стрілки від географічного меридіану). Раціональна рекомендація біодинамічного землеробства щодо застосування для удобрення ґрунту борошна з водоростей, що містять велику кількість мікроелементів, у кількостях до 600 кг/га. Разом з тим ця система включає використання особливих біодинамічних компостних препаратів з рослин (кропиви, хвощ, пижма, валеріана), заготівлю і виготовлення яких варто проводити в строго визначений термін, що передбачаються розміщенням небесних тіл, які і забезпечують "активування" цих компонентів. Ця частина біодинамічного землеробства в прихильників традиційних технологій викликає великі сумніви.

Екологічне землеробство. Цей напрямок виявляється досить аморфною групою технологій і ідей, що передбачають ті чи інші способи екологізації землеробства. Суть напрямку пропагується ANOG — комітетом з вирощування

овочів і фруктів із природними властивостями. Система заснована на дотриманні сівозмін, що повинні забезпечувати природне збереження родючості ґрунтів. Додатково сівозміни насичують бобовими культурами, підбираючи рослини з кореневими системами різної глибини. Нерідко одне - два поля відводять під сидератори, що заорюють не тільки восени, але і навесні. Оброблення ґрунту в екологічному землеробстві мінімізоване. Воно полягає в розпушуванні, безвідвальній оранці, дискуванні. Боротьбу з бур'янами проводять переважно механічними і біологічними методами. Наявність деякої кількості бур'янів у посівах в екологічному землеробстві вважають навіть позитивним явищем, оскільки воно знижує ерозію ґрунту.

Звичайно ферми, що працюють у межах альтернативного землеробства, не дотримуються строго однієї з цих систем, а використовують об'єднання окремих елементів декількох з них. Так, в Англії на початку 80-х років біоферми займали площу 2400 га, дотримувалися чотирьохрічних сівозмін і використовували як добриво гній, соломку, фосфорит, морські водорості та інші "натуральні" речовини. Об'єми вироблюваного продовольства у всіх системах альтернативного землеробства поки що невеликі: у США - 2,4% вироблюваного продовольства, у країнах Західної Європи - 0,1 - 0,8%. В основному це пояснюється низькою економічною рентабельністю таких господарств, хоча ціни на біологічно чисту продукцію в 1,5-2 рази вищі, ніж на звичайну. Не вирішено проблему боротьби з бур'янами і шкідниками, особливо коли невеликі за площею ферми з альтернативним землеробством оточені масивами земель з інтенсивним веденням сільського господарства.

Прихильники альтернативного землеробства розуміли і розуміють, що повернення до екстенсивних методів ведення сільського господарства немає і бути не може. Для цього немає ні природних, ні соціальних умов. Потрібно створити принципово нову технологію, яка б задовольняла концепції одержання екологічно чистих продуктів в екологічно безвідходному виробництві за умов збереження високоякісного природного середовища.

У напрямку екологізації сільського господарства цікаві підходи так званого компромісного землеробства. Розробка компромісного землеробства проводилася приблизно одночасно в країнах Західної Європи і Росії, починаючи з кінця XVIII ст., але одержало розвиток і визнання лише наприкінці XX ст. Ідея компромісу складається у впровадженні в застосовувані способи впливу на поле і сільськогосподарські рослини таких прийомів, які б на додаток до максимізації виходу продукції запобігали або хоча б сповільнювали темпи втрати ріллею основної споживчої якості - родючості ґрунту і не приводили б до деградації природного середовища в агросфері.

Перспективним є застосування компромісного землеробства, та одного з варіантів – адаптивного рослинництва.

Компромісне землеробство передбачає включення до способів, що використовувалися, впливу на поле та сільськогосподарські рослини засобів, які б запобігали чи сповільнювали темпи втрати ріллею родючості ґрунту й не призводили б до деградації природного середовища.

Адаптивне землеробство передбачає використання індустриальних

сільськогосподарських систем з високою продуктивністю, що не перевищує екологічну рівновагу, спирається на використання адаптивних сортів нового типу і скорочене використання мінеральних добрив. Адаптивне рослинництво - це сукупність індустріальних сільськогосподарських систем з високою продуктивністю, що відповідають природним умовам і не порушують екологічної рівноваги. В принципі адаптивне рослинництво повинно спиратися на сорти нового типу. Замість інтенсивних сортів на поля повинні прийти сорти адаптивні.

Адаптивний сорт повинен відрізнятися такими особливостями:

- мати велику екологічну пластичність і тому давати врожай за умови широкої амплітуди зміни умов;
- бути скоростиглим;
- мати високу конкурентноздатність щодо бур'янів і бути стійким проти шкідників і хвороб;
- давати високий господарський врожай, тобто велику частку тих частин рослин, що використовує людина — насіння, бульби і т.п.;
- реагувати на поліпшення умов вирощування;
- бути придатним для вирощування в суміші з іншими сортами чи навіть іншими культурними рослинами.

У США з'явився напрямок так званих "адекватних технологій" у сільському господарстві, що спираються на місцевий ресурс — сорт, породу. Під керівництвом Г.Набхана почала працювати програма "Пошук тубільного насіння", реалізація якої може допомогти повернути у виробництво "родинні" народні сорти, менш продуктивні, але завдяки внутрішній генетичній розмаїтості істотно більш стійкі до шкідників, бур'янів, хвороб і коливань режимів вирощування. У сільському господарстві США просліджується чіткий перехід до "аграрної економіки", під якою розуміють рослинництво і тваринництво, що засноване на природних системах. "Аграрна економіка" розвивається на протигагу індустріальному сільському господарству. Для забезпечення збереження природного середовища важливо ретельне дотримання рівноваги в агроєкосистемах. Нормативи утримання тварин залежать від родючості ґрунту і типів його господарського використання.

Відповідно до балансових розрахунків для Східної Європи з урахуванням круговороту речовин у системі «ферма — гній — посіви - навколишнє середовище» на 1 га ріллі доцільно мати від 0,8 - 1,1 до 2,2 - 3,0 умовних голів худоби. Відхилення від цих параметрів завжди має однакові наслідки: дефіцит гною і деградація ґрунтів внаслідок заміни органічних добрив на мінеральні, чи деградація екосистем, викликана необхідністю інтенсифікації процесу кормовиробництва, а потім і деградація природного середовища.

Кінцева мета альтернативного землеробства – одержання екологічно чистої продукції рослинництва і тваринництва. Альтернативне землеробство не означає повернення до старої екстенсивної технології, хоч і не виключає використання окремих її елементів.

Контрольні питання

1. Яка роль агропромислового комплексу у загальній структурі економіки України?
2. Дайте характеристику рослинництва.
3. Дайте характеристику тваринництва.
4. Які потрібні природні ресурси для сільського господарства?
5. Які основні ресурси – продукти антропогенної діяльності необхідні для сільського господарства?
6. Окресліть основні технологічні процеси у рослинництві.
7. Вплив рослинництва на довкілля.
8. Які можливі екологічні проблеми в процесі використання добрив?
9. Назвіть основні технологічні процеси у тваринництві.
10. Негативний вплив відходів тваринництва на довкілля.
11. Методи очищення та утилізації відходів тваринництва.
12. Охорона та попередження негативного впливу сільського господарства на повітряне середовище.
13. Охорона та попередження негативного впливу сільського господарства на гідросферу.
14. Охорона та попередження негативного впливу сільського господарства на ґрунти та ґрунтові води.
15. Опишіть нові екологічно безпечні агроекології.

Розділ 10. БУДІВЕЛЬНИЙ КОМПЛЕКС



- 10.1. Загальна характеристика
- 10.2. Використовувані ресурси
- 10.3. Вплив на довкілля
- 10.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу будівельного комплексу на навколишнє середовище та його попередження
- 10.5. Нові екологічно безпечні технології в будівництві

10.1. Загальна характеристика

Будівельний комплекс – це самостійна галузь промисловості, яка є базою для економічного та науково-технічного розвитку всіх складових економіки держави. Рівень розвитку будівництва свідчить про економічний розвиток країни та рівень життя її населення.

Комплекс складається з промисловості будівельних матеріалів і власне будівництва (рис. 10.1).



Рис. 10.1. Структура будівельного комплексу

Промисловість будівельних матеріалів. В Україні виробництво будівельних матеріалів набуло порівняно високого розвитку завдяки значній сировинній базі та господарському освоєнню території.

Підприємства промисловості виробляють продукцію як з *природних матеріалів* (кам'яні, лісові), так і з *штучних* (керамічні, мінеральні в'язучі, бетонні, азбестоцементні, скло тощо). Виробництво будівельних матеріалів є

найважливішою складовою будівельного комплексу. Промисловість будівельних матеріалів має багатогалузевий характер і об'єднує галузі добувної (природний камінь та нерудні матеріали) та переробної промисловості (азбоцементні вироби, збірний залізобетон та ін.), а також змішані підгалузі, які об'єднують добування та переробку сировини і матеріалів. Специфіку промисловості будівельних матеріалів визначає ще й така її особливість, як широкий спектр та взаємозамінність продукції (бетонні вироби можна замінити цегляними, азбестоцементні – металевими тощо).

Основними принципами розміщення галузей промисловості будівельних матеріалів є орієнтація на сировину і на споживача (табл. 10.1).

Таблиця 10.1.

Розміщення галузей промисловості будівельних матеріалів

Орієнтація на сировину		Орієнтація на споживача	
• крейда	Полісся, Донецько-Дніпровська западина	• цегла	• найбільші міста, обласні центри
• вапно	Хмельницька, Вінницька, Львівська обл.	• азбестоцементні вироби	• Київ, Краматорськ, Балаклея
• цемент	Амвросіївка, Балаклея, Харків, Кривий Ріг, Кам'янець-Подільський.	• бетон і ЗБК	• найбільші міста
• будівельна кераміка (плитка, труби)	Харків, Київ, Слов'янськ, Славута	• скло	• Костянтинівка, Лисичанськ, Київ

На території України підприємства будівельної індустрії розміщені майже рівномірно, з найбільшою концентрацією у великих містах та промислових зонах. До головних районів промисловості будівельних матеріалів належать *Донбас та Придніпров'я*.

Окремі галузі виробництва будівельних матеріалів внаслідок недосконалих технологій та відсутності якісних очисних споруд завдають великої шкоди довкіллю. Особливо небезпечними в цьому відношенні є цементні заводи та кар'єри видобутку природного каменю, гіпсу, крейди та інших матеріалів.

До 2015 року товарну продукцію промисловості будівельних матеріалів прогнозується збільшити в порівнянні з 1997 роком у 3,3-3,4 рази, що на декілька пунктів вище за темпи зростання будівельно-монтажних робіт. Це пов'язано з необхідністю випереджального розвитку цієї галузі, підвищення технічного рівня її підприємств, якості продукції цієї інвестиційно привабливої галузі.

Нижчими темпами у відношенні до росту обсягів товарної продукції передбачається випуск конструкцій та виробів із залізобетону в зв'язку із заміною його на ефективні металоконструкції, що мають значно меншу

ресурсомісткість та масу. Відбудуться також значні зміни в структурі стінових матеріалів. В загальному їх обсязі зросте питома вага виробів із сучасних легких, пористих, ніздрюватих та багатошарових матеріалів (панелі типу "сендвіч" та ін.), які є більш екологічними як з точки зору матеріало- та енергозбереження, так і з точки зору безвідходності їх виробництва та використання.

Будівельні матеріали підрозділяють на природні та штучні.

До **природних будматеріалів** відносяться природні кам'яні матеріали. Це матеріали та вироби, отримані з гірських порід без зміни їхніх основних властивостей: пісок, гравій, бутовий камінь, граніти, мармури, базальти. Їх добувають у кар'єрах або шахтах.

Пористі м'які породи (вапняки, черепашники, туфи) розробляють найчастіше відкритим способом, використовуючи каменерізні машини.

Для одержання бутового каменю, щебеню, кам'яної крихти, штучного піску гірські породи розробляють вибуховим способом. Добуті брили та шматки породи піддають дробленню, сортуванню та збагаченню.

Пухкі гірські породи (пісок, гравій) – продукт природного руйнування та переміщення скельних порід з обкатаною формою зерен розміром від 5 до 100 мм, щебінь – матеріал із зерном від 3 до 70 мм (отриманий дробленням природного матеріалу або шлаків) розробляють відкритим способом за допомогою машин та механізмів (екскаваторів). За наявності біля кар'єру водойми використовують гідровидобуток: за допомогою гідромоніторів на розроблювальну породу під великим тиском направляють струмінь води, що розмиває породу. З отриманої пульпи в спеціальних місцях осаджують пісок та гравій, сортують і відправляють на склад.

Для одержання плит і блоків великих розмірів вибуховий спосіб не застосовують, а випилують чи виламують напівфабрикати з гірського масиву спеціальним устаткуванням або інструментами. Застосовують також реактивно-струминний метод: із сопла камери згоряння гасу в кисні подається з надзвуковою швидкістю (порядку 2000 м/сек) високотемпературний (вище 2500°C) газовий струмінь і руйнує породу. Отримані блоки розпилують чи розколюють і піддають подальшій механічній обробці.

Штучні будматеріали. Основа сучасного виробництва будматеріалів – виробництво в'язучих матеріалів. В'язучі – це такі матеріали, переважно порошкові, які в процесі змішання з водою або іншою рідиною утворюють пластичну масу, що перетворюється згодом (у результаті фізико-хімічних перетворень – гідратації, гідролізу, кристалізації, полімеризації) у міцне каменеподібне тіло. Цю властивість використовують для готування бетонів, будівельних розчинів, штучних кам'яних матеріалів, виробів та конструкцій.

Класифікація в'язучих приведена в таблиці 10.2. У відповідності з таблицею розрізняють такі в'язучі. Гідратаційні – усі традиційні в'язучі матеріали, що твердіють після змішання з водою. Повітряні – здатні твердіти, підвищувати та зберігати міцність тільки на повітрі. Гідравлічні – твердіють, підвищують і зберігають міцність не тільки на повітрі, але й у воді. Коагуляційні – в'язучі, що є колоїдними системами і твердіють за рахунок коагуляційного

структурування. Поліконденсаційні – в'язучі матеріали, що твердіють у результаті протікання реакцій полімеризації та поліконденсації.

Таблиця 10.2

Класифікація в'язучих

Гідратаційні		Коагуляційні		Поліконденсаційні (полімеризаційні)		
Повітряні	Гідравлічні	Неорганічні	Органічні	Неорганічні	Органічні	Елемент-органічні
Гіпсові	Гідравлічне вапно	Глина	Бітум Дьоготь	Розчинне скло та в'язучі на його основі	Фенолформальдегідні епоксидні	Кремній-органічні смоли
Вапно повітряне	Цементи					

В'язучі з дрібним наповнювачем (піском) утворюють будівельні розчини, у суміші з дрібним та крупнозернистим наповнювачем (гравій, щебінь) – бетони. Нижче приведений аналіз технологій виробництва найбільш поширених будівельних матеріалів та виробів.

Гіпс. Сировиною для виробництва гіпсових в'язучих служить природний гіпсовий камінь $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, а також природний ангідрит CaSO_4 . Це осадові породи. З кар'єрів на завод надходить сировина у вигляді шматків. Сировина вимагає попереднього помелу та підсушування. Помольні агрегати виділяють в атмосферу пил (1 м^3 газів, що відходять, містить близько 1 кг гіпсового пилу).

Низькообпальні гіпсові в'язучі одержують в процесі нагрівання $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ до $150\text{-}160^\circ\text{C}$. У результаті такої обробки одержують напівводний гіпс



Процес проводять у котлах або в обертових барабанах, які використовуються в інших виробництвах як сушарки.

Таблиця 10.3

Техніко-економічні показники дегідратації гіпсу в різних апаратах

Найменування обладнання	Продуктивність, т/год	Питома витрата		
		умовного палива, кг/т	електроенергії, кВт·ч/т	металу, кг/т
Котел (15 м^3)				
тв.паливо	7,2	52	26,4	2,5
газ, мазут	7,2	40	27,0	2,5
Котел (25 м^3)				
тв.паливо	11,2	52	29,0	2,4
газ, мазут	11,2	40	30,0	2,4
Сушильний барабан	8,0	42	30,0	3,8

Твердіння в'язучого полягає в поступовому перетворенні пластичної маси в каменеподібну. З хімічної точки зору твердіння напівгідрату – це його гідратація:



Високообпальні гіпсові в'язучі одержують в процесі випалу сировини за температури 700-800°C. Вода у цьому випадку втрачається цілком. Продукт подрібнюють і додають кристалізатор твердіння – CaO, суміш Na₂SO₄ з FeSO₄.

Вапно. Повітряне вапно – в'язуче, яке одержують випалом карбонатних порід (вапняку, крейди) до повного видалення CO₂ за температур 1000-1200°C:



Процес здійснюють у шахтних, обертових печах або у печах з киплячим шаром. Вапно можна одержувати як сухим, так і мокрим способом. У мокрому способі одержання вапна сировину (крейду) подрібнюють з водою до одержання сметаноподібної маси вологістю 37 - 44%. Після усереднення її подають насосами в довгу обертову піч на випал. Недолік методу – підвищена витрата палива на випар води.

Таблиця 10.4

Тепловий баланс печей випалу вапна

Тип печі	Витрати тепла, %				
	корисно використано	на випар H ₂ O	нагрів газів, що відходять	Витрачається корпусом	відходить з продукцією
Шахтні					
Пересипна	77,7	3,5	6,9	10,2	9,2
З винесеною топкою	69,6	3,1	15,3	9,5	2,5
Обертові					
Коротка	59,0	8,7	18,7	12,8	0,8

Отримане вапно у вигляді шматків 5-10 см називаються шматковим вапном або киплячим вапном.

Гідравлічне вапно – продукт, отриманий випалом (за температури, нижче температури спікання) вапняків, що містять від 6 до 25% глинистих та піщаних домішок. Сировина для виробництва такого вапна характеризується гідравлічним модулем, тобто відношенням вмісту CaO до вмісту кислотних оксидів:

$$m = \frac{C(\text{CaO})}{C(\text{SiO}_2) + C(\text{Al}_2\text{O}_3)}$$

Значення m може коливатися від 9 до 1,7. Чим вище значення гідравлічного модуля, тим ближче за властивостями отриманий продукт до повітряного вапна. Чим вище гідравлічний модуль, тим більш яскраво вираженими гідравлічними властивостями володіє вапно і тим більше в ньому CaO. Сильногідравлічне (m = 9 – 4,5) вапно інтенсивно гаситься водою, слабогідравлічне (m = 4,5 – 1,7)

гаситься повільно, якщо $m = 2,2 - 1,7$, то вапно за властивостями наближається до цементу і називається цементним.

В процесі взаємодії гідралічного вапна з водою протікають процеси, характерні як для повітряного, так і для гідралічного твердіння. Для перших характерний перехід (гідратація) CaO в Ca(OH)_2 , для інших – поступова гідратація силікатів, алюмінатів та феритів кальцію з утворенням гідратів. Через двоїсте проходження процесів для гідралічного вапна рекомендують комбінований режим твердіння: спочатку – повітряно-сухий, потім – вологий.

Витрата умовного палива для одержання гідралічного вапна – 12 - 14% від його маси (120-140 кг/т вапна). Гідралічне вапно більш міцне ніж повітряне, але його міцність уступає іншим в'язучим речовинам.

Цемент. Основне мінеральне в'язуче – портландцемент. Це продукт тонкого помелу цементного клінкеру, в процесі подрібнення в клінкер вводять 1,5 - 3,5% гіпсу, до 15% активних мінеральних добавок.

Для одержання клінкеру використовують природні мергелі або суміші вапняку чи крейди з глиною. Доменні шлаки, паливні золи, нефелінові шлаки та деякі інші виробничі відходи можна використовувати для часткової заміни карбонатних чи глинистих компонентів шихти. Склад клінкеру: 62 - 67% CaO , 20 - 24% SiO_2 , 4 - 8% Al_2O_3 , 2 - 6% Fe_2O_3 .

Процес одержання портландцементу складається з видобутку сировинних компонентів, підготовки суміші, випалу суміші до спікання (одержання клінкеру), подрібнення продукту (з добавками) у порошок (одержання цементу).

Існує 2 способи одержання цементу – сухий та мокрий. У мокрому способі суміш подрібнюють у млинах з додаванням води, в результаті одержують шлам, що містить 35 - 42% води. У сухому способі компоненти висушують, подрібнюють і змішують (сировинне борошно).

Більш розповсюдженим і одночасно більш енергомістким є мокрий спосіб.

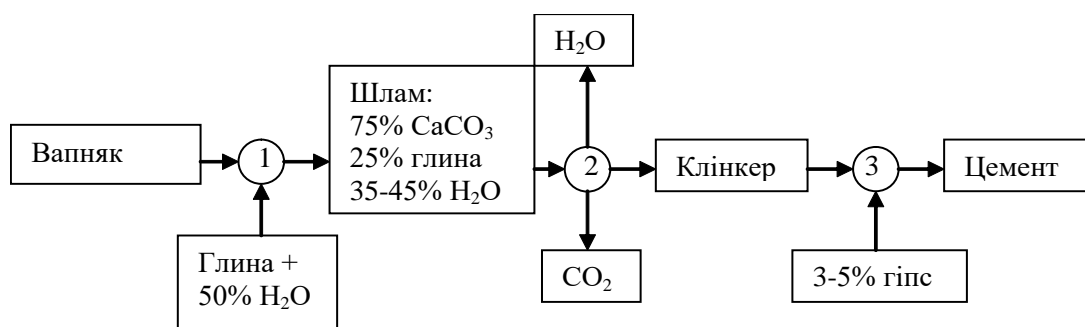


Рис.10.2. Схема виробництва портландцементу за мокрим способом: 1 - стадія підготовки суміші, 2 – стадія випалу (утворення клінкеру), 3 – стадія помелу (утворення цементу).

Технологічний процес одержання цементу складається з таких технологічних операцій:

1 - підготовки суміші. Усереднення сировинної суміші проходить в усереднювачах (здебільше радіального типу), в яких перемішування сировини здійснюється з допомогою рамних мішалок.

2 - випал суміші (одержання клінкеру). Випал суміші відбувається в обертовій печі (барабан з товстої листової сталі, нахилений під кутом 3 - 4°, довжиною до 230 м, діаметром до 7 м, футерований зсередини вогнетривами). У нижній розвантажувальній частині розташована форсунка, яка працює на рідкому, пилоподібному чи газоподібному паливі. Піч обертається з частотою 1,3 об/хв. Сировинна суміш рухається назустріч гарячим газам, обпікається і перетворюється в клінкер. У процесі випалу за температури 100°C із суміші видаляється вільна вода, за 500 - 700°C (зона підігріву) – видаляється хімічно зв'язана вода з мінералів, що входять до складу глин. За 900°C розкладається CaCO_3 , за 1200°C утворений CaO вступає у взаємодію з продуктами термічного розкладу глинистих матеріалів. У зоні 1250 - 1300°C утворюється $\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (двокальцієвий силікат), $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (трикальцієвий алюмінат), $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (чотирикальцієвий алюмоферит). За 1300-1450°C утворюються кристали $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$. Вихідний клінкер швидко охолоджується в холодильнику до 60 - 80°C, що сприяє підвищенню якості цементу. Випал відбувається у протитоку, тому відходячі гази захоплюють дрібні частинки сировини. Добовий пиловиніс складає десятки тонн.

3 – помел клінкеру (з добавками) у порошок (одержання цементу). Для того, щоб клінкер виявив в'язучі властивості, його необхідно подрібнити від 50 мм (середній розмір зерна клінкеру) до 200 мкм. Для помелу клінкеру використовують кульові або стержневі млини. Діаметр їх 2 - 4м, довжина – 10 – 15 м, продуктивність – 10 – 85 т/год.

В процесі помелу 1 т клінкеру витрачається:

- 25 - 30кВтгод електроенергії,
- питома витрата металу від стирання складає 0,7 - 1,5кг. Тому за умови тривалої роботи млинів їхня продуктивність зменшується, їх періодично довантажують, а через 1800 - 2000 год роботи цілком перевантажують мелючі тіла.

Сухий спосіб виробництва цементу відрізняється від мокрого тим, що на першій стадії (підготовка суміші) усереднення складу сировинної суміші здійснюють у сухому вигляді – шляхом перемішування порошоків сировинних компонентів.

Кожен із способів виробництва цементу має свої переваги і недоліки. Так, у мокрому способі в присутності води полегшується подрібнення матеріалів, простіше досягається однорідність суміші, надійніше та зручніше транспортування шламу, кращі санітарно-гігієнічні умови праці. Але витрата теплоти на випал суміші на 30 - 40% більша, ніж у сухому способі, необхідна більш велика робоча ємкість печі, тому що в ній відбувається випаровування води зі шламу.

Основною перевагою сухого способу виробництва цементу є зниження витрати теплоти на випал клінкеру (до 3,4 – 5 МДж/кг у порівнянні з 5,8 – 6,7 МДж/кг для мокрого способу) Однак ускладнюється процес коректування

складу шихти, ускладнюється устаткування, підвищується витрата електроенергії. За техніко-економічними показниками сухий спосіб значно перевершує мокрий: капітальні витрати на спорудження заводу на 5 - 10% менше, ніж заводу тієї ж потужності, що працює за мокрим способом; за рахунок економії палива знижуються на 2,5 – 5% річні експлуатаційні витрати.

У мокрому виробництві цементу:

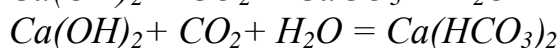
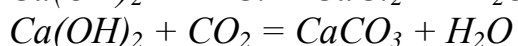
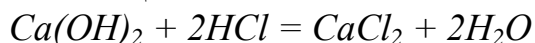
- питома витрата тепла – 6500 МДж/т клінкеру,
- енерговитрати – 14-22кВтгод/т клінкеру,
- концентрація пилу в повітрі, що відходить – 250 г/м³.

У сухому виробництві цементу:

- питома витрата тепла – близько 3500 МДж/т клінкеру,
- енерговитрати – 25кВтгод/т клінкеру,
- пиловиніс складає 3 - 4% (об'єм газів, що відходять, менше, що знижує вартість обезпилення).

Вироби на основі цементу. Бетон почали використовувати з середині ХІХ ст. Його виробляють з цементу, піску та заповнювачів (щебінка, галька).

Залізобетонні плити (стовпчики, стояки, панелі перекриття та ін.). Спочатку зварюють арматуру і кладуть її у формівний ящик, який заливають бетонним розчином. Через добу, після застигання розчину, одержують готову плиту перекриття чи інші вироби. Кислотоутворюючі оксиди є агресивними для бетону, у середовищі «кислотних» дощів можливе руйнування бетонних конструкцій. Речовини, що містяться в навколишньому середовищі вступають у хімічну взаємодію зі складовими цементного каменю, що обумовлює процеси хімічної корозії. Наприклад, вплив на бетон кислот, СО₂ приводить до розчинення цементного каменю:



Азбестоцемент. Як сировина використовується природний або штучний азбест та цемент. Промисловість спеціалізується на виробництві шиферу та труб. Продукція є крихкою, тому легко б'ється в процесі перевезення.

Бітумні та дьогтьові в'язучі. Бітумні в'язучі – складні суміші вуглеводнів та їхніх неметалічних похідних (сірка, кисень, азот) природного та штучного походження. Природні бітуми дуже дорогі і досить рідкісні, тому застосовуються тільки у виробництві бітумних лаків. Залишкові бітуми (гудрон) утворюються в процесі розгонки нафти, за в'язкістю розділяються на тверді, напівтверді та рідкі. Тверді та напівтверді бітуми використовують для одержання дорожніх покриттів, покрівельних рулонних матеріалів, бітумних мастик і лаків, рідкі – тільки для одержання дорожніх покриттів.

Дьогтьові в'язучі одержують як побічний продукт в процесі переробки на хімічних заводах твердого органічного палива. Найчастіше використовують кам'яновугільний дьоготь та кам'яновугільний пек. Кам'яновугільний дьоготь – в'язка рідина з характерним запахом фенолу та нафталіну. Кам'яновугільний пек – токсична речовина.

Органічні в'язучі широко використовуються у будівництві доріг (до 75% від зробленої кількості) у вигляді асфальту й асфальтобетону, укладанні підлог промислових будинків, для виготовлення покрівельних матеріалів (просоченням картону, паперу одержують руберойд, толь, матеріали без основи – брізол, ізол, склоруберойд виготовляють покриваючи бітумом полотно із скловолокна).

Бітумні та дьогтьові в'язучі пластичні, розчинні в органічних розчинниках, водонепроникні. До недоліків можна віднести: підвищену крихкість в інтервалі від'ємних температур, знижену теплостійкість, горючість.

Розчинне скло та його похідні. Розчинне скло – технічний продукт, що складається із силікатів лужних металів $M_2O \cdot mSiO_2$ (M – Na, K; m – кількість молекул SiO_2).

Існують сухі та мокрі способи одержання розчинного скла.

Сухі – сировинну шихту, що складається з кремнеземних (пісок, кремнезем) та лужних (сода, Na_2SO_4 , NaOH, KOH) матеріалів плавлять за високої температури, прохолоджують і розчиняють.

Мокрі – засновані на розчиненні кремнезему в розчинах лугів під тиском в автоклавах: $2MOH + mSiO_2 = M_2O \cdot mSiO_2 + H_2O$. У цьому випадку розчинне скло одержують минаючи стадію розчинення.

Рідке скло – густий в'язкий розчин. На практиці використовують маси, що представляють собою композиції з наповнювачами (наприклад, кварцовим піском) та рідке скло. Властивості затверділої маси залежать від концентрації вихідного розчину рідкого скла: з розведених розчинів одержують пухку масу, з концентрованих – щільну та міцну.

Полімербетони – це матеріали, які одержують із мінерального в'язучого, полімеру та наповнювача. У випадку введення до складу полімерцементного бетону арматури (у виді стрижнів або волокон) одержують армополімерцементні бетони (армополімербетони) високої міцності. Такі будматеріали застосовують у хімічній, гірничо-металургійній, нафтовій промисловості (там, де конструкції піддаються постійному агресивному впливу і де звичайний бетон і сталь не можуть бути ефективно використані). Їх застосовують для виготовлення хімічно стійких підлог, ємностей та трубопроводів для агресивних та біологічно активних рідин.

Крім полімербетонів у будівництві використовують інші вироби з полімерних матеріалів. Залежно від властивостей полімерів в процесі їх нагрівання та охолодження їх розділяють на термопластичні та термореактивні. Термопластичні полімери розм'якшуються в процесі нагрівання і тверднуть в процесі охолодження. Термореактивні полімери тверднуть під дією нагрівання і тиску і не розм'якшуються у випадку повторного нагрівання. До цієї групи відносяться фенолформальдегідні, карбамідні, епоксидні полімери.

Процес виготовлення будівельних виробів із пластиків включає:

1- підготовку сировинних компонентів (дроблення, помел та просівання твердої сировини, готування суспензій або емульсій),

2- приготування композицій, у які входять наповнювачі (порошкоподібні – крейда, тальк, деревне борошно, волокнисті – деревні чи скляні волокна, шаруваті – папір, тканина, деревний шпон), які додають пластикам високу

міцність, теплостійкість, довговічність, затверджувачі (наприклад, для скорочення часу затвердження фенолформальдегідних полімерів вводять кислоти), пластифікатори (застосовують для поліпшення формувальних властивостей пластмас, використовують дібутилфталат, камфору, олеїнову кислоту та ін.), барвники (органічні або мінеральні). Процес здійснюється в змішувачах періодичної або безперервної дії,

3- формування виробів різними методами (лиття, лиття під тиском, екструзією, каландрування, пресування і т.д.).

Лиття – найпростіший спосіб одержання виробів, суть полягає в розливі розплавленого полімеру у форми, де він застигає, здобуваючи задану форму. Його використовують для одержання аркушів, стрижнів, брусків. Лиття під тиском здійснюють за допомогою спеціальних машин. Це високопродуктивний спосіб, що може бути цілком автоматизований, його використовують для одержання трубопровідної арматури, електротехнічних, санітарно-технічних виробів.

Екструзія – безперервне профільне видавлювання, виконується на екструдерах – апаратах безперервної дії. Цим методом виготовляють труби, поручні, плінтуси, стрижні, аркуші, плівки.

Каландрування – формування виробу в зазорі між обертовими валками каландрів, що утворюють стрічку виробу заданої товщини та ширини, використовується у виробництві плівок, рулонних матеріалів для підлоги.

Процес пресування полягає в заповненні прес-порошком (термореактивні полімери, наповнювач, пластифікатор і ін.) прес-форми, що обігрівається, (матриці) і обробка його тиском. Так виготовляють ванни, раковини, мийки й інші великогабаритні вироби.

Будівельна кераміка. Керамічними називають штучні кам'яні матеріали та вироби, які одержують з глин або їхніх сумішей з мінеральними добавками шляхом формування і наступного обпалювання.

До будівельної кераміки відносять керамічні вироби, які засосовують у будівництві будинків, їхньому облицюванні, у будівництві каналізаційних та дренажних споруд, сантехнічних вузлів і ін.

Будівельні керамічні вироби та матеріали залежно від призначення поділяються на:

- стінові (цеглини і будівельні камені, блоки і панелі),
- елементи перекриттів (пустотілі камені, балки, панелі перекриттів),
- кераміка для зовнішнього облицювання (цегла, фасадна плитка, килимова кераміка),
- кераміка для внутрішнього облицювання (глазуровані плитки, плитки для підлог),
- покрівельні (черепиця різних видів),
- труби каналізаційні та дренажні,
- санітарно-технічні (раковини, ванни, унітази і т.д.),
- кислототривкі (цеглини, плити, труби),
- дорожні (цегла, камені),
- вогнетривкі (цегла й інші фасонні вироби),

- теплоізоляційні і легковагові: керамзит, аглопорит.

Основна сировина у виробництві кераміки – глина, у яку вводять пісні добавки, вигоряючі добавки, флюси.

До пісних добавок відносяться: кварцовий пісок, шамот (продукт випалу глини за 900-1400°C, в процесі випалу глини втрачають пластичні властивості), шлаки і золи, крім того, використовують здрібнений бій керамічних виробів. Вони зменшують усадку виробів та внутрішні напруження.

До вигоряючих добавок відносяться: пилоподібне тверде паливо, відходи вуглевидобутку, тирсу. Вони підвищують спучування маси в процесі випалу за рахунок утворення CO, CO₂, H₂, H₂O.

Флюси (плавні) це польові шпати, склобій, крейда, доломіт. Ці речовини поліпшують вогнетривкість, знижують температуру випалу виробів.

Незважаючи на різноманіття форм та розмірів, технології виготовлення подібні і зводяться до:

- видобутку сировини в кар'єрах,
- транспортування на заводи,
- підготовки сировинної маси (здрібнювання, зволоження, перемішування компонентів) трьома методами: пластичним з використанням води чи пари, сухим - із сушінням сировини до вологості 1 - 2%, шлікерним - змішанням з водою глини і пісних добавок),
- формуванню виробів трьома методами: пластичним – вологість сировини 18 - 23%, сухим – вологість сировини 2 - 8% і способом лиття – з використанням як сировини шлікеру вологістю 40 - 60%,
- природному та штучному сушінню виробів (природне – під навісами в сушільних сараях не вимагає витрат палива, але продовжується тривалий час – 10-15 діб, вимагає великих площ і залежить від температури та вологості навколишнього середовища; штучне - триває залежно від товщини виробу від декількох годин до 1 - 3 діб, виконують його в камерних сушарках періодичної дії або в тунельних безперервної дії, у яких вироби та теплоносії рухаються назустріч один одному. Недоліки камерних сушарок: нерівномірність сушіння по довжині та ширині камери, тривалість процесів завантаження та вивантаження виробів. Переваги тунельних сушарок: потоковість виробництва, високий рівень механізації, висока продуктивність праці),
- випалу виробу, під час якого зростає міцність, щільність, морозостійкість виробу. В процесі випалу протікають складні фізико-хімічні процеси: у початковий період випалу з виробу-сирцю видаляється вільна вода (температуру до 200°C піднімають повільно, щоб не зруйнувати виріб інтенсивним паротворенням), за 450 - 700°C вигоряють органічні домішки і видаляється хімічно зв'язана вода, керамічна маса безповоротно втрачає пластичні властивості. Подальше нагрівання приводить до спікання легкоплавких сполук керамічної маси та мінералів-плавнів. Розплав обволікає частки, що не розплавився, заповнює пори між ними, зближає їх і ущільнює всю масу. У розплаві відбувається утворення нових сполук, кристалізація яких в процесі

остигання забезпечує перетворення вихідного матеріалу в міцний моноліт,

- охолодження виробів, яке необхідно проводити повільно щоб уникнути появи місцевих напружень та розривів керамічних мас.

Найпоширенішим видом будівельної кераміки є *цегла*. Цеглу в Україні виробляють декілька тисячоліть. Розрізняють цеглу глиняну та силікатну. Для виробництва першої використовують червону глину, другої – силікатні піски та вапняки. Виробництво цегли є досить матеріаломістким і прив'язане до споживача.

Для виробництва цегли використовуються в основному легкосплавні глини середньої пластичності, що містять до 45 – 50% піску без великих включень вапна та каменю. Цегельні глини містять 53 - 81% – SiO_2 , 7 – 23% – Al_2O_3 , 2,5 – 8,0% – Fe_2O_3 , 0,7 – 13,8 – CaO , 0,5 – 2,0% – MgO . Втрати в процесі прожарювання цієї глини становлять від 3,3 до 13,3%, її лінійна усадка в процесі сушіння – 5 - 12%, а лінійна усадка за температури випалювання 1000°C – 5 - 9%; водопоглинання після випалювання за температури 1000°C – 8 - 20%.

Добута в кар'єрі та доставлена на виробництво глина піддається обробці, в результаті якої розпадається її природна структура, вона рівномірно перемішується з добавками, зволожується до стану однорідного робочого тіста. На рис. 10.3 зображена технологічна схема виробництва керамічної цегли.

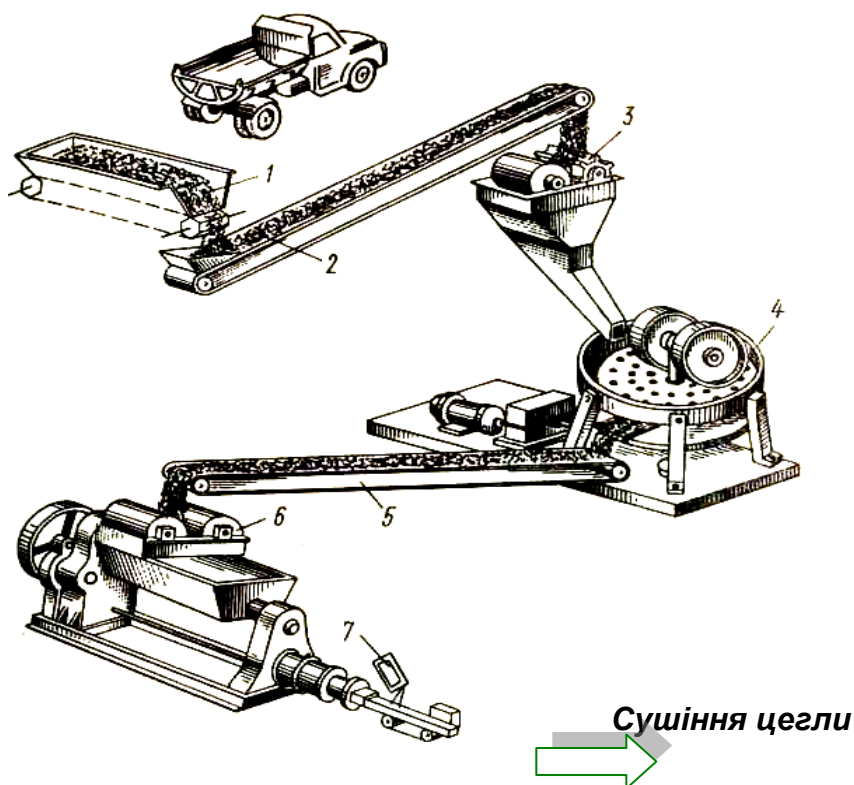


Рис.10.3. Технологічна схема виробництва керамічної цегли: 1 – ящиковий подавач суміші; 2 – транспортер; 3 – дроблення глини та відділення каменю на вальцях; 4 – помел глини на бігунах; 5 – транспортер; 6 – формування цегли на стрічковому пресі; 7 – різка цегли-сирцю на автоматі.

Подрібнена сировина обробляється на валкових дезінтеграторних подрібнювачах. Глина з кам'янистими включеннями надходить на бігуни мокромо помелу, котрі складаються з чаші з дірчастим дном та двох катків. Глина подрібнюється цими катками і продавлюється через отвір на дні чаші. В бігунах глина витримує стискуючі навантаження, періодично потрапляє під каток. Продуктивність бігунів 10 – 28 т/год і більше. Масу, яка пройшла обробку на валкових подрібнювачах, спрямовують на бігуни тонкого помелу, після чого вона надходить до глиномішалки. Глиномішалки мають довжину 3 – 4 м, їх продуктивність до 30 м³/год, що забезпечує випуск 10 тис. штук цегли на годину. Маса у глиномішалці зволожується водою чи парою, внаслідок чого підвищується її здатність до формування та поліпшуються сушильні якості сирцю. Формування цегли здійснюється на стрічковому пресі за пресового тиску не менш за 2 – 5 кг/см². Продуктивність стрічкового пресу становить 4 - 5 тис. штук цегли за годину. Для поліпшення формівних властивостей маси з неї вилучають повітря, тобто піддають вакуумуванню, що забезпечує більш стійке скріплення між собою глиняних часточок. Після цього у масі залишається близько 1% повітря. Продуктивність вакуумних стрічкових пресів від 5 до 10 тис. штук цеглин за годину і більше. Глиняний брус, який виходить зі стрічкового пресу, розрізається на окремі цеглини за допомогою напівавтоматичних чи автоматичних різальних верстатів. Потім відбувається процес сушіння. В цьому процесі вода цеглин переходить із рідинного стану в пароподібний та відводиться у навколишнє середовище.

Сушіння цегли – природне (на повітрі), яке відбувається за рахунок теплової енергії сонця, дешевше але штучне, яке відбувається за рахунок тепла, спеціально отриманого у відповідних установках, значно ефективніше. Процес випалу умовно поділяють на три періоди: прогрів, випал та охолодження. У період прогріву з сирцю виділяється гігроскопічна та гідратна волога, згоряють органічні домішки, рівномірно прогрівається маса і розкладаються карбонати. В процесі випалу відбувається розплав найбільш плавкої частини глини, яка окутує нерозплавлені частки глини і спікає масу. Період охолодження супроводжується утворенням твердої цеглини.

Випал цегли відбувається у печах безперервної дії – кільцевих та тунельних. Недоліки: використовується дуже багато води, яка потрапляє у повітря разом зі шкідливими газами та паром.

Скловироби. Склом називають аморфні тіла, що мають механічні властивості твердих тіл і отримані шляхом переохолодження розплавів. Скло буває природним (утвореним в результаті діяльності вулканів – обсидіан) і штучним.

За призначенням скло підрозділяють на:

- технічне (оптичне, хімічне, медичне, ізоляційне),
- будівельне (віконне, вітринне, армоване, лицювальне, мозаїчне, склоблоки),
- побутове.

Особливість одержання скла – спільність технології:

- підготовка сировинних матеріалів,

- підготовка однорідної шихти,
- варіння скла,
- формування виробу,
- заключна термічна, хімічна чи механічна обробка виробу.

Сировинні матеріали виробництва скла поділяють на основні (кварцовий пісок SiO_2 - вміст у шихті складає 60 - 75%, сода Na_2CO_3 , поташ K_2CO_3 , вапняк, сульфат натрію Na_2SO_3 , глинозем, крейда) і допоміжні (барвники, освітлювачі - речовини, що знебарвлюють скло).

Як барвники використовують сполуки заліза (синьо-зелений, жовтий, коричневий колір), сполуки марганцю (фіолетовий), кобальту (синій), хрому (зелений), нікелю (димчастий чи червонясто-фіолетовий), селену - офарблює скло в червоний та рожевий кольори, золото дає колір «золотий рубін» – від темно-червоного до рожевого фарбування, срібло – золотаво-жовтий, мідь – «мідний рубін» – яскраво-червоний.

Освітлювачами є нітрати, оксиди миш'яку і сурми, сульфат натрію, сполуки фтору та амонію. Знебарвлюючими речовинами є сильні окиснювачі: нітрати, оксиди миш'яку, сурми й ін.

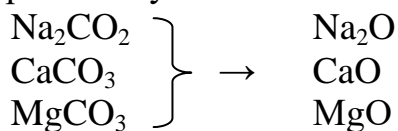
Основну сировину піддають подрібненню та збагаченню за допомогою магнітної сепарації та флотації з метою видалення сполук заліза. Шляхом змішування сировини готують шихту. Звичайно будівельне скло готують з 5- або 6-компонентної шихти. Склад шихти попередньо розраховують, звичайно, на 100 масових частин скла. Наприклад, склад листового скла, %

- SiO_2 – 72,5,
- Al_2O_3 – 1,5,
- CaO – 8,5,
- MgO – 3,5,
- Na_2O – 14,0.

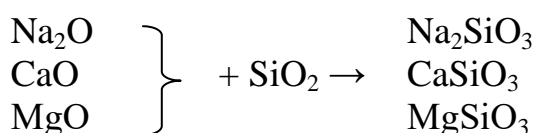
Потім скло варять. Середовище варіння може бути окисним (надлишок кисню в печі), відновним (надлишок CO у печі) або нейтральним.

Варіння скла умовно розділяють на 5 стадій:

1 – стадія силікатоутворення. За $300-400^\circ\text{C}$ карбонати розкладаються з утворенням вуглекислого газу й оксидів металів.



За температури $800 - 900^\circ\text{C}$ оксиди взаємодіють з піском, утворюючи силікати:



Шихта перетворюється в пінистий непрозорий розплав, що містить велику кількість пухирців газу та часточок шихти, що не прореагувала.

2 – стадія склоутворення. На цій стадії ($1100 - 1200^\circ\text{C}$) утворюються складні силікати. У розплаві, що утворився, розчиняються кремнезем та

глинозем. Маса стає однорідною і прозорою, але в ній міститься багато газових включень.

3 – стадія освітлення. На цій стадії скломаса звільняється від видимих газових включень (1 кг шихти за 1400°C виділяє до 0,5 м³ CO₂). Для прискорення цього процесу підвищують температуру варіння.

4 – стадія гомогенізації проходить за температур 3-ї стадії (1400 – 1500°C) і полягає в інтенсивному перемішуванні скломаси за допомогою мішалок. Після завершення гомогенізації скломаса готова для формування виробів.

5 – стадія охолодження. Склومаса має температуру 1500 – 1600°C, а температура, що забезпечує робочу в'язкість дорівнює 1100 – 1250°C. Температуру знижують плавно, щоб уникнути утворення включень з розчиненого газу.

Основний агрегат процесу скловаріння – ванна піч періодичної чи безперервної дії. Розміри печей різні. Ванни великих печей уміщають до 2000 т і більше скломаси. Листове скло шириною 6 - 6,5 м варять у печі з довжиною ванни 30 - 32 м і глибиною 1,2 - 1,5 м. Продуктивність печі залежить від розміру і складає від 15 - 60 до 6000 т/доб.

За способом освітлення печі для варіння скла поділяють на:

- полум'яні, у яких спалюють рідке чи газоподібне органічне паливо. ККД рівний 18 - 26%, тому що тепло витрачається на нагрівання вогнетривкої кладки печі і на компенсацію втрат тепла;
- електричні з ККД не менш 60%, оскільки відсутні втрати тепла з газами, що відходять. Найбільше поширення одержали печі прямого опору. У них нагрівальним елементом служить сама скломаса (скло за підвищеної температури проводить електричний струм, проходячи через скломасу електроенергія переходить у теплову, маса нагрівається, відбувається варіння скла). Струм підводять через графітові чи молібденові електроди. Починають застосовувати електроди з оксиду олова.

Виготовляють листове скло, профільне будівельне скло, пустотілі склоблоки, скловолокно, на основі якого роблять склопластики - композиційні матеріали, у яких скловолокно відіграє роль наповнювача, а зв'язуючими є органічні та неорганічні полімери. З органічних найбільш поширені поліефірні, фенолформальдегідні, епоксидні смоли, кремнійорганічні полімери. З неорганічних – алюмофосфорити та рідке (розчинне) скло.

З одержуваних скловолокнитів і склотекстолітів виготовляють корпуси суден, кузови автомобілів, використовують в авіації, хімічній промисловості.

Викиди в атмосферу:

- від горіння органічного палива,
- легколетючі домішки із сполук сировини,
- в процесі одержання склопластиків – викиди органічних сполук (розчинників, мономерів).

Вироби для покриття підлог. У будівництві використовують полімерні рулонні та плиткові матеріали. Рулонні матеріали для підлог підрозділяють на лінолеуми та синтетичні килимові покриття. За видом вихідного полімеру розрізняють полівінілхлоридні, гліфталеві, гумові, колоксилінові та інші, за

структурою – безосновні, зі зміцнювальною, тепло-, звукоізолюючою основою, одношарові та багатошарові.

Будівництво. Виробничий будівельний процес зі всією сукупністю різних етапів будівництва називають *будівельною системою*, кінцевим результатом якої є закінчений будівельний об'єкт. До об'єктів будівельної системи відносяться цивільні, промислові, енергетичні та інші споруди, інженерні комунікації, промислові агломерації тощо. За своїм розташуванням у плані будівництва об'єкти поділяються на:

- компактні (будинки, греблі, мости тощо);
- лінійні (залізниці, трубопроводи, ЛЕП та ін.);
- за площею (міста, водосховища, промислові комплекси тощо).

Система, яка відображає всю складність взаємодії будівельного об'єкту з довкіллям, має назву природно - технічної системи (ПТС). Технічною частиною цієї системи є будівлі та споруди, друга складова – природна, тобто навколишнє середовище (гірські породи, підземні води, біота). Завдання будівельного проектування полягають у створенні єдиної та гармонійної природно-технічної системи.

Будівлі та споруди складаються з окремих конструктивних елементів, які поділяються на *несучі* та *огорожуючі* (рис. 10.4).

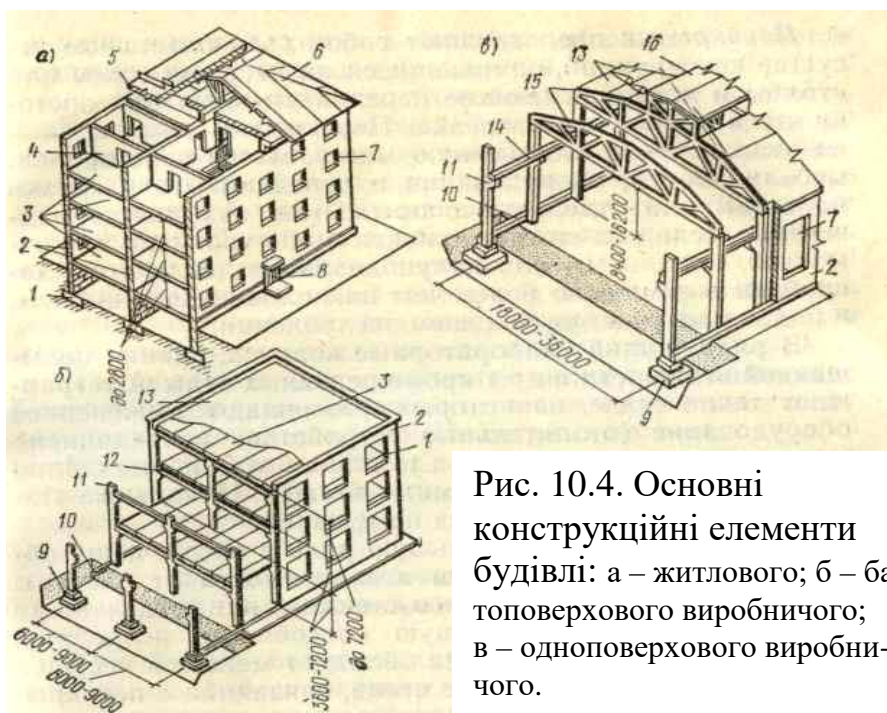


Рис. 10.4. Основні конструкційні елементи будівлі: а – житлового; б – багатопверхового виробничого; в – одноповерхового виробничого.

Несучі елементи – це фундаменти, стіни, каркаси, перекриття та покриття. Огороджуючі – зовнішні та внутрішні стіни, підлоги, перегородки, заповнення віконних та дверних отворів. *Фундамент* – підземна або підводна частина будинку (споруди), яка сприймає навантаження і передає його на геологічну основу. *Стіни* за своїм призначенням і місцем знаходженню в будівлях поділяються на зовнішні та внутрішні і є вертикальними обгороджувачами та одночасно виконують несучі функції. В залежності від цього поділяються на *несучі* та *ненесучі*. Несучі можуть бути як зовнішні так і внутрішні. Ненесучі стіни зазвичай є перегородками. Вони служать для розділу в межах поверху

великих, обмежених капітальними стінами приміщень на більш мілкі, причому для обпирання перегородки не потребують фундаментів. Зовнішні стіни, окрім того, можуть бути самостійно несучими (опираються на фундаменти і несуть навантаження тільки від своєї ваги), і не несучими (навісні), які є тільки огорожуючими і опираються на кожному поверсі на інші елементи будівлі. *Перекрыття* - це горизонтальні несучі конструкції, які опираються на стіни або стовпи і приймають на себе постійні та часові навантаження. Перекрыття поділяють будівлю на поверхи. *Дах* – це конструктивний елемент, який захищає приміщення та конструкції будівлі від атмосферних опадів. *Сходи* призначені для сполучення між поверхами. *Вікна* виконують роль освітлення та провітрювання приміщень; вони складаються з віконних рам або коробок та віконних перепльотів. *Двері* служать для сполучення між приміщеннями. Складаються з дверних отворів, які влаштовуються в стінах та перегородках. У цивільних будівлях можуть бути і інші конструктивні елементи – вхідні тамбури, балкони тощо).

10.2. Використовувані ресурси

Сировиною для виробництва багатьох будівельних матеріалів є корисні копалини:

- магнезит $MgCO_3$;
- доломіт $CaCO_3 \cdot MgCO_3$ – Донецька область;
- кварцовий пісок – Донецька та Волинська області;
- кремній – Донецька та Волинська області;
- польовий шпат – Донецька та Волинська області;
- вогнестійкі глини – Донецька та Сумська області;
- кварцити – Донецька, Луганська та Житомирська області;
- вогнестійкі глини – Донбас та Придніпров'я;
- бентонітові глини – Закарпатська, Черкаська, Донецька області та Автономна республіка Крим;
- формувальний пісок (алювіального та морського походження) – Донецька, Харківська, Запорізька та інші області України.

Україна практично повністю забезпечена сировиною для виробництва будівельних матеріалів.

Ресурсами будівництва є продукти виробництва промисловості будівельних матеріалів - будівельні матеріали. Значення будівельних матеріалів у економіці нашої країни дуже важливе – від рівня їх виробництва залежать темпи та якість будівельних робіт. Різні експлуатаційні умови будівель та споруд, а також параметри технологічних процесів обумовлюють відповідні вимоги до будівельних матеріалів. Будівельні матеріали поділяються на природні та штучні. До *природних* відносяться лісові – круглий ліс, пиломатеріали; природні матеріали з каменю – звичайний та лицювальний камінь, гравій, пісок, глина тощо. До *штучних* матеріалів відносяться мінеральні в'язучі речовини (гіпс, вапно, цемент,), керамічні матеріали (цегла, різна будівельна кераміка), бетони та будівельні розчини; металеві, теплоізоляційні, звукоізоляційні, акустичні,

гідроізоляційні матеріали; пластмаси та лакофарбові матеріали. Детально технології виробництва найбільш важливих будівельних матеріалів та їх властивості описано у розділі 10.1.1.

10.3. Вплив на довкілля

10.3.1. Вплив на довкілля промисловості будівельних матеріалів. В процесі видобутку природних матеріалів використовують бурові, вибухові, розпилювальні машини і дію високих температур. Внаслідок цього відбувається забруднення атмосфери пилом, продуктами згоряння палива, продуктами дії високих температур, вибуховими речовинами. Для транспортування порожньої породи у відвали і добутого каменю на дробильно-сортувальні фабрики використовують, в основному, автотранспорт (на відстанях 7 – 10 км), рідше – залізничний (на необмежені відстані) і конвеєрний (на відстанях від 0,2 до 2 – 3 км). У випадку застосування гідровидобутку пил у викидах відсутній, але відбувається забруднення води суспендованими, мінеральними та органічними речовинами.

Виробництво будівельних конструкцій та матеріалів є сукупністю складних технологічних процесів, пов'язаних з перетворенням сировини у різні стани і з різними фізико-механічними властивостями, а також з використанням різного ступеня складності технологічного обладнання та допоміжних механізмів. У багатьох випадках ці процеси супроводжуються виділенням великої кількості полідисперсного пилу, шкідливих газів та інших забруднень. До технологічних процесів, пов'язаних з підвищеним виділенням пилу та шкідливих газів, відносяться завантаження, перевантаження та розвантаження сипучих матеріалів, їх сортування, подрібнення, транспортування, змішування, формування та пакування.

Джерела виділення пилу у виробництві вапна: дробарки, вузли перевантаження, грохоти, випалювальні печі, млини, склади готової продукції.

Таблиця 10.5

Параметри аспіраційного повітря виробництва вапна

№п/п	Виробничий процес	Витрата, тис.м ³ /год	Вміст пилу, г/м ³	Температура, °С
1	Первинне дроблення сировини	5-12	7,5-10	-30-+30
	Перевантаження сировини	1,5-4	10-20	
	Просівання	4-7	5-7	
2	Випал у печач:			
	- шахтна	11-47	1-4	110-250
	- обертова	48-200	10-25	300-800
	- з киплячим шаром	67-300	50-100	450-500
3	Вивантаження з печі	2,6-5	6	80
	Перевантаження продукту	2-10	7-22	

Таблиця 10.6

Склад викидів виробництва вапна, %

Процес	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Лужні оксиди	
							Na ₂ O	K ₂ O
1	3,9	1,9	0,2	52,4	1,1	0,1	0,08	0,04
2	7,9	2,3	0,4	63,1	3,9	0,1	0,01	0,05
3	8,8	1,1	0,6	75,5	0,9	0,9	0,05	0,15

У цементній промисловості в місцях розвантаження сировини та продукту, у випадку застосування сухого помелу сировини та розмелу клінкеру виділяється велика кількість пилу. Гази, що відходять від цементних печей, містять цементний пил (до 70 кг/т продукту), до 14,7% SiO₂, 8,6% Al₂O₃, 22,3% MgO, 2,7% FeO_x. Пил високодисперсний, викликає силікози.

Таблиця 10.7.

Питомі показники пилоутворення у виробництві цементу:

Джерела викиду	Об'єм викиду, м ³ /т продукту	Температура, °С	Вміст пилу, г/м ³
Дроблення сировини	100-800	20-30	10-20
Випал сировини			
мокрим способом	5000	200	50
сухим способом	3000	300	40
Охолодження продукту	1500-3000	200	20
Цех помелу	700-900	100	600

Виробництво керамічних виробів пов'язане із виділенням в атмосферу:

- димових газів від згоряння органічного палива,
- пилу від млинів, пресів, сушарок, печей випалу, ліній глазурування,
- продуктів реакцій між основними компонентами сировини. Основні з них: сполуки сірки, хлору та фтору. Джерелами цих забруднень є водорозчинні хлориди і сульфати, гумусові речовини в глинах, пірит. У шлаках, що на деяких заводах додають у шихту, містяться сполуки фтору, які в процесі нагрівання сублімують або утворюють HF.

В процесі виробництва бетонної суміші у змішувальному відділенні спостерігається підвищене виділення пилу – майже у п'ять разів вище ГДК, у надбункерному приміщенні – у 1,5-2,0 рази, а у відділенні дозування робочої суміші – 3-4 ГДК.

Для арматурних цехів, а також цехів з виробництва нестандартних металевих конструкцій, характерними забруднювальними речовинами є пил металів та їх оксидів (окалин), а також діоксиди вуглецю та марганцю (у складі аерозолів, що утворюються під час зварювання металів). В процесі контактного зварювання санітарні норми оксиду марганцю підвищуються до 1,3, а ГДК зварювальних аерозолів – у 1,1 - 1,3 рази. В процесі ручного електричного зварювання спостерігається виділення оксиду азоту у межах норм, двооксиди

вуглецю та марганцю перевищують ГДК відповідно у 1,5 – 2 та 1,3 – 3 рази, зварювальні аерозолі в 3 – 4 рази.

У технологічному процесі виробництва силікатної цегли підвищене виділення пилу спостерігається в процесі завантаження кранами вапняку та піску, дозування їх на стрічковому конвеєрі, транспортуванні, сортуванні, грохоченні, у змішувачах та в процесі пресування. На робочих місцях у приміщеннях підготовки суміші запиленість перевищує санітарні норми від 2 до 20 раз, а у формувальному цеху – від 2 до 5 разів.

В процесі виробництва кераміки та глиняної цегли пиловидалення перевищує ГДК на складах глини у 1,5 - 2,5 рази, на складах піску – у 5- 7 разів, у сумішоприготувальному цеху – в 12 - 15 раз, а у відділенні помелу шамоту запиленість досягає 30 - 32 ГДК. На дільниці навантаження та розвантаження запиленість у 2 - 3 рази перевищує допустимі концентрації. У цехах, де відбувається сушіння та випалювання, переважно виділяється оксид вуглецю – його концентрація досягає відповідно до 1,5 - 2,0 і до 3,0 - 4,0 ГДК, сірчаного ангідриду – до 1,5 і 2 – 3 ГДК.

Основне пиловидалення в процесі виробництва плит мінеральної вати на дільниці підготовки насадки місцями перевищує санітарні норми у 40 – 70 разів, на дільниці печей - у 10 – 20 разів, у формуванні мінеральної вати - у в 5 – 10 разів. Концентрації фенолу, аміаку, формальдегіду перевищують санітарні норми приблизно однаково – до 1,5 - 2,0 ГДК.

Виробництву будівельних конструкцій та матеріалів на окремих дільницях властиві підвищення виділення пари та теплоти. На деяких робочих місцях влітку температура становить 30 – 40 °С, у той же час є робочі місця, де взимку температура буває мінусовою. Існують дільниці з підвищеною (85 – 95%) й дуже малою (25 – 30%) вологістю та протягами.

Матеріали для покриття підлоги типу ковролін чи килимових виробів, текстильні товари, піноізоляційні матеріали виділяють формальдегіди. Формальдегід гостро впливає на кон'юнктиву ока та дихальні шляхи.

У ХХ столітті в будівництві почали широко застосовувати азбест у вигляді термоізоляційного матеріалу, акустичних покриттів, що напиляються на металеві сітки, полум'ягасників у вигляді азбоцементу, вініл-азбестових покриттів для підлоги тощо. У процесі експлуатації таких виробів може відбуватися вихід азбестових волокон у повітря приміщень у вигляді силікату магнію. Азбест біологічно дуже активний матеріал, його волокна потрапляючи у легені викликають ушкодження тканин. Це захворювання отримало назву *азбестоз*. Хвороба може закінчитись розвитком ракової пухлини. У США азбест віднесений до речовин I групи небезпечності – його кількість у повітрі не повинна перевищувати 0,5 мг/м³, що складає приблизно 1000 волокон в 1 м³ повітря. Небезпека азбестових впливів особливо велика у зв'язку з відтермінованою дією – хвороба розвивається через 20 - 40 років після отримання надлишкової дози.

Надзвичайно активним джерелом забруднення атмосферного повітря є процес виготовлення асфальтобетону. На асфальтобетонних підприємствах із бітумних пароенергетичних агрегатів в атмосферу надходить не тільки пил і

сажа, а також сполуки, які містять смоли, оксиди вуглецю та сірки, радіонукліди і важкі метали.

Радіоактивність будівельних матеріалів. В нових стандартах на технічні умови для будівельних матеріалів одним з параметрів їх екологічної безпеки затверджений *показник радіаційної якості*. Критерієм для прийняття рішень про можливість використання будівельних матеріалів та виробів служить показник „*питомої ефективності активності штучних радіонуклідів*”. Дуже важливо відмітити, що вимоги радіаційно-екологічної оцінки введено в стандарти і на будівельну сировину.

Рівень фону гамма-випромінювання у середині будівлі залежить в основному від радіоактивності будівельних матеріалів. Еквівалентна доза опромінення від будівельних матеріалів та конструкцій становить 55 – 60% від загального опромінювання. Будівельні матеріали можуть містити такі радіонукліди, як уран - 238, торій - 232 і калій - 40. Уран - 238 за геохімічними властивостями та періодом напіврозпаду поділяється на дві групи: уранову та радієву (від радію - 226 до свинцю - 206). В свою чергу продуктом розпаду радію - 226 є радон - 222.

У природних умовах збільшену концентрацію радіонуклідів U, Th, і K мають калієві польові шпати, калійні солі, слюда, глауконіт, мінерали глин: бентоніт, каолініт, гідрослюда та ін., а також акцесорні мінерали: циркон, монацит, сфен і ін. Усереднені значення питомої ефективної активності радію-226 (A_{Ra}) у деяких будівельних матеріалів наведено в табл. 10.8.

Таблиця 10.8

Питома ефективна активність радію-226 в будівельних матеріалах

Матеріал	A_{Ra} , Бк/кг
Глина	48,0
Щебень гранітний	35,0
Пісок	9,6
Гравій	16,0
Цемент	41,0
Вапно	26,0
Цегла сілікатна	14,0
Керамзитовий гравій	28,0
Будівельний гіпс	8,9
Розчин будівельний	15,0

З таблиці 10.8. видно, що найбільше значення питомої ефективної активності радію - 226 має глина, щебін з граніту та керамзитовий гравій. В процесі виготовлення в заводських умовах керамзитового гравію з бентонітових глин з високим вмістом радіонуклідів можливе утворення технологічних зон, небезпечних для здоров'я персоналу. Сам керамзит, широко використовується у будівництві як теплоізоляційний матеріал і на думку багатьох спеціалістів представляє потенційну загрозу для здоров'я людини. У зв'язку з цим

пропонується удосконалення існуючих технологій керамзитового виробництва та зменшення його використання як будівельного матеріалу.

Значну небезпеку для здоров'я людини становить виділення радону з деяких будівельних матеріалів. Швидкість ескалації радону з будівельних матеріалів у багатьох випадках визначається концентрацією радону у повітрі всередині помешкань. Середня еквівалентна об'ємна активність в ньому не повинна перевищувати 100 Бк/кг. На концентрацію радону та природних радіонуклідів у приміщеннях значний вплив має сировина, яка використовується для виготовлення будівельних матеріалів, а також технологія їх виготовлення. Виділення радону з будівельних матеріалів впливає на підвищення частоти захворювань на рак легень. Він також може вражати кістковий мозок.

Промислове будівництво зі шлакоблочних матеріалів, природна активність яких не контролюється, призвело до забруднення багатьох приміщень радоном. У Великобританії в процесі обстеження населених пунктів знайдено більше 100 тис. будинків (це 0,5% від загальної кількості), в яких випромінювання радону перевищувало 200 Бк/м³. У ФРН у 10% житлових будинків вміст радону перевищує 80 Бк/м³. В Україні цей показник практично не контролюється.

Для більш широкого контролю за вмістом радону в житлових приміщеннях існує міжнародна програма "Risk communication", до участі в якій залучені й українські вчені.

Біологічне пошкодження будівельних матеріалів. Будівельні матеріали можуть погіршувати екологічну ситуацію в будівлях і спорудах не тільки в процесі виділення токсичних та радіоактивних речовин, а також можуть сприяти розмноженню мікроорганізмів, грибів, водоростей, комах, гризунів, тощо.

Пошкодження будівельних матеріалів під впливом мікроорганізмів називають *біопошкодженням*. Біопошкодження знижують рівень екологічної безпеки будівельних матеріалів та їх якість, приносять значний екологічний й економічний збитки.

Біопошкодження значно погіршують не тільки товарний вигляд будівельних матеріалів, але і їх фізико-механічні властивості, а також негативно впливають на мікроклімат у приміщеннях.

На відміну від мікроскопічних грибів та інших мікроорганізмів вплив бактерій ззовні довгий час може не проявлятися, але зміна фізичних властивостей та хімічного складу під їх впливом не менш значна і призводить до *біокорозії*. Біокорозійне руйнування поширене серед металів, бетону, виробів з деревини та деяких полімерних матеріалів.

10.3.2. Вплив будівництва на довкілля. В процесі виконання будівельно-монтажних робіт значними джерелами забруднення атмосферного повітря є:

- вихлопні гази автотранспортних засобів та іншої будівельної техніки з двигунами внутрішнього згорання;
- розпилення цементу, вапняку, фарбових аерозолів тощо;
- спалювання відходів та залишків будівельних матеріалів.

Для широкого використання прогресивного гідромеханізованого способу виконання будівельно-монтажних робіт потрібно 10 м³ води на 1 м³ ґрунту. Багато води йде на закріплення та ущільнення ґрунту під час будівельних робіт.

Будівництво є важливим фактором забруднення поверхневих вод. У першу чергу це відбувається у тих випадках, коли стічні води з будівельних майданчиків надходять у водойми у неочищеному стані. Основними джерелами забруднення підземних вод є також будівельні майданчики, склади будівельних матеріалів та фільтрат від звалищ будівельного та побутового сміття.

У процесі будівельної діяльності ґрунти забруднюються будівельними відходами, цементом, вапном, фарбами, нафтопродуктами, важкими металами та іншими токсичними речовинами. Основними джерелами забруднення ґрунтів є звалища будівельних матеріалів, будівельні матеріали у момент їх транспортування та збереження. Будівельна ерозія сприяє розвитку промоїн, ритвин, яруг та інших негативних форм рельєфу, знищує рослинний покрив, сприяє замулюванню водойм та пошкодженню міграційних шляхів. Землі сільськогосподарського призначення назавжди порушуються після їх відчуження для будівництва промислових об'єктів, міст, селищ, прокладання доріг, ліній зв'язку та електропередач, в процесі проведення відкритих розробок родовищ природних будівельних матеріалів. За даними ООН у світі тільки для будівництва міст та транспортних шляхів щорічно втрачається 300 тис. га орних земель.

Особливу групу антропогенних впливів, пов'язаних з будівництвом, викликають аеродинамічні порушення, збурення, температурні впливи тощо. Після завершення будівництва високих будівель та споруд аеродинамічні характеристики будівельного майданчика різко змінюються. Утворюються вихороподібні атмосферні потоки величезної сили, які спроможні у деяких випадках пошкоджувати скляні конструкції, обмурівку будівлі тощо. На прилеглих до будівельних споруд територіях у зимовий період утворюються значні снігові заноси, які здатні створювати дискомфортні умови для пішоходів. Чим вищі наземні будівельні споруди, тим менш вони обтічні, і тим більш несприятливий режим аерації та вищі приземні концентрації забруднювальних речовин.

Сукупність процесів зміни природних комплексів та природних умов під впливом будівельної діяльності отримало назву будівельного техногенезу. Будівельний техногенез - це потужний фактор антропогенного впливу на всі компоненти біосфери. Будівництво та експлуатація будь-яких споруд завжди викликає ті або інші відхилення від стану природної екологічної рівноваги.

Будівельна галузь є потужним споживачем природних ресурсів, що призводить до їх виснаження, оскільки виробництво будівельних матеріалів та виробів є найбільш матеріаломістким видом антропогенної діяльності і вимірюється мільярдами тонн. Тільки для виробництва бетону (у рік його виробляється більш 1 млрд. м³) у світі щорічно витрачається сотні млн. тонн цементу, щебеню, піску та інших природних ресурсів. Підраховано, що, в економічно розвинутих країнах до 50% загального об'єму видобувних природних ресурсів витрачається на потреби будівельної індустрії. У наш час у світі продовжує збільшуватися об'єм будівництва, зростає доля так званих "супероб'єктів", одинична вартість яких нерідко перевищує один млрд. доларів. До таких об'єктів відносяться, наприклад, потужні гідротехнічні споруди, мости,

аеропорти, тунелі. Відомо, що вартість тунелю через Ла-Манш перевищила 15 млрд. доларів, а його будівництво супроводжувалось значним підвищенням рівня екологічної небезпеки в усьому регіоні. Будівництво, в особливості спорудження таких супероб'єктів, загострює екологічні проблеми у регіонах. Так, будівництво греблі Київської ГЕС та інших ГЕС Дніпровського каскаду призвело до затоплення значних площ земель природоохоронного, рекреаційного та сільськогосподарського призначення.

Однією з найбільш гострих проблем будівельного техногенезу є забруднення атмосфери. За даними проф. Т.Бремнера (Канада), виробництво тільки однієї тонни цементу призводить до викидів в атмосферу однієї тонни CO₂. Загальні викиди CO₂, пов'язані з виробництвом цементу у світі, перевищують 1,2 млрд. тонн. Не менш шкідливими є енергетичні забруднення (шум, інфразвук, вібрація, іонізуюче випромінювання тощо). Робота цементних заводів та інших підприємств будівної індустрії супроводжується утворенням надзвичайно великого об'єму стічних вод та твердих відходів. Негативний вплив будівництва на природні екосистеми проявляються у відчуженні цінних земель та сільгоспугідь, нищенні рослинного та тваринного світу.

У цілому необхідно підкреслити, що сучасний будівельний техногенез значно впливає на процеси, які відбуваються у природних комплексах та екосистемах, негативно впливає на всі складові біосфери: атмосферу, гідросферу, літосферу та біотичну спільноту. Негативний вплив будівельного техногенезу як однієї з форм функціонування природно-технічної системи потребує прийняття спеціальних заходів підтримання екологічної рівноваги з тим, щоб не допустити деградації та втрати рівноваги природних екосистем. Екологічно безпечною може рахуватися тільки така будівельна діяльність, за якої у природних комплексах та екосистемах не будуть відбуватися кількісні зміни (забруднення або порушення), які ведуть до зменшення меж гомеостазу, порушення у них структурних та функціональних характеристик та інших допустимих границь існування.

10.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу будівельного комплексу на навколишнє середовище та його попередження

На підприємствах промисловості будівельних матеріалів за невеликих об'ємів газів, які необхідно очищувати, раціональним є термічне знешкодження їх прямим спалюванням в автономних топках. Методи каталітичного окиснення доцільно застосовувати для очищення порівняно невеликих об'ємів газів і невисокого вмісту в них токсичних інгредієнтів після ретельного очищення від пилу та смол. На підприємствах мінеральних виробів, викиди яких містять значну кількість оксиду вуглецю та сірчистого ангідриду, доцільно застосовувати нейтралізацію оксиду вуглецю шляхом високотемпературного спалювання у полум'ї газових горілок, а обезпилювання та очищення від сірчистого ангідриду – шляхом подавання 5 - 10% розчину кальцинованої соди у дрібнорозпиленому вигляді.

Методи високотемпературного спалювання газів у спеціальних печах дають перевагу для очищення газів з високим вмістом в них баласту, а також

мінеральних домішок. Застосування вогневого методу зневоднення промислових викидів дістало розповсюдження у виробництві червоної цегли.

У промисловості будівельних матеріалів поширені такі види очищення викидів як механічна фільтрація вентиляційних викидів, очищення викидів від оксиду вуглецю способом аеродинамічне пиловидалення та очищення пилових викидів та ін.

10.5. Нові екологічно безпечні технології в будівництві

На сьогоднішній день промисловими виробниками представлено досить багато технологічних рішень, що здатні забезпечити підвищення енергетичної ефективності житлових будинків. Це:

- теплоізоляція фасадів;
- використання легких бетонів та “пінобетонів”;
- удосконалення віконних конструкцій – “євро - вікна”;
- системи вентиляції з рекуперацією тепла;
- ширококорпусні конструкції будівель;
- системи розумного використання та регулювання тепла та води і т. д.

Всі ці рішення певною мірою відомі спеціалістам і вже зараз активно впроваджуються у практику будівництва. Головним фактором, що гальмує впровадження енергоефективних технологічних рішень, є відсутність скоординованої та цілеспрямованої державної політики.

Важливим і першочерговим завданням є формування нормативної бази, спрямованої на довготермінову перспективу. Також важливим є створення системи економічних стимулів, що заохочують впровадження енергоефективних технологій – податкові пільги, субсидії, гранти на проведення науково-дослідних робіт та створення зон енергетичної ефективності.

Серйозних зусиль потребує створення професійної бази, що надаватиме послуги енергосервісу. Це означає, що енергетичні компанії повинні перетворювати комунальні ресурси (електроенергію, тепло, воду) в «комфортні параметри» для мешканців будинку (температура та вологість повітря в приміщеннях, температура та тиск води в трубопроводі, безперебійність електропостачання).

Важливу роль повинна зіграти держава у навчанні населення в питаннях енергозбереження, починаючи з дитячих садків та шкіл і закінчуючи підготовкою та перепідготовкою кадрів в професійних навчальних закладах. Також необхідним є сприяння держави в поширенні передового досвіду інших держав та компаній у сфері енергоефективності. Серед найбільш “енергетично ефективних” держав слід виділити Великобританію та Канаду, які займають перші місця в світі за поширенням концепції зелених технологій. Високий рівень екологічної освіти, активність людей у боротьбі за поліпшення стану навколишнього середовища, а також турбота про наступні покоління дають стимул та підґрунтя до поширення зелених технологій.

Зараз у Великобританії активно ведеться будівля нових житлових масивів, де кожна новобудова є прикладом «зеленого офісу». Уряд Великобританії

визначив: «До 2016 року всі споруджені у Об'єднаному Королівстві будинки повинні бути екологічно збалансованими, практично не утворюючи викидів CO₂ в атмосферу», крім цього звернули увагу на обов'язковість відповідності стандартам електрозбереження. Використання енергозберігаючих технологій і технічних засобів є обов'язковим не лише для нових будівель, а й для старих.

Десятирічний план впровадження нових будівельних стандартів з чіткою екологічною спрямованістю створює необхідну для бізнесу визначеність, сприяє поширенню інновацій на ринку та зниженню вартості технологій. Уряд Об'єднаного Королівства розробив план дій, згідно з яким до 2016 року буде виконано всі положення Будівельного Кодексу. За оцінкою фахівців, реалізація пропонованого урядом плану сприятиме скороченню викидів CO₂ на 5 – 7 млн. тон у 2020 році. В цілому від 2007 до 2050 року кількість вуглецевих викидів завдяки цій програмі буде зменшено на 127 - 136 тис. тонн на рік. Для того, щоб сприяти поширенню нової програми, уряд планує звільнити власників будинків з нульовим викидом вуглекислого газу від податку на продаж майна.

Впровадження ідеї та принципів зеленого офісу поділено на три етапи. Перший – це збір інформації, її обробка та друкування результатів і звітів. Другий етап включає в себе роботу над безпосереднім впровадженням всіх ідей та проектів, а останній – поширення ідеї зеленого офісу шляхом друку статей та проведенням різноманітних заходів.

Все більшого поширення «зелені технології» набувають і серед приватних компаній завдяки поширенню екологічної освіти через семінари, тренінги та лекції.

У будівництві останнім часом все більшої популярності набувають пасивні будинки, ідея яких заснована на сучасних технологіях, що дозволяють створити комфортний мікроклімат для проживання людини, будучи одночасно максимально економічним і спричиняючи мінімальний вплив на навколишнє середовище. Такі споруди розроблені так, що їхнє забезпечення вимагає якнайменшого використання природних ресурсів, а також вони абсолютно безпечні для довкілля. Що відноситься до «енергоефективних будинків» (доми, основною особливістю яких є мале енергоспоживання і майже повна енергонезалежність), то на сьогоднішній день в Європі існує така кваліфікація будівель в залежності від їх рівня енергоспоживання:

- «Старий дім» (споруди, побудовані до 1970-х років) – вони потребують для свого опалення біля 300 Квт-год/м² в рік.
- «Новий дім» (споруди, які будувались з 1970-х до 2000 року – 150 Квт-год/м² в рік.
- «Дім низького споживання енергії» (з 2002 року в Європі не дозволено будівництво більш низького стандарту) - 60 Квт-год/м² в рік.
- «Пасивний дім» - 50Квт-год/м² в рік.
- «Дім нульової енергії» (споруда, яка архітектурно має той же стандарт, що і пасивний дім, але інженерно оснащена так, щоб використовувати виключно тільки ту енергію, яку сама виробляє) - 0 Квт-год/м² в рік.

- «Дім плюсової енергії» (споруда, яка з допомогою встановленого у ній інженерного обладнання: сонячних батарей, колекторів, теплових насосів, рекуператорів і т.п. виробляє більше енергії, ніж сама споживає).

Ідеї пасивного будівництва стосується планувального рішення та інженерного обладнання, а не матеріалів, з яких зведене житло, хоча вони, безумовно, також повинні бути екологічними. І власне в цьому аспекті ми можемо звернутися до традиційної української народної архітектури, яка була основана на екологічних засадах вже хоча б тому, що люди використовували для неї природні матеріали, обробка яких не шкодила довкіллю, а отже і саме будівництво не несло збитків навколишньому середовищу. Зараз є багато новітніх, штучно створених екологічно чистих матеріалів, проте слід звернути увагу і на природні, традиційні, притаманні саме Україні будівельні матеріали. Поєднання ідеї пасивного будинку з ідеями народного житла може бути дуже цікавим і дати нові формотворення.

Серед будівельних матеріалів природного походження в традиційному будівництві найбільш популярним було дерево. Багато провідних архітекторів Європи активно цікавляться методами обробки дерева та будівництва з нього, оскільки наші попередники вміли протистояти загниванню та псуванню деревини без хімічної обробки, опираючись тільки на те, що дала нам природа. Ще одним розповсюдженим матеріалом була глина, а також її суміші з іншими матеріалами. Глину використовували як безпосередньо для зведення стін, так і для виготовлення цегли-сирцю. Підмурівки були кам'яними, іноді теж глинобитними. Глиняні стіни за рахунок того, що в склад глиноутворюючих матеріалів в залежності від родовища входять різні види природних сорбентів (монтморилоніт, глауконіт, палигорськіт), володіють значною адсорбційною ємністю до вологи та забруднювачів атмосфери органічного та неорганічного походження. Завдяки цьому встановлюються оптимальні параметри мікроклімату в будинку внаслідок постійного підтримування в просторі будинку рівноважного значення вологості, органічні та неорганічні забрудники атмосфери адсорбуються глиняними поверхнями. Зараз дуже часто в екологічному дизайні помешкань, якщо є змога, влаштовують одну глинобитну стіну чи перегородку. Проте глину рідко використовували як самостійний матеріал, оскільки такі конструкції були недовговічними і потребували постійного догляду. Тому готувалася суміш з глини, піску, вапна, соломи, іноді навіть дерев'яних стружок. Для більшої стійкості робився каркас з дерева, який потім і обкладався - обмазувався глиняним розчином. Такі стіни обов'язково білилися як ззовні, так і всередині помешкання. Часто ззовні білили постійно тільки ті стіни, за якими були житлові приміщення, решту стін – по сезону.

Для покрівлі використовували солому та очерет, дерево (гонт), пізніше – керамічну черепицю. У наших предків існувало багато різноманітних способів створення стріх та попередньої обробки соломи чи очерету, що дозволяло таким дахам вистояти впродовж кількох років, не зважаючи на дощі та сніг. Дах робився в основному чотирьохскатним, рідше двохскатним. Солома бралася здебільшого житня, оскільки вона найстійкіша до атмосферних впливів. Після того, як споруду перекидали вперше, її рідко поновлювали капітально, а просто

перекривали зіпсовану частину. Під соломою чи очеретом були дерев'яні крокви, піддашся було широким і ніби звисало над стіною. Часто на головному фасаді винос робився більший і влаштовувалася невелика галерея, рідше її робили по всьому периметру споруди. Зацікавлення солом'яними покрівлями для котеджів спостерігається на сьогоднішній день в Європі, особливо в країнах північного регіону. Щоправда, такий метод є дорогим, але не як сам матеріал, а тому, що надто мало майстрів володіють технікою укладання таких покрівель.

Контрольні питання

1. Окресліть загальну структуру будівельного комплексу.
2. Технологія виробництва гіпсу, її особливості.
3. Опишіть технологію виробництва вапна.
4. Які технології виробництва цементу є найбільш поширеними? Їх характеристика.
5. Технології виробів на основі цементу.
6. Дайте характеристики технологій виробництва скловиробів.
7. Охарактеризуйте технології виробництва кераміки. Які особливості виробництва керамічної цегли?
8. Технології виробництва полімербетонів.
9. Дайте характеристику будівництва та його складових.
10. Природні ресурси, які використовує будівельний комплекс.
11. Вплив на довкілля промисловості будівельних матеріалів.
12. Який негативний вплив спричиняє будівництво на довкілля?
13. Заходи охорони та попередження негативного впливу промисловості будівельних матеріалів на навколишнє середовище.
14. Дайте характеристику технологічних рішень, що здатні забезпечити підвищення енергетичної ефективності житлових будинків.
15. Перспективи використання українських народних традицій будівництва.

Розділ 11. ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО



- 11.1. Загальна характеристика
- 11.2. Використовувані ресурси
- 11.3. Вплив на довкілля
- 11.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу житлово-комунального господарства на навколишнє середовище та його попередження
- 11.5. Нові екологічнобезпечні технології

11.1. Загальна характеристика

Житлово-комунальне господарство є однією із провідних галузей народного господарства, яка забезпечує матеріально-культурні та побутові потреби населення міст та селищ міського типу. Основні складові житлово-комунального господарства представлені на рис. 11.1.



Рис. 11.1. Структура житлово-комунального господарства.

Житлове господарство, до якого входять: житловий громадський фонд (житлові будинки, що належать громадянам на праві особистої власності в

містах та селищах); державний фонд; нежитловий фонд – готелі та торговельні заклади а також інші нежитлові приміщення, що знаходяться в житлових будинках.

Комунальні підприємства, до яких входять:

- санітарно-технічні (водопровідні, каналізація, лазні, пральні, підприємства з очищення будинків, перукарні тощо);
- енергетичні (комунальні електростанції, теплоелектроцентралі та їх мережі, споруди газових систем та їх мережі);
- підприємства міського транспорту (тролейбуси, трамваї, автобуси, метрополітени).

Господарства загальноміського благоустрою, до яких входять:

- шляхи, тротуари, мости та гідротехнічні споруди, а також відкриті та закриті водостоки міста;
- освітлення вулиць та площ;
- зелені насадження (парки, бульвари, сквери, тощо) та озеленення;
- наземні та підземні комунікації

Окрім того, до складу комунального господарства входять різні допоміжні підприємства: підприємства видобування та виробництва будівельних матеріалів, ремонтно-будівельні та інші підприємства, які обслуговують відповідні галузі комунального господарства.

Санітарно-технічні комунальні підприємства. Як зазначалося, до них відносяться: водоканали (підприємства які забезпечують потреби населення міст та селищ міського типу питною водою, здійснюють збирання та очищення стічних вод та експлуатацію водопровідно-каналізаційних мереж), лазні, пральні, підприємства з очищення будинків, перукарні та ін.

Водопостачання. Системою водопостачання називають комплекс інженерних споруд, машин та апаратів, які призначені для добування води з природних джерел, поліпшення її якості, зберігання, транспортування та подачі водоспоживачам. Вона складається із водоприймальних, водопідйомних, очисних, водонапірних та регулюючих споруд, магістральних водоводів та розподільних мереж, засобів автоматизації.

Системи водопостачання поділяють за такими ознаками:

- за функціональним призначенням (господарсько-питні, виробничі та протипожежні);
- за сферою обслуговування (об'єднані та роздільні);
- за видом об'єктів (міські, селищні, промислові та ін.);
- за територіальним охопленням водоспоживачів (місцеві, централізовані, групові);
- за тривалістю дії (тимчасові та постійні);
- за типом природного джерела (з використанням підземних або поверхневих вод);
- за способом підйому води (гравітаційні та з механічною подачею води);
- за характером використання води (прямоточні, зворотні та з повторним використанням води);

- за надійністю забезпечення подачі води.

Господарсько -питні системи водопостачання подають воду для пиття, приготування їжі та проведення санітарно - гігієнічних процедур. Вода в цій системі повинна бути питної якості. Виробничі водопроводи подають воду на технологічні цілі. Протипожежні системи водопостачання призначені для подачі води під час гасіння пожежі. Вода в протипожежних мережах може бути і не питної якості.

Об'єднані водопроводи задовольняють потреби всіх водоспоживачів, а роздільні – окремо подають воду для різних потреб.

Місцеві (локальні) системи забезпечують водою окремих водоспоживачів (наприклад, тваринницьку ферму, промислове підприємство чи окрему групу будинків), централізовані – всіх споживачів населеного пункту.

Групові, або районні системи водопроводів призначені для забезпечення водою кількох населених пунктів, ферм чи підприємств, віддалених одне від одного (проектуються, як правило, за відсутності прісних вод та характеризуються великою довжиною водоводів).

Згідно із СНП 2.04.02-84 централізовані системи водопостачання за надійністю забезпечення водою поділяються на три категорії:

- водопровід першої категорії – допускається зменшення подавання води на господарсько - питні потреби до 30% розрахункових витрат, на виробничі потреби – до рівня, що визначається аварійним графіком роботи підприємств; тривалість такого зменшення подавання води допускається до 3 діб. Зменшення подавання води нижче зазначеної межі або взагалі перерва у її постачанні допускається на період до 10 хв, які потрібні для відключення пошкоджених та підключення резервних елементів системи;
- водопровід другої категорії – допускається зменшення подавання води таке ж, як і для першої категорії, але період зменшення водопостачання може тривати до 10 діб. Перерва або зниження подавання води нижче зазначеного рівня допускається до 6 год;
- водопровід третьої категорії – зменшення водопостачання допускається таке ж, як і для першої категорії, але тривалістю до 15 діб. Зменшення подавання води нижче зазначеної межі або перерва допускається на період проведення ремонту (граничний термін – 1 доба).

Об'єднані господарсько - питні та виробничі водопроводи населених пунктів із кількістю мешканців понад 50 тис. чоловік належать до першої категорії, від 5 до 50 тис. чоловік – до другої, менш як 5 тис. чоловік – до третьої категорії. Категорію окремих елементів системи водопостачання встановлюють залежно від їх функціонального значення в загальній системі водопостачання.

Взаємне розташування окремих елементів та споруд у кожній конкретній системі водопостачання називають схемою водопостачання. Вибір складу споруд залежить в основному від таких факторів:

- виду природного джерела водопостачання та якості води в ньому;
- категорії водоспоживачів та їх вимог щодо вільних напорів, кількості та якості води, що споживається;

- надійності подачі води;
- рельєфу місцевості.

Схема водопостачання з відкритих джерел як правило має найбільшу будівельну вартість і досить складна в експлуатації, оскільки вимагає наявності водоочисних та інших споруд. За цією схемою вода з відкритої водойми надходить до водозабірних споруд, з яких насосами станції першого підйому подається на очисні споруди. На водоочисній станції поліпшується якість води, після чого вона подається в резервуар чистої води (РЧВ), звідки насосами станції другого підйому водоводами подається до водопровідної мережі водоспоживачам.

На територіях населених пунктів (переважно у найвищих місцях) споруджують водонапірні башти, які як і РЧВ, призначені для зберігання води, регулювання роботи насосів та підтримання у мережі необхідного напору. Накопичення води в башті відбувається в той час, коли насоси подають води більше, ніж її витрачають споживачі – витрачається вода з бака тоді, коли споживання перевищує подачу.

Для водопостачання частіше використовують підземні води, які мають порівняно з поверхневими менший вміст різних домішок, у тому числі і радіоактивних, що обумовлює простіший склад водопровідних споруд для очищення води. Якщо підземні води за своїми фізико-хімічними та санітарними нормами задовольняють вимогам щодо питної води, то використовують найпростішу схему водопостачання (рис. 11.2).

Україна й досі залишається країною з низьким водозабезпеченням на одного жителя. Серед країн СНД вона займає 13-тє місце. Незважаючи на це, у 1994 році середньодобове водоспоживання на одного жителя в Україні становило 320л. Це в 1,5 – 2 рази перевищує середній рівень водоспоживання у країнах Європи, а у ряді великих міст – Дніпропетровську, Донецьку, Запоріжжі, Сімферополі, Одесі, Харкові, водоспоживання перевищувало 400 л на добу. Такі високі показники можна пояснити тим, що не вся вода доходить до споживача, частина її, а це понад 15%, втрачається у мережах водопостачання (витікання, оскільки 21% мереж зношені і потребують поновлення). У результаті всіх витрат сумарні продуктивні витрати води в містах сягають до 50% загальної подачі.

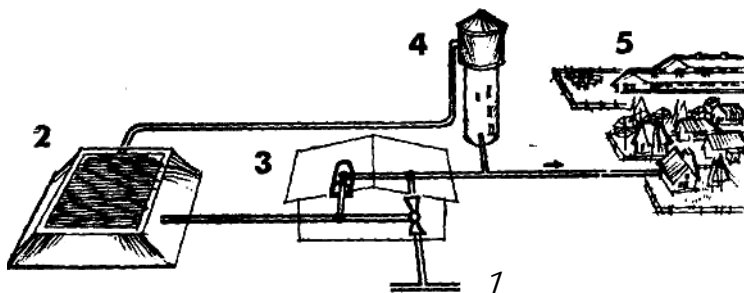


Рис. 11.2. Схема водопостачання зі свердловини: 1 – артезіанська свердловина 2-резервуар; 3 – насосна станція II підйому; 4 – напірна регулююча ємкість; 5 - розвідна мережа.

Важливим залишається питання якості питної води. На думку експертів ВОЗ, приблизно 80% усіх хвороб у світі пов'язані з поганою якістю питної води. Діючі в Україні санітарні правила охоплюють 1350 інгредієнтів, ідентифікованих у водних джерелах, а чинний ДСТУ “Вода питна” містить тільки 28 показників. Проте у 232 населених пунктах України якість води не відповідає навіть державному стандарту. Сьогодні водопостачання більшості міст базується цілком на підземних водах (62%), в 21% міст є змішані джерела водопостачання і менше 17% міст використовують поверхневі джерела.

Каналізація. Забезпечення належного санітарного стану населених пунктів та промислових підприємств можливе тільки за умови організованого збору та своєчасного видалення за межі їх території стічних вод з наступним очищенням та знезаражуванням.

Каналізація населеного пункту – це комплекс інженерних споруд та обладнання, які призначені для прийому та транспортування стічних вод до очисних споруд. Система каналізації населеного пункту складається з цілого комплексу елементів та підсистем (рис. 11.3).

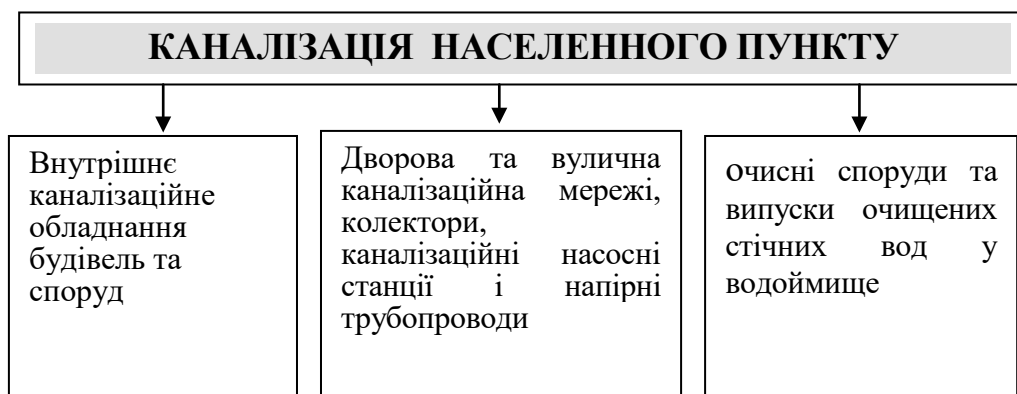


Рис. 11.3. Структура каналізації населеного пункту

Внутрішнє каналізаційне обладнання призначене для прийому стічних вод та відведення їх за межі будинку. На промислових підприємствах для прийому стічних вод можуть використовуватись спеціальні приймачі у вигляді трапів, лотків, які встановлюють безпосередньо біля апаратів та технологічного обладнання.

Вуличні каналізаційні мережі – це система підземних трубопроводів, які приймають стічні води від дворових (квартальних) мереж і призначені для транспортування стічних вод у межах населеного пункту. Каналізаційні мережі будують переважно самопливними, прокладаючи їх відповідно до рельєфу місцевості. Територія поділяється на басейни каналізування. Басейном каналізування називають частину території, що каналізується і обмежена водорозділами.

Каналізаційні мережі класифікують за призначеннями:

- мережі, призначенні для відведення атмосферних вод, називають дощовими мережами, або водостоками;
- мережі, призначені для відведення побутових вод – побутовими;

- мережі для відведення виробничих стічних вод – виробничими. Влаштовують також мережі для спільного відведення різних видів стічних вод (побутово-виробничі, виробничо-дощові, тощо).

Вуличні каналізаційні мережі в межах кожного басейну об'єднуються одним або декількома колекторами (каналізаційний трубопровід, який збирає стічні води з двох або декількох вуличних мереж). У випадку значних заглиблень самопливних каналізаційних трубопроводів влаштовують насосні станції підйому та перекачування стічних вод. Каналізаційні насосні станції поділяють на *місцеві, районні та головні*.

Місцеві насосні станції слугують для перекачування стічних вод від одного або декількох будинків, районні – для перекачування стічних вод районів та басейнів. Головні насосні станції перекачують всі стічні води на очисні споруди.

Залежно від того, як відводяться окремі види стічних вод, разом чи окремо, системи каналізації поділяють на *загальносплавні, роздільні* (повні або неповні) та *напівроздільні*. Тип системи каналізації міста вибирають на основі порівняння техніко-економічних та санітарно-гігієнічних показників. У *загальносплавній* системі каналізації всі види стічних вод відводяться до очисних споруд єдиною каналізаційною мережею.

Роздільна – це система каналізації, у якій окремі види стічних вод із забрудненнями різного характеру відводяться самостійними каналізаційними мережами. Роздільні системи каналізації в свою чергу поділяються на *повні та неповні*. *Повна роздільна система* каналізації передбачає не менше двох мереж:

- одну – для прийому та відводу побутових та близьких до них за складом виробничих стічних вод на очисні споруди;
- другу – для прийому та скиду у водоймище атмосферних та умовно чистих виробничих стічних вод.

Неповна роздільна система передбачає відвід побутових стічних вод закритою мережею на очисні споруди та неорганізований відвід у водоймище атмосферних вод. Таке рішення зменшує одночасні капітальні витрати та дозволяє у майбутньому з добудовою мереж переходити до повної роздільної системи каналізації, яка з санітарної точки зору є достатньо надійною.

Напівроздільною називається така система каналізації, у якій в місцях перетину самостійних каналізаційних мереж для відводу різних видів стічних вод встановлюють водоскидні камери, що дозволяють перепускати найбільш забруднені дощові води за малих витрат в побутову мережу та відводити їх загальним колектором на очисні споруди, а для зливів скидати порівняно чисті дощові води безпосередньо у водоймище.

В Україні переважно застосовують неповну роздільну систему каналізації як першу чергу будівництва. Взагалі систему каналізації вибирають з урахуванням місцевих умов, техніко-економічних показників та санітарно-гігієнічних вимог.

У *загальносплавній* системі каналізації всі стічні води підлягають очищенню (у санітарному відношенні є найбільш доцільною). Однак ця система вимагає значних капітальних та експлуатаційних витрат, оскільки суттєво збільшуються розміри очисних споруд, комунікацій та потужність обладнання.

Крім того, на повну потужність ці споруди працюють тільки під час великих злив у випадку надходження всієї маси атмосферних вод на очисні споруди. Для зменшення вартості загальносплавної мережі на колекторах вздовж водоймищ встановлюють зливоспуски, за допомогою яких під час значних зливів основну масу атмосферних вод скидають у водоймище без очищення. Таке рішення знижує санітарну надійність загальносплавної системи каналізації та допускає потрапляння розбавлених, але неочищених побутових стічних вод у водоймище. Дещо вищу надійність з санітарної точки зору має напівроздільна система каналізації. У цьому випадку неочищені стічні води не потрапляють у водоймище, але вартість цієї системи не нижча загальносплавної, що обумовило обмежене поширення напівроздільної системи каналізації.

Для вибору системи каналізації на промислових підприємствах враховують: кількість та склад виробничих стічних вод, можливість використання виробничих стічних вод в оборотному та послідовному водопостачанні, можливість утилізації цінних речовин та доцільність об'єднання з системою каналізації населеного пункту, вимоги до скиду виробничих стічних вод у водоймища. Каналізацію промислових підприємств, як правило, передбачають за повною роздільною системою.

Класифікація стічних вод. Вода, що була використана для різних потреб у побуті або на виробництві і отримала додаткові домішки (забруднення), які змінили її хімічний склад або фізичні властивості, називається **стічною водою**. За походженням та характером забруднень всі стічні води поділяють на побутові (господарсько-фекальні), виробничі та атмосферні.

До побутових відносяться води від кухонь, туалетних кімнат, душових, лазень, пралень, їдалень, лікарень, а також господарські води, що утворюються від миття приміщень. Вони надходять як від житлових та громадських будинків, так і від побутових приміщень промислових підприємств.

За природою забруднень стічні води можуть бути фекальними, які надходять з туалетів та забруднені в основному фізіологічними відходами життєдіяльності людини, та господарськими, що забруднені різного роду побутовими відходами.

Склад побутових стічних вод відносно постійний і характеризується в основному органічними забрудненнями (близько 60%) в нерозчиненому, колоїдному та розчиненому стані, а також різними бактеріями та мікроорганізмами, у тому числі й патогенними.

Виробничі стічні води утворюються в технологічних процесах виробництва. Склад та концентрація забруднень виробничих стічних вод дуже різноманітні і залежать від виду та технології виробництва, вихідної сировини та різних компонентів, які присутні в технологічному процесі. Виробничі стічні води можуть мати органічні, мінеральні, радіоактивні домішки, а також шкідливі та отруйні речовини. Виділяють забруднені та умовно чисті виробничі стічні води. Прикладом умовно чистих стічних вод може бути вода, що використовувалась для охолодження в теплообмінних апаратах.

Атмосферні стічні води утворюються від випадання дощу або розтавання снігу та містять в основному мінеральні і в меншій кількості органічні

забруднення. Атмосферні стічні води, які утворюються на території промислових підприємств, містять відходи та скиди відповідних виробництв.

Відведення та знешкодження атмосферних стічних вод також входять у завдання служб каналізації. Слід відзначити велику нерівномірність надходження цих вод. У суху погоду вони відсутні, а під час зливи їх кількість буває значною.

Склад стічних вод вивчають з метою вибору способу їх очищення, визначення можливості утилізації цінних речовин, що містяться в стічних водах та осадів (жири, добрива тощо), а також визначення можливості використання очищених стічних вод як джерела технічного водопостачання.

Забруднення стічних вод можуть бути *мінеральними* та *органічними*.

До мінеральних забруднень належать пісок, глина, шлак, розчини мінеральних солей, кислот та лугів.

Органічні забруднення бувають *рослинного* та *тваринного* походження. Забруднення рослинного походження містять залишки рослин, плодів, злаків, овочів, паперу. З хімічної точки зору у цих забрудненнях в основному міститься вуглець у вигляді клітковини. *Органічні забруднення тваринного походження* містять фізіологічні відходи людей та тварин, жирові речовини, органічні кислоти тощо. Основним хімічним елементом цих забруднень є азот у вигляді білкових речовин. Стічні води крім вуглецю та азоту містять фосфор, калій, сірку, натрій та інші хімічні сполуки. Виділяють також так звані бактеріальні та біологічні забруднення, які в стічних водах представлені різними бактеріями, дріжджовими та пліснявими грибами, дрібними водоростями.

За фізичним станом забруднення, що містяться в стічних водах, можуть бути у вигляді розчину, колоїдів, суспензії та нерозчинених домішок. Залежно від розмірів частинок, їх густини та швидкості руху стічних вод нерозчинені речовини можуть спливати на поверхню, знаходитись у завислому стані у воді та осідати на дно. Ступінь забруднення стічних вод оцінюється концентрацією, тобто масою домішок в одиниці об'єму в мг/л або г/м³.

Методи очищення стічних вод. Методи очищення стічних вод за характером впливу на воду поділяються на механічні, фізико-хімічні, хімічні, біохімічні та ін. У всіх випадках, першою стадією є механічне очищення.

Механічне очищення стічних вод використовують з метою підготовки стічних вод для більш глибокого очищення іншими методами. Механічне очищення забезпечує видалення завислих часток та зниження кількості органічних забруднень (за показником БСК до 20 - 25%), його здійснюється за одним із таких методів:

- подрібнення великих за розміром забруднень у менші за допомогою механічних пристроїв;
- відстоювання забруднень зі стоків за допомогою пісковловлювачів та відстійників;
- розділення води та забруднювачів за допомогою центрифуг та гідроциклонів;

- вилучення механічних домішок за допомогою елеваторів, скребоків та інших пристроїв, фільтрування стоків через сітки, сита, спеціальні фільтри, а найчастіше шляхом пропускання їх через пісок.

Вибір методу механічного очищення стічних вод залежить від розміру частинок, властивостей та концентрації забруднюючих речовин, витрат стічних вод необхідного ступеня їх очищення.

Спочатку стічні води проціджують через решітки і сита з метою вилучення з них грубих частинок (15–20 мм) для запобігання кольматації трубопроводів. Швидкість стічної води на решітці не повинна перевищувати 0,8 – 1,0 м/с за максимального потоку стічних вод. Під час роботи решітка повинна постійно очищатися механічним способом за допомогою вертикальних або поворотних граблів. Усунені з решітки домішки подрібнюють у спеціальних дробарках і скидають у потік стічної води за решіткою або спрямовують на переробку. Решітки можуть бути як рухомими, так і нерухомими. Вони використовуються для видалення найбільш грубих частинок. Іноді, якщо в системі є тверді включення значних розмірів, решітки з'єднують з дробарками, для подрібнення твердих включень.

Для видалення дрібніших зважених частинок застосовують сита двох типів: барабанні та дискові. Перші – сітчасті барабани з отворами 0,5 – 10 мм. В процесі обертання барабану стічна вода фільтрується через його зовнішню або внутрішню поверхню залежно від подачі води. Затримані домішки змиваються з сітки водою і відводяться в жолоб. Продуктивність сита залежить від діаметру барабану, його довжини та властивостей домішок.

Для відстоювання грубодисперсних домішок в стоках використовують осадження, яке відбувається під дією сили тяжіння. Для здійснення процесу осадження використовують пісковловлювачі, відстійники, освітлювачі. У освітлювачах одночасно з відстоюванням проходить фільтрування вод через шар завислих частинок.

Пісковловлювачі використовують для попереднього виділення мінеральних та органічних завислих частинок із стічних вод, і поділяються на горизонтальні та вертикальні. Горизонтальні пісковловлювачі є резервуарами прямокутного або трапецієвидного поперечного перерізу, причому швидкість руху стічної води в них не повинна перевищувати $0,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Продуктивність таких пісковловлювачів знаходиться в межах 1400 – 70000 $\text{м}^3/\text{добу}$. Осад, який збирається у кінці дні, направляють на переробку або у відвал. Вертикальні пісковловлювачі мають прямокутну або коловидну форму, а швидкість руху в них стічних вод, які рухаються вертикальним висхідним потоком, знаходиться в межах $0,05 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Типи та конструкції пісковловлювачів вибирають залежно від пропускної здатності очисних споруд, складу стічних вод і їх кількості. З пісковловлювачів вода надходить на первинні відстійники.

Відстійники поділяються на апарати періодичної та безперервної дії. За напрямком руху води вони поділяються на горизонтальні, вертикальні та радіальні. За рахунок значних габаритних розмірів пропускна здатність відстійників досягає 15000–20000 $\text{м}^3/\text{добу}$, а їх ефективність складає 60 - 70%. Значним недоліком відстійників є тривалість відстоювання (1 – 3 год.).

Для видалення із стічних вод тонкодисперсних твердих або рідких речовин, видалення яких відстоюванням ускладнено, використовують фільтрування. Розділення фаз проводять за допомогою пористих перегородок (або шару зернистого матеріалу), які пропускають рідину і затримують дисперговані частинки. Фільтруючий матеріал повинен мати необхідну пористість, володіти механічною та хімічною стійкістю. Найбільшого поширення набули зернисті фільтри, де як фільтруючий матеріал використовують пісок, дроблений гравій, буре та кам'яне вугілля тощо.

Біологічне очищення – це один із методів очищення стічних вод від багатьох органічних та деяких неорганічних домішок. За характером цей метод аналогічний природним процесам, наприклад, біологічному очищенню організмів, до складу яких входить багато різних бактерій (простих та високоорганізованих), пов'язаних між собою в єдиний комплекс складними взаємовідносинами (метабіозу, симбіозу та антагонізму). Основну роль у цьому комплексі відіграють бактерії, число яких знаходиться в межах від 10^6 до 10^{14} клітинок в одному грамі сухої біомаси. Число родів бактерій може досягати 5–10, а число видів – кілька десятків і навіть сотень. Така різноманітність видів бактерій зумовлена наявністю в стічній воді органічних речовин різних класів. Скорочення видів бактерій можливе, якщо очищення проводять за відсутності розчиненого у воді кисню (в анаеробних умовах) або за надто великого співвідношення кількості поданих на очищення забруднень та біомаси мікроорганізмів.

У процесі очищення стічних вод беруть участь дві групи бактерій: гетеротрофи та автотрофи. Гетеротрофи використовують вуглець з готових органічних речовин, що переробляються ними для отримання енергії, необхідної для біосинтезу клітин. Автотрофи для синтезу клітин застосовують неорганічний вуглець, а енергію отримують у результаті фотосинтезу або хемосинтезу (окиснення деяких органічних сполук: аміаку, нітритів, солей двовалентного заліза, сірководню та ін.). Під дією мікроорганізмів можуть протікати окиснювальний (аеробний) або відновлювальний (анаеробний) процеси.

Аеробний процес відбувається за умов, якщо концентрація органічної речовини в очищеній воді, виражена в біологічній потребі у кисні, не перевищуватиме певне значення.

Анаеробний процес часто застосовують для очищення дуже концентрованих стічних вод, що викидаються малярними, лакувальними, машинобудівними, деревообробними та іншими промисловими підприємствами.

Ефективність процесів біологічного очищення залежить від температури, рН середовища, вмісту біогенних елементів, рівня живлення мікроорганізмів, кисневого режиму, вмісту токсичних речовин. Найбільша ефективність біологічного очищення вод виникає за:

- температури в очисних спорудах 20–30 °С;
- рН середовища 5 – 9 (оптимальне 6,5 – 7,5);
- достатньої концентрації основних елементів живлення бактерій – органічного вуглецю (БПК), азоту, фосфору тощо;

- постійної концентрації розчиненого кисню не нижче 2 мг/дм³.

Біологічне очищення включає такі три стадії:

- 1) первинне – механічне очищення;
- 2) вторинне – власне біологічне очищення;
- 3) третинне – знезараження стічних вод.

Найбільше поширення отримали три групи очисних споруд для біологічного очищення. До першої групи водоочисних споруд відносяться біофільтри, до другої – аеротенки, окситенки; до третьої – занурені біофільтри, аеротенки із наповнювачами.

Біофільтр – це споруда, в корпусі якої розміщується кускова насадка (завантаження) та розподільчий пристрій для стічної води та повітря. У біофільтрах стічна вода фільтрується через шар кускової насадки, покритої плівкою із мікроорганізмів. Мікроорганізми біоплівки окиснюють органічні речовини, що використовують як джерела живлення та енергії. Внаслідок цього зі стічної води виводяться органічні речовини, маса активної плівки збільшується. Відпрацьована біоплівка змивається протічною стічною водою та виноситься з біофільтра. Як кускові насадки (завантаження) у біофільтрі використовують: щебінь, гравій, шлак, керамзит, керамічні, пластмасові кільця, куби, кульки, циліндри, тканинні та пластмасові сітки, згорнені в рулон. На рис. 11.4. зображені види завантажувальних елементів біофільтрів, що забезпечують необхідну поверхню контакту забруднювальних речовин з активним мулом.

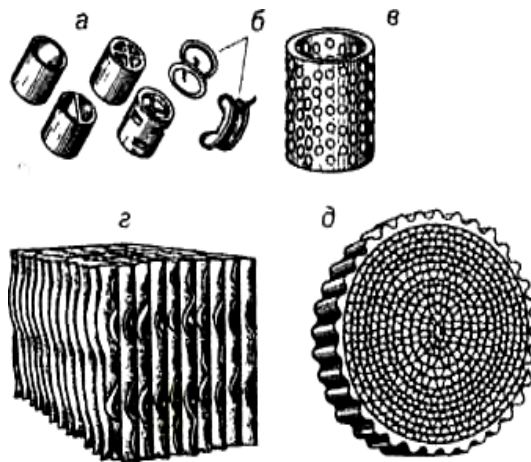


Рис. 11.4. Основні види завантажувальних елементів біофільтрів: а – кільця; б – сидіння; в – пустотілі циліндри з отворами; г – жорстке блокове завантаження; д – м'яке завантаження.

За принципом надходження повітря у товщу завантаження, що аерується, біофільтри поділяють на споруди з природною та примусовою аерацією. Перші з них застосовують для потужності до 1000 м³/добу, другі – для значного вмісту органічних речовин у стічних водах або за потужності 1000 – 40 000 м³/добу.

Аеротенки – це залізобетонні аеровані резервуари. Процес очищення в аеротенку відбувається в процесі протікання через нього аерованої суміші стічної води та активного мулу. На рис. 11.5. зображена схема споруди для біологічного очищення стічних вод із застосуванням аеротенку.

Установка працює у такий спосіб: стічну воду подають у первинний відстійник води, де виводяться зважені частинки забруднюючої речовини. Для покращення осаду сюди подається частина надлишкового мулу. Після освітлення вода поступає в переаератор. Сюди ж направляють частину надлишкового мулу із вторинного відстійника, де стічні води попередньо аеруються повітрям протягом 15 – 20 хв. За необхідності у переаератор можуть вводити нейтралізуючі добавки та живильні речовини. Із переаератора стічна вода подається в аеротенк, через який циркулює також активний мул. Біохімічні процеси в аеротенку протікають у два етапи:

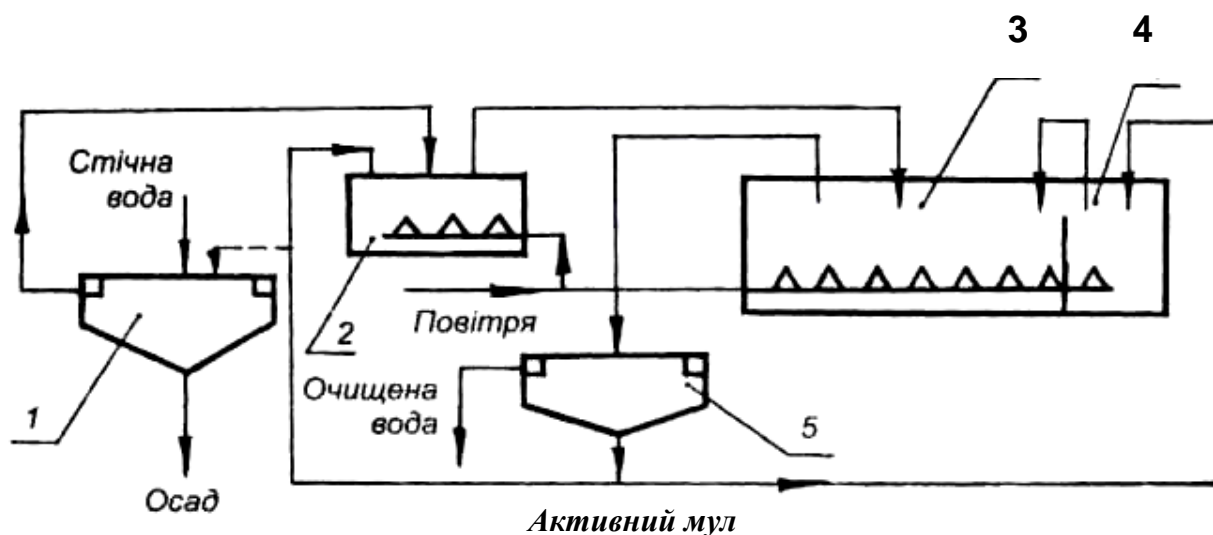


Рис. 11.5. Схема установки для біологічного очищення стічних вод із використанням аеротенків: 1 – первинний відстійник; 2 – переаератор; 3 – аеротенк; 4 – регенератор; 5 – відстійник.

1. Адсорбція поверхнею активного мулу органічних речовин та мінералізація легкоокиснювальних речовин за інтенсивного споживання кисню.
2. Доокиснення повільно окиснювальних органічних речовин та регенерація активного мулу. На цьому етапі кисень споживається досить повільно.

Аеротенк, як правило, поділяється на дві частини: регенератор (25% від загального об'єму) та аеротенк, в якому відбувається основний процес очищення. Регенератор дає можливість очищати більш концентровані стічні води і збільшити продуктивність агрегату. Перед потраплянням в аеротенк стічна вода повинна містити не більше 150 мг/л завислих частинок і не більше 25 мг/л нафтопродуктів. Потім стічна вода з мулом поступає у вторинний відстійник, де мул відокремлюється від води. Більша частина мулу повертається в аеротенк, а його надлишок спрямовують у переаератор.

Перед тим як стічна вода потрапить в аеротенк, вона повинна пройти механічне очищення. Під час механічного очищення стічна вода проходить крізь решітки, де затримуються грубі механічні домішки, потім крізь пісковловлювач, де відокремлюється пісок, і, нарешті, потрапляє у первинні відстійники, де завдяки силам гравітації все, що важче за воду, осідає на дно, збирається та

відкачується в метатенк на зброджування або через певний проміжок часу (іноді один раз за квартал) випускається на мулові майданчики (рис. 11.6).

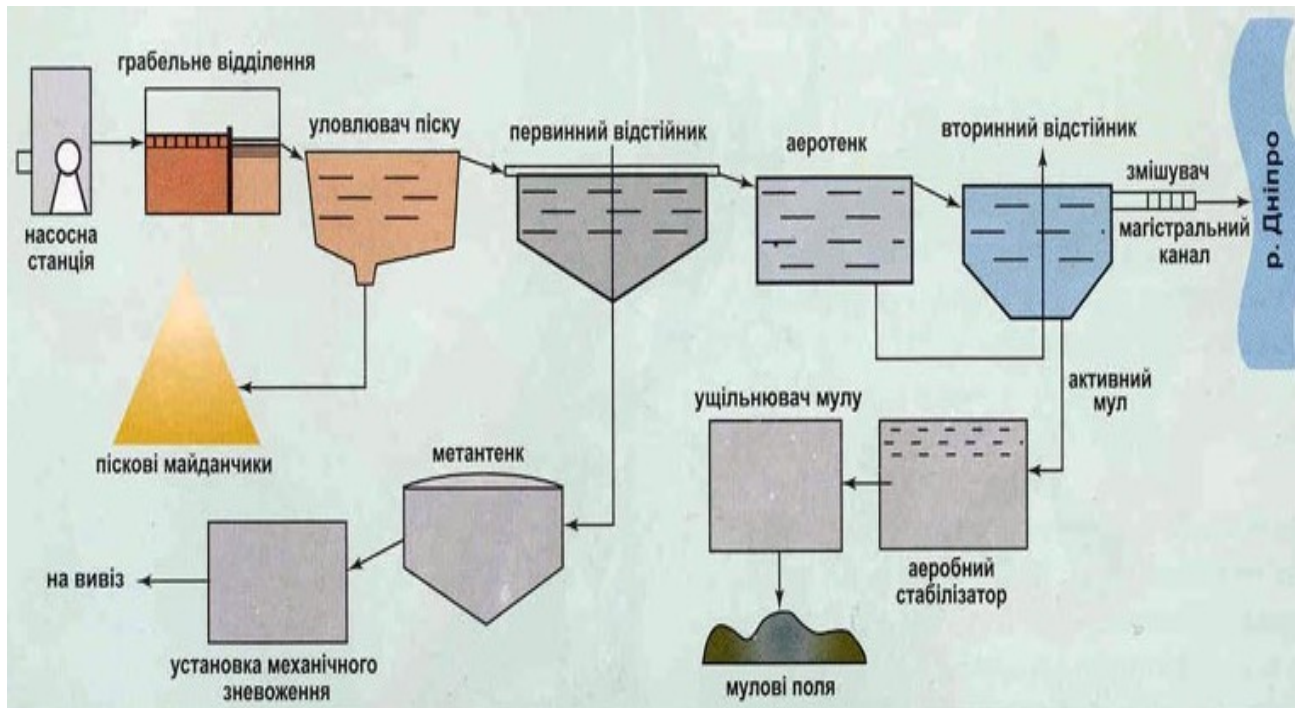


Рис.11.6. Схема очищення стічних вод Бортницької станції аерації (м.Київ).

Остання стадія очищення води полягає у її знезараженні. Для цього використовують переважно хлорування. У разі обробки очищених стічних вод хлором їх витримують протягом 20 – 30 хв у контактних резервуарах, після чого скидають у відкриті водойми. У результаті механічного та біологічного очищення на біофільтрах, в аеротенках чи метантенках знешкоджується 91 – 98% хвороботворних мікроорганізмів.

Аеробні процеси біохімічної очистки можуть проходити також у природних умовах – на полях зрошення, полях фільтрації та біологічних ставках.

Очисні споруди. Загальний вигляд очисних споруд, призначених для очищення та знезараження стічних вод та переробки їх осаду зображено на рис. 11.7.

Склад очисних споруд може бути різним, він залежить від методу очищення та виду стічних вод. Очисні споруди розташовують:

- по-перше, якомога ближче до об'єктів каналізування (щоб зменшити довжину відвідного колектора та його вартість);
- по-друге, з підвітряного боку домінуючих вітрів відносно житлової забудови і нижче від неї за течією річки.

Багато, щоб майданчик мав нахил і в такий спосіб забезпечував самопливний рух стічної води очисними спорудами. Нормативна ширина санітарно-захисних зон між очисними спорудами та межею житлових забудов залежить від методу очищення стічних вод та потужності очисної станції. Наприклад, для

споруд механічного та біологічного очищення потужністю до 50 тис. м³/добу ширина захисної зони становить 300–500 м.



Рис. 11.7. Загальний вигляд комплексу очисних споруд

Після очищення та знезаражування стічні води через спеціальні споруди, які називають випусками, скидають у водоймище.

Виробничі стічні води можуть бути відведені в міську каналізацію, але вони не повинні:

- порушувати роботу каналізаційних мереж та споруд;
- містити речовини, які здатні засмічувати труби каналізаційної мережі або відкладатися на стінах труб;
- виявляти руйнівний вплив на матеріали труб та елементи споруд каналізації;
- містити горючі домішки та розчинні речовини, які здатні утворювати вибухонебезпечні та токсичні гази в каналізаційних мережах та спорудах;
- містити шкідливі речовини в концентраціях, які порушують роботу очисних споруд або перешкоджають використанню вод у системах технічного водопостачання чи скиду в водні об'єкти (з врахуванням ефективності очищення).

Утилізація твердих побутових відходів. Забезпечення життєдіяльності людини пов'язано також з появою величезної кількості твердих побутових відходів (ТПВ). Цьому сприяє значне зростання в останні десятиріччя споживання ресурсів, товарів у всьому світі. Питомі показники утворення відходів за даними Мінжитлокомунгоспу України в середньому становлять 250 кг/рік на душу населення, а у великих містах досягають 330–380 кг/рік і їх кількість щорічно збільшується на 3,5%. В даний час маса потоку ТПВ, що виробляється та надходить щорічно в біосферу, досягла величезних масштабів і становить близько 400 млн тонн на рік, що негативно впливає на санітарно-епідеміологічне благополуччя населених пунктів.

На загальне накопичення ТПВ впливають такі чинники:

- ступінь облаштування будівель (наявність сміттєпроводів, системи опалювання, теплової енергії для приготування їжі, водопроводу і каналізації);
- розвиток мережі громадського харчування та побутових послуг;
- рівень охоплення комунальним обслуговуванням культурно-побутових та громадських організацій;
- кліматичні умови.

ТПВ, які спеціалізованим транспортом вивозяться із місць їх збору населенням потрапляють на полігони ТПВ. Полігони ТПВ – це складні інженерні споруди, у яких передбачена гідроізоляція водоносних горизонтів, створення обвідної дренажної системи для збирання дощових вод та фільтрату, відповідних збирачів (дренажних колодязів), що характеризуються певним об'ємом, установок очищення інфільтратів, створення системи збору та відводу біогазу. Вертикальний розріз сучасного полігону ТПВ зображений на рис. 11.8.

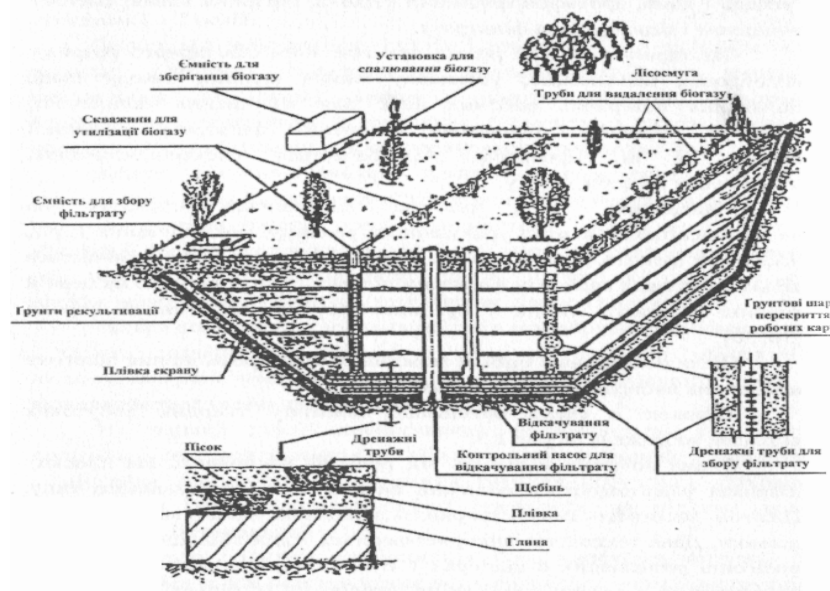


Рис. 11.8. Вертикальний розріз полігону ТПВ.

Більшість функціонуючих на сьогоднішній день місць збору ТПВ створювались всередині минулого століття, коли нормами проектування не передбачалось облаштування вказаних вище систем. Такі місця збору ТПВ або зовсім не обладнані вказаними інженерними комунікаціями, або обладнані

ними частково, а тому не можуть називатись «полігонами ТПВ», більш коректною є назва «звалища ТПВ».

За минулий період в масі ТПВ існуючих звалищ ТПВ накопичилось значні запаси біогазу. У зв'язку з низькою густиною та досить великою проникністю сміття, частина біогазу, який утворюється, вивільнюється у повітря, забруднюючи атмосферу. Термін експлуатації практично всіх існуючих звалищ ТПВ на Україні або вичерпаний, або на межі закінчення.

Для збирання та відведення фільтрату з полігонів використовується дренажна система, яка складається з шарового дренажу та дренажних труб. Всі матеріали, які використовуються в дренажній системі, повинні бути хімічно та біологічно стійкими і підбиратися так, щоб фізико – хімічні властивості фільтрату та механічна дія відходів не шкодили б системі. Облаштування системи дренажу сміттєзвалища показано на рис.11.9.

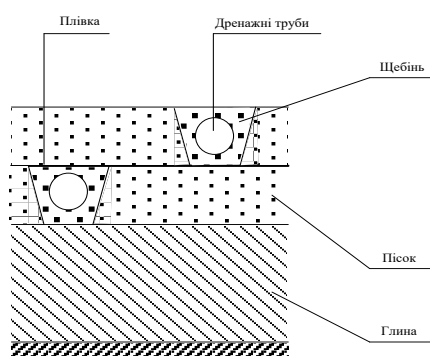


Рис. 11.9. Схема відведення дренажних вод з території сміттєзвалища.

В дренажі використовуються перфоровані труби або труби з прорізами діаметром не менше 300 мм. Труби вкладають на поверхні гідроізолюваного шару для того щоб фільтрат відводився з всього дна полігону. Як шаровий дренаж використовується матеріал округлої форми з розміром частинок 16 – 32 мм. Також для відведення фільтрату використовується контрольний насос для відкачування фільтрату. Дренажні води, що утворюються на полігоні, збираються в контрольні ставки а потім подаються на очищення.

Поперечний розріз дренажної системи, який зображено на рисунку 11.9, складається з кількох частин. Перша частина – шар глини, який розміщений на поверхні котловану, друга - пісок, який знаходиться над шаром глини. В ньому розміщені дренажні труби, які захищені шаром щебеню. На шарі піску розташована плівка, яка перешкоджає проникненню дренажних вод повз труби у ґрунти та відповідно у ґрунтові води. Над плівкою розташований ще один шар піску, в якому в шарі щебеню розміщена дренажна труба.

Паливно-енергетичне господарство. До складу паливно-енергетичних господарств як галузі комунальної енергетики входять підприємства та організації, що забезпечують електроенергією, газом, теплом населення міста, промисловість та інших споживачів.

Електропостачання. Для споживачів, розташованих на території міста, передбачається система електропостачання як сукупність трансформаторних підстанцій та електричних мереж різних напруг. Загальну систему

електропостачання завжди поділяють на дві частини. До першої відносять електричні мережі та знижуючі підстанції 35–110 кВ. Сукупність цих мереж називається *електропостачальними мережами*. Збірні шини підстанцій на 10 (6) кВ є центрами живлення міських мереж. Електропостачальні мережі призначені для розподілу енергії між районами міста.

До другої частини системи електропостачання відносять мережі живлення 10 (6) кВ та мережі розподілу 10–0,38 кВ. Ця частина системи електропостачання призначена для розподілу енергії безпосередньо серед споживачів. Межі цієї частини починаються на збірних шинах 10 (6) кВ центрів живлення і закінчуються на вводі до споживача.

Для великих міст побудову мережі 10 (6) кВ виконують за дволанцюговим принципом: мережі живлення 10 (6) кВ та мережі розподілу такої ж напруги. Цей принцип передбачає спорудження так званих розподільних пунктів. Розподільним пунктом міської електричної мережі називається розподільна мережа, яка починається безпосередньо з шини 10 (6) кВ ЦЖ. Головним завданням міських електромережових підприємств є постачання споживачів електричною енергією нормованої якості та необхідного ступеня надійності та безпеки.

Практично всі промислові мережі змінного струму трифазні. Трифазні системи знайшли місце у практиці експлуатації електроенергетичних систем в процесі конкурентного змагання з двофазними системами. Перша трифазна промислова система була продемонстрована публічно у 1891 р. німецькою компанією АБО під час електротехнічної виставки у Франкфурті-на-Майні, яка складалася з трифазного генератора, трифазних трансформаторів та трифазного асинхронного двигуна, розроблених М.О.Доліво-Добровольським, який працював у фірмі АБО.

Теплопостачання. Теплова енергія є одним з основних видів енергії, що споживає людство. Вона забезпечує роботу та розвиток промислового та сільськогосподарського виробництва, створює сприятливі умови для життя та діяльності людей. Джерелами теплопостачання житлового та нежитлового громадського фонду та деяких невеликих приватних підприємств у містах та селищах є теплоелектроцентралі (ТЕЦ) та котельні.

Кожна система централізованого теплопостачання незалежно від розмірів включає три основні елементи: джерело тепла, теплову мережу та споживача.

Система теплопостачання – це комплекс пристроїв, що продукують теплову енергію і доставляють її у вигляді пари, гарячої води або підігрітого повітря споживачеві. Елементом системи теплопостачання є теплогенеруючий пристрій. *Теплогенеруючий пристрій*– це сукупність пристроїв та механізмів для виробництва теплової енергії у вигляді водяної пари, гарячої води або підігрітого повітря.

Котельні. Котельні – це комплекс пристроїв та агрегатів, призначених для одержання пари або гарячої води за рахунок спалювання палива або використання інших джерел теплоти. Сучасна котельня складається з котельного агрегату та допоміжного обладнання, що служить для підготовки та подавання палива, води та повітря, видалення та очищення димових газів, видалення золи та шлаку (у випадку спалювання твердого палива) тощо.

Первинними джерелами енергії можуть бути: органічне паливо, теплові відходи промислових підприємств, сонячна енергія, біогазове паливо.

Котельний агрегат – це комплекс пристроїв для вироблення пари або гарячої води відповідних параметрів. Котли, які призначені для одержання пари, називають *паровими*, а для одержання гарячої води – *водогрійними*. Котли, що використовують теплоту відхідних газів якогось виробництва, називають *котлами - утилізаторами*. Котли, що використовують енергію Сонця – *геліокотлами*. За видом спалюваного палива розрізняють котли, що працюють на твердому, рідкому та газоподібному паливі.

Котельні установки, що постачають паром турбіни електричних станцій, називають *енергетичними*, котельні установки, що виробляють пару для промислових підприємств – *виробничими*, або *промисловими*. Якщо котельня виробляє пару та нагріває воду для потреб підприємства, її називають *виробничо-опалювальною*.

Основними характеристиками парових котлів є: паропроductивність, тиск пари, температура пари та живильної води; водогрійних котлів – теплова потужність, температура гарячої та зворотної води, розрахунковий тиск у котлі. Номінальною продуктивністю котла називають його найбільшу продуктивність (т/год або кг/с), яку забезпечує котел у процесі тривалої експлуатації та спалювання основного виду палива для цього котла, за номінальних параметрів пари та температури живильної води. Теплова потужність водогрійних котлів визначається кількістю теплоти, мВт, що відпускається котлом за одиницю часу. Під номінальним тиском (Па, кПа) та температурою (°C) пари розуміють їх значення перед паропроводом за номінальної паропроductивності котла. У водогрійних котлах основною характеристикою гарячої води є її температура на виході з котла.

Залежно від номінального тиску пари парові котли поділяють на котли низького (до 1 МПа), середнього (1–10 МПа), високого (10–22,5 МПа) та понадкритичного тиску (вище 22,5 МПа). Залежно від типу, призначення та розмірів котельної установки вона може містити у своєму складі ті чи інші елементи основного та допоміжного обладнання.

У більшості міст та населених пунктів для комунальних потреб в основному використовують гарячу воду, відповідно для її виробництва застосовують водогрійні котли, які переважно працюють на газу.

У зв'язку з холодним кліматом на більшій частині території України витрата палива на виробництво теплоти для опалення, гарячого водопостачання та нагріву повітря в житлових будівлях дуже велика – приблизно 30% від усього видобутого твердого та газоподібного палива.

У нашій країні житлові будинки в містах та робітничих селищах отримують тепло від теплоелектроцентралей. У Києві, наприклад, централізоване теплопостачання задовольняє більше 80% теплових потреб всіх житлових будівель. Подальше розповсюдження систем централізованого теплопостачання є головним напрямком розвитку цієї галузі, оскільки воно дозволяє отримати значну економію палива (до 20 – 30%). Одночасно останнім часом набули значного розвитку автономні системи опалення.

На вироблення 1 Гкал тепла в Україні питомі витрати палива в комунальній енергетиці складають 180 – 200 кг умовного палива (у.п.), а у розвинених державах – 140 - 160 кг у.п. На теплопостачання існуючого житлового фонду в середньому на людину за рік витрачається близько 5,6–5,7 т у.п., що в 1,5–2,2 рази більше, ніж у США, Данії та інших країнах. Всього річна потреба України в енергетичному паливі, за даними 1994 року, становить приблизно 300 млн. т. у.п., що відповідає $8,8 \cdot 10^{10}$ Дж/рік. Всього у світі споживається приблизно $460 \cdot 10^{10}$ Дж/рік. Таким чином, частка України складає близько 1%. Якщо звернутись до досвіду західноєвропейських держав, наприклад Данії, то комплексне вирішення проблем енергозбереження призвело до того, що країна домоглась скорочення потреби в енергії на 43% за одночасного зростання будівництва житлового фонду. Досвід західних країн свідчить, що встановлення одного терморегулятора на опалювальний прилад призводить до 15% економії тепла, а зниження температури повітря в житловому будинку на 1°C дає економію до 7% теплової енергії.

Одним з недоліків систем гарячого водопостачання, приєднаних до централізованого теплопостачання, є досить великі витрати гарячої води. В житлових будинках вони в 2–3 рази більші, ніж у випадку використання індивідуальних газових водонагрівачів. Відчутний ефект дає встановлення лічильників холодної та гарячої води – витрати води зменшуються на 20 - 40%.

Господарство з озеленення населених пунктів. У комплексі заходів щодо очищення атмосферного повітря сучасного міста від забруднень та зниження рівня шуму особливе значення надається міським зеленим насадженням – гігантським зеленим фільтрам (паркам, садам, бульварам). У деяких випадках зелені насадження захищають міські об'єкти від шкідливих викидів, що проникають з суміжних районів, в інших випадках – локалізують та поглинають викиди промислових підприємств та транспорту. Зелені насадження сприяють утворенню постійних повітряних течій, які перемішують та розбавляють повітря, виносячи шкідливі гази у верхні шари атмосфери. Підраховано, що хвойний ліс з площі в 1 га за добу виділяє в атмосферу 4 кг летких фітонцидів, листяний ліс – біля 2 кг, тому в лісовому повітрі порівняно з міським значно менше хвороботворних мікроорганізмів. Так, в 1 м³ лісового повітря міститься 490 бактерій, а в 1 м³ міського їх число досягає 3600.

Міські озеленені площі - це посадки чотирьох типів: газони, що складають 70% площі, відведеної під насадження; дерева займають біля 9% площі; кущі до 6%; квіти – 1%. На озеленених площах розташовані садові форми та майданчики, які займають 14% озелененої площі.

Транспортне господарство. До міського транспорту відносяться автобуси, трамваї, тролейбуси, метрополітен (в містах країни з населенням більше 1 млн. чоловік).

Електротранспорт функціонує у 53 (трамвай — у 24, тролейбус – у 46) містах України. Через відсутність палива та обумовлене цим простоювання автобусів, трамвай та тролейбус у багатьох містах (в Макіївці, Алчевську, Северодонецьку, Костянтинівці, Дзержинську та інших) довгий час залишались майже єдиним видом міського транспорту. У 1995 році міським

електротранспортом перевезено 2075,5 млн. пасажирів. За станом на 01.01.1996р. протяжність ліній електротранспорту на 1000 жителів і 1 км² загальної забудованої території в містах була різна, і в середньому на Україні становила 0,4 і 1,2 км, а кількість рухомого складу 0,7 одиниць на 1000 жителів. В Івано-Франківську, Рівному, Кіровограді, Полтаві, Євпаторії, Кривому Розі ці показники значно нижчі. В останні роки значно погіршився технічний стан рухомого складу міського електротранспорту. Через дефіцит коштів у міських органах влади в останні 5 років купівля імпортних трамвайних вагонів і тролейбусів та запчастин до них практично не здійснювалась, що призвело до скорочення інвентарного парку більш як на 1800 одиниць трамваїв і 3330 одиниць тролейбусів, які відпрацювали встановлений термін, 33% простоюють, як технічно несправні. Передбачувані темпи оновлення інвентарного парку трамваями та тролейбусами вітчизняного виробництва дещо затримуються, створені потужності їх виробництва, які не використовуються.

Перевагою автобусів є їх повна автономність, вони можуть рухатися за будь-яким маршрутом за умови нормального шляхового покриття. Однак недоліками автобусного транспорту є забруднення повітря вихлопними газами. Трамваї та тролейбуси отримують електроенергію від енергосистем, що обумовлює високий ККД транспорту. Недоліком цих видів транспорту є залежність пересувного складу від системи електропостачання. Окрім того, трамвайні лінії є джерелом блукаючих струмів, котрі викликають корозію підземних металевих споруд.

11.2. Використовувані ресурси

Для систем водопостачання ресурсами є підземні чи поверхневі води, а ціллю діяльності - організація технології очищення цих вод до якісних показників, які б дозволили їх використовувати як питні води, а також транспортування отриманої питної води до споживача. Для кожного конкретного населеного пункту вибір типу ресурсу для приготування питної води, технології очищення води та способу її доставки споживачу визначаються конкретними умовами.

Ресурсами систем каналізації та утилізації твердих побутових відходів є відходи систем життєдіяльності суспільства – стічні води та тверді побутові відходи.

Ресурсами систем електропостачання є електрична енергія, проблеми вироблення якої детально озвучені у другому розділі, а процеси транспортування – у п'ятому розділі підручника.

Ресурсами систем тепlopостачання є теплова енергія, для вироблення якої використовується технічна вода та джерела енергії – електричної, палива, сонця, надр і т.п. (більш детально розглянуто у другому розділі цього підручника).

Ресурсами зеленого господарства є дерева, кущі, квіти, а ресурсами транспортного господарства – різні види транспорту, екологічні проблеми якого детально розглянуті у п'ятому розділі підручника.

11.3. Вплив на довкілля

Вплив комунальних підприємств на довкілля у сучасний час різко негативний. Розглянемо більш детально вплив різних типів комунальних підприємств.

11.3.1. Вплив на довкілля систем водопідготовки. Через дефіцит потужностей більше половини міст (56,3%) з населенням понад 100 тис. чоловік забезпечувалось питною водою за графіком. Загальна протяжність комунальних водопровідних мереж у 2004 р. склала 113 тис. км, з яких 37 тис. км, або 33% знаходяться в аварійному стані і потребують заміни. Загальна протяжність комунальних мереж каналізації — 46 тис. км, з них до аварійних відносяться 13 тис. км або майже 29%. Водночас нераціональні витрати та втрати питної води в зовнішніх мережах перевищують 31%, а в окремих містах вони і того більше. Сьогодні водопостачання більшості міст базується цілком на підземних водах (62%), в 21% міст є змішані джерела водопостачання і менше 17% міст використовують поверхневі джерела.

Звичайно, відбір поверхневих чи підземних вод для потреб водопостачання, технологія їх очищення до якості питних вод та транспортування до споживача створює певний вплив на навколишнє середовище (в першу чергу на гідросферу), але цей вплив несуттєвий у порівнянні із впливами антропогенної діяльності на довкілля, які розглядаються у цьому підручнику, а тому детально він не аналізувався.

11.3.2. Вплив на довкілля систем каналізування. Забруднення обумовлено перш за все скидами у водойми неочищених та недостатньо очищених стічних вод. Не менше проблем і у системах водовідведення. Понад 400 міст та селищ не мають систем централізованої каналізації. Знос обладнання насосних станцій та очисних споруд каналізації складає 65 - 100%. Щоденно у водойми скидається понад 1,5 млн. м³ неочищених і недостатньо очищених стічних вод.

Вкрай важке становище в Україні з обробкою осадів стічних вод. Споруди з їх обробки забезпечують потреби лише на 30 – 60%, крім того, з підвищенням вмісту в осадах важких металів вони не вивозяться на поля, та займають площі, котрих і так не вистачає. Через це значно погіршується склад стічних вод. Головним методом обезводнювання осадів в Україні залишаються мулові ставки та майданчики, що викликає низку екологічних проблем. Механічне зневоднювання на вакуум-фільтрах, фільтрах-пресах, центрифугах впроваджується вкрай повільно. Головна причина – відсутність високомолекулярних флокулянтів, а точніше, недостатнє фінансування галузі. Застосування флокулянтів для зневоднювання осаду стічних вод на мулових майданчиках з дренажем у 10 разів скорочує їх територію. Використання відпрацьованого мулу для добування біогазу в Україні практично не застосовується.

У складі комунальних стоків є фекальні води, які особливо небезпечні для здоров'я людини, адже у їхньому складі є яйця гельмінтів, а також мікроби та віруси, що спричиняють виникнення багатьох хвороб.

Усього у 2009 році скинуто в поверхневі водні об'єкти 7381 млн м³ стічних вод, що на 961 млн м³ менше порівняно з 2008 роком. За категоріями забруднення скинуто: забруднених – 1766 млн м³, у тому числі забруднених без очищення – 270,5 млн м³ та забруднених недостатньо очищених – 1496 млн м³; – нормативно очищених – 1711 млн м³; – нормативно чистих без очищення – 3904 млн м³. Житлово-комунальним комплексом у 2009 році скинуто у поверхневі водні об'єкти 2324 млн м³ стічних вод, в тому числі забруднених - 780 млн м³ з них без очищення - 85 млн м³.

Узагальнені дані про роботу очисних споруд в 316 містах і 154 селищах України свідчать, що в усіх цих населених пунктах, окрім господарсько-побутових стічних вод, водні об'єкти відводять з міської території і поверхневі стоки (дощові, талі стічні води), які скидаються без очищення.

В таблиці 11.1 наведений хімічний склад (усереднені дані) дощових та талих стічних вод, а в таблиці 11.2 – неочищених міських стоків. З наведених даних видно, що за всіма показниками господарсько-побутовий поверхневий стік урбанізованих територій більш забруднений ніж поверхневий стік з природних територій. На частку поверхневого стоку з сільськогосподарських територій припадає біля 78% завислих речовин і майже 20% органічних речовин (по БПК).

Таблиця 11.1

Хімічний склад дощових і талих стічних вод

Показники	Концентрація, мг/л
ХПК	90 - 290
БПК	190 - 560
Завислі речовини	110 - 360
Нафтопродукти	1 - 18
Азот	10 - 70
Фосфати	4 - 12
Хлориди	60 - 330
Сульфати	50 - 270

Таблиця 11.2

Хімічний склад міських стічних вод

Показники	Концентрація, мг/л	
	Дощові стічні води	Талі стічні води
Завислі речовини	300 - 2500	2000 - 4000
ХПК	400 - 750	500 - 3500
БПК	50 - 100	100 - 300
Нафтопродукти	5 - 16	10 - 30
Азот	2,5 - 6	3 - 8
Фосфор	0,5 - 1	0,5 - 2
Сухий залишок	250 - 450	250 - 450

11.3.3. Вплив на довкілля технологій утилізації ТПВ. Маса світового об'єму ТПВ щорічно складає близько 400 мільйонів тонн, з яких тільки 80% знешкоджується шляхом складування на звалищах та полігонах. Така кількість, без перебільшення, сягає геологічних масштабів - так, зі сміттям у біосферу потрапляє близько 85 млн тонн органічного вуглецю. Для порівняння, природне надходження цього елемента в ґрунтовий шар планети становить 40 млн тонн на рік. В Україні за 2009 рік утворилось близько 50 млн куб. м ТПВ, що дорівнює близько 12 млн. тонн, які захоронюються на 4,5 тис. сміттєзвалищах і полігонах загальною площею майже 7,8 тис. га. До того ж, в приватному секторі через відсутність належної системи збору ТПВ утворюються тисячі стихійних звалищ, які не піддаються точному обліку. На сучасному етапі розвитку суспільства кожна людина за даними статистики в середньому за одну добу створює близько 1 кг ТПВ, і це явище має тенденцію до постійного зростання.

На сьогоднішній день ТПВ - це суміш, яка складається з різного типу відходів як побутового так і промислового походження. Їх кількість залежить від пори року, побутових та харчових потреб людини, розвитку економіки товарів народного вжитку, тари та інших чинників. В порівнянні з 2000 роком в ТПВ зросла питома частка паперу та пластику, а знизилась – скла, металів та харчових продуктів. Ці зміни складу ТПВ підтверджують світову тенденцію до збільшення кількості паперу та пластику в побутових відходах за рахунок сучасних видів упаковки товару. Вище приведені цифри свідчать про необхідність вирішення питань із збиранням, утилізацією, переробкою та захороненням твердих побутових відходів. Для їх вирішення необхідно здійснювати комплексний підхід управління відходами. Приблизний склад твердих побутових відходів в Україні на 2010 рік становить:

Таблиця 11.3.

Усереднений склад твердих побутових відходів в Україні на 2010 рік

Компоненти ТПВ	Частка, %
Папір, картон	10 – 15%
Скло	8 – 10%
Метали	2%
Пластик	9 – 13%
Текстиль	4 – 6%
Гума і шкіра	2%
Деревина	1%
Харчові відходи та овочеві очистки	35 – 50%
Будівельні сміття	5%
Інші	10%

Спеціально відведені місця та об'єкти видалення (4,3 тис. одиниць, з них 1,8 тис. – для твердих побутових відходів) мають 1,8 тис. підприємств країни. Загальний вигляд звалищ відходів представлений на рис. 11.10.



Рис.11.10. Загальний вигляд Грибовицького звалища ТПВ (Львів).

Проектний об'єм існуючих місць збору ТПВ становить 11,8 млрд куб. м, з них для розміщення ТПВ – 847 млн куб. м, а залишковий об'єм – відповідно 3,8 млрд куб. м та 492,8 млн куб. м. Загальна площа спеціально відведених місць та об'єктів видалення відходів, передбачених проектом, становить 380,7 тис. га, у тому числі для твердих побутових відходів – 36,9 тис. га, залишкова площа – відповідно 134,8 та 16,3 тис. га. Обсяги видалення побутових та подібних відходів у спеціально відведені місця та об'єкти у 2011 році становили 7,0 млн т (або 2,5%), з них скинуто у спеціально відведені звалища – 4,3 млн т, поховано у землі чи скинуто на землю – 2,7 млн т. Крім того, 331,4 тис. т відходів було вивезено в місця неорганізованого видалення (стихійні звалища), з них 245 тис. т – побутові та подібні відходи.

Найбільше відходів розміщено у місцях неорганізованого зберігання (на стихійних звалищах) у Львівській – 229,0 тис.т (69,1% сумарних обсягів по країні), Івано-Франківській – 54,6 тис.т (16,5%), Київській – 18,8 тис. т (5,7%), Полтавській – 8,8 тис. т (2,7%), Луганській – 7,3 тис.т (2,2%), Кіровоградській – 6,0 тис. т (1,8%) областях.

Будь-яке звалище ТПВ, навіть те, що експлуатується досить короткий період, завжди є джерелом забруднювачів, здатних негативно впливати на довкілля. Із збільшенням терміну експлуатації звалища негативний вплив на прилеглу територію зростає. Як показали дослідження на офіційних звалищах ТПВ, навіть в робочому режимі в повітрі над звалищем концентрація аміаку складає близько 30 ГДК. Зафіксована значна кількість різноманітних органічних та неорганічних сполук, емісія яких в атмосферу перевищує допустимі норми. Оскільки в результаті біохімічних процесів температура в тілі звалища зростає, то часто спостерігається активне горіння або тління складованих відходів. Над

територією, де спостерігається тління відходів, в атмосферу викидається метан, оксид вуглецю (2 ГДК), аміак (11 ГДК), фенатрен, антрацен. Над зоною активного горіння концентрації оксиду вуглецю зростають до 49-150 ГДК, оксиду сірки - 40-200 ГДК, оксиду азоту - 50 ГДК, аміаку - 9 ГДК, бензолу - 42 ГДК. Крім цього фіксуються викиди метану, флуорену, фенатрену, антрацену, етану, етилену, пропану, пропілену, норм-бутану, органічних сполук класу фенолів, заміщених нафталінів та фенатренів, аліфатичних та ароматичних вуглеводнів.

Аналогічні неутішні результати отримані і в дослідженнях поверхневих та підземних вод. Особливо проблема забруднення гідросфери загострюється за неналежної експлуатації звалища, за можливості надходження фільтратів в поверхневі водойми. Рідка фаза звалищ ТПВ містить значну кількість органічних та неорганічних речовин, важких металів, завислих часток, мікроорганізмів. За належної ізоляції полігону від підземних горизонтів вдається уникнути їх забруднення, однак, в зоні впливу звалища фіксуються підвищені концентрації амонійного азоту, органічних речовин, завислих часток, металів, хлоридів та інших сполук.

Піддані інтенсивному забрудненню і ґрунти прилеглих до звалищ територій. В ґрунтах фіксується надмірний вміст свинцю, миш'яку, олова, марганцю, хрому, цинку, міді, нікелю, різноманітних небезпечних біологічних об'єктів. В результаті на самому звалищі та прилеглий території спостерігається інтенсивний розвиток лише бур'янів, оскільки інші види рослин не здатні існувати в жорстких умовах хімічного забруднення ґрунтів.

1.3.4. Вплив на довкілля паливно-енергетичного, зеленого та транспортного господарства. Ці впливи детально проаналізовані в у інших розділах підручника (вплив паливно-енергетичного господарства – в другому розділі, вплив транспортного господарства – в п'ятому розділі, зелене господарство не створює суттєвого впливу, який є необхідність аналізувати), а тому в цьому розділі не розглядались.

11.4. Заходи зі зниження рівня негативного впливу житлово-комунального господарства на навколишнє середовище та його попередження

Оскільки основним завданням житлово-комунального господарства є забезпечення комфортних умов життєдіяльності населення, то у цьому підрозділі розглядались лише заходи пов'язані із зменшенням впливу на довкілля систем каналізації та утилізації ТПВ, як таких, які створюють найбільш суттєвий вплив.

11.4.1. Каналізація. На сьогоднішній день на Україні застосовується стандартна схема міських очисних споруд другого покоління. Вона дозволяє відділити механічні домішки від води, окислити органічні речовини, (знижуючи БСК) та окислити іони амонію до нітратів. Удосконалення технології очищення, що дозволило б більш повно проводити очищення стоків і відповідно зменшити забруднення довкілля можна досягти такими методами.

Анаеробний розклад мулу. В зв'язку з тим, що практично у всіх каналізаційних системах України застосовується спільний збір та очищення

комунальних стоків та атмосферних опадів, в стічній воді є важкі метали в концентраціях, що не дозволяють застосовувати мул у сільському господарстві. Частково мул використовують для рекультивації земель, але в основному після стадії центрифугування, де вміст вологи знижується до 60 - 65%, первинний та надлишковий активний мул поступають на мулові майданчики. Для усунення вологи та біологічної стабілізації мулу необхідні великі площі земель. Мул має неприємний запах, який, особливо під час жаркої погоди, поширюється на житлову та промислову зону. Також під час часткового анаеробного розкладу на мулових полях у атмосферу виділяється метан, який є парниковим газом.

Метод анаеробного розкладу мулу відомий досить давно і є стандартним методом його стабілізації, який додатково дозволяє виробляти із мулу горючий газ метан, який може бути використаний для виробництва електроенергії, тепла, та використовуватись як паливо. Фільтрат від центрифугування переробленого мулу має високу концентрацію амонію – 800-1500 мг NH₄-N/л. Тому доцільним є впровадження станції окремого очищення фільтрату з використанням новітнього біологічного процесу Анамокс, що дозволить очищати фільтрат від амонію із значно меншими затратами.

Видалення макроелементів. Перехід від технології очищення стічних вод першого покоління (сепарація завислих речовин) до технології другого покоління відбувся внаслідок реалізації концепції, згідно з якою для окиснення висококонцентрованих органічних речовин та іонів амонію, що містяться у стічній воді, необхідна велика кількість кисню. Якщо це окиснення проходить у водних об'єктах із природною аерацією, то рівень розчинного кисню у воді різко падає, що призводить до загибелі водної біоти. Слід врахувати, що концентрація амонію вища за 1 мг/л є токсичною для риби. Надалі прийшло розуміння того, що внаслідок підвищення концентрації фосфору та азоту у воді прискорюється ріст та розвиток синьо-зелених водоростей, що у свою чергу також призводить до падіння розчинного кисню. Тому відбувся перехід до технологій очищення стічних вод третього покоління, які передбачають видалення із стічної води сполук фосфору та азоту. На даний момент скид макроелементів у складі стічних вод регламентується директивою Європейської Комісії 91/271/ЕЕС. Сучасна версія Директиви зобов'язує видалення азоту до рівня 10 мг загального азоту на літр та фосфору до рівня 1 мг загального фосфору на літр з мінімальним рівнем видалення 80% для агломерацій з скидом 100 000 еквівалентів людини (е.л.) для стічних вод, що скидаються у чутливих зонах. Для уникнення процесу евтрофікації водойм та для гармонізації українського законодавства із законодавством ЄС доцільне прийняття аналогічних норм на викид макроелементів.

Основним методом **вилучення азоту** із стічної води є біологічний метод нітрифікації - денітрифікації. У сучасній системі очищення стічних вод іони амонію переводяться до нітратів (нітрифікація). Другим кроком у вилученні азоту є переведення нітратів до газоподібного азоту в результаті біологічного процесу денітрифікації. Цей процес здійснюється гетеротрофними бактеріями, які в основному належать до грам-негативних альфа та бета класів *Proteobacteria*. Процес протікає у безкисневих умовах, де нітрит та нітрат

замінюють кисень у ролі електрон-акцепторів. Оскільки в процесі перетворення використовуються гетеротрофні бактерії, вони потребують джерела вуглецю для отримання енергії та для цілі будівництва нових клітин. Виходячи з цього існує дві схеми проведення процесу нітрифікації-денітрифікації, кожна з яких має свої переваги та недоліки:

Пост-денітрифікація. Безкисневий процес денітрифікації проходить після аеробної стадії окиснення, тому увесь азот переведений у нітратну форму, але відсутність органіки вимагає додавання зовнішнього джерела вуглецю (зазвичай використовується метанол).

Пре-денітрифікація. Безкисневий процес денітрифікації є першою стадією процесу, тому у стічній воді присутні органічні речовини, необхідні для денітрифікації, але більшість азоту є у амонійній формі. У цьому випадку застосовують інтенсивну рециркуляцію потоку після аеробної стадії для притоку нітрату у першу стадію денітрифікації. Процес не вимагає внесення зовнішнього джерела вуглецю але збільшує енергозатрати на очищення.

Процес пре-денітрифікації застосовується частіше, хоча у кожному випадку окремо потрібно порівнювати затрати на закупівлю метанолу із затратами на збільшення витрати енергії.

Для видалення фосфору застосовуються також два методи.

Першим методом є хімічне осадження фосфору у вигляді нерозчинних фосфатів. У цьому випадку у потік стічної води вводяться двох- або трьохвалентні солі металів (в основному солі Fe^{2+} , Fe^{3+} та Al^{3+}) за умови інтенсивного перемішування перед стадією первинного осадження. Проходить реакція з утворенням нерозчинних солей фосфатів відповідних металів, які осаджуються та видаляються разом із первинним мулом.

Другим методом є біологічне видалення фосфору, яке включає додаткову анаеробну стадію, де фосфати засвоюються із стічної води і зберігаються у формі поліфосфатів у клітинах бактерій. Цей метод дозволяє уникнути застосування хімічного осадження, але збільшує енергозатрати на очищення. Також, в зв'язку із необхідністю введення ще однієї стадії процесу, постає необхідність у побудові ще одного реактора, що веде до одноразових фінансових затрат та вимог до площі.

Аналогічно із видаленням азоту, у кожному окремому випадку застосування того чи іншого методу є більш чи менш вигідним. Наприклад, часто як осаджувачі застосовуються солі, що утворюються як відходи в процесі роботи певних підприємств і постачаються за невелику вартість.

Видалення завислих речовин як фінальна стадія очищення. Після вторинного осадження у відстійниках у воді все ще є завислі речовини, що видно неозброєним оком. Це агломерації бактерій, які через свою розвинену просторову структуру не повністю осаджуються у відстійниках.

Ці бактерії потрапляючи у водний об'єкт, гинуть внаслідок відсутності поживного субстрату і самі стають джерелом забруднення. Тому доцільно їх видаляти у швидких піщаних фільтрах. Звичайно застосовують паралельно декілька фільтрів з почерговим зворотнім вимиванням завислих речовин.

Раціональне використання площі очисних споруд. Слід відзначити, що звикло очисні споруди займають дуже велику площу і розміщення реакторів та агрегатів є нераціональним. Потрібно взяти до уваги той факт, що біологічно стабілізований мул є ідеальним матеріалом для рекультивації земель, який використовується для цих цілей в усьому світі і на який зазвичай не поширюються жорсткі норми відносно вмісту важких металів. Законодавством встановлено санітарно-захисну зону для станцій водоочищення продуктивністю від 50 до 280 м³/добу у розмірі 500 м на якій не можуть бути розміщена житлова забудова та прирівнювані до неї об'єкти, тому площі можуть бути використані лише для промислових об'єктів. Одним із варіантів для використання вільної території є побудова станції виробництва теплової енергії за допомогою теплових насосів. Метод пониження температури стоків для виробництва тепла широко застосовується у ряді держав.

11.4.2. Утилізація ТПВ. Існуючі звалища ТПВ вважаються одним з найбільш небезпечних об'єктів у плані впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей. У зв'язку із цим практично у всіх містах України ведеться інтенсивне обговорення перспектив закриття звалищ ТПВ та переходу на іншу технологію управління відходами. Можливими варіантами у новій технології є: Новий полігон ТПВ, який проектується та експлуатується у відповідності з українськими нормами та нормами ЄС та дозволяє вилучати енергію відходів у вигляді біогазу.

Сміттепереробний завод, де сміття, що надходить із системи збору проходить попередню стадію сепарації, де вилучаються цінні компоненти, а далі, відповідно до запроєктованого варіанту, або подаються на анаеробний розклад, або спалюються, або складаються на полігоні ТПВ. Також можливим варіантом є застосування різних методів обробки до різних фракцій відходів.

Сміттеспалювальний завод, де усе сміття, що надходить із системи збору, спаюється, а твердий залишок та пил, вловлений системою очищення відхідних газів, зберігається на полігоні ТПВ відповідного до небезпечності відходів класу. Тут варто відзначити, що вибір варіанту сміттеспалювального заводу не виключає попередню сепарацію та переробку цінних компонентів відходів на рівні системи збору. Оскільки на сміттеспалювальному заводі проходить термічна переробка відходів, сміттеспалювальний завод є за визначенням і сміттепереробним, тому надалі буде вживатись саме цей термін.

Незалежно від обраного варіанту, однією з ланок переробки відходів повинен бути новий полігон ТПВ, де будуть складуватися залишки переробки або уся маса відходів без переробки. Беручи до уваги вплив, який чинять існуючі звалища ТПВ на навколишнє середовище, важливим завданням є розробка стратегії по закриттю та рекультивації звалищ та перетворенню їх у об'єкт, безпечний для навколишнього середовища.

Невід'ємною частиною концепції закриття та рекультивації звалищ є оцінка приблизного терміну їх закриття. Термін закриття повинен бути напряму пов'язаний із датою початку роботи нової системи утилізації відходів. У іншому випадку може повторитись ситуація, яка нещодавно склалась у Тернополі, а

також складалась декілька разів у інших містах України, коли відходи не приймалися на звалище ТПВ, але і не існувало іншого варіанту поводження з ними. Такі ситуації ведуть до нагромодження відходів у місті та неконтрольованого їх скиду у непризначених місцях, що у свою чергу веде до значних збитків, які завдаються навколишньому середовищу та погіршення санітарного стану міста. Для вибору ділянки для розміщення нового полігону ТПВ, окрім можливого впливу на навколишнє середовище та здоров'я людей слід керуватись відстанню до межі міста, що у свою чергу зв'язане з коштом на транспортування відходів, впливом на довкілля, яке чинить сміттєтранспортне господарство, та можливістю утилізації теплової енергії, що утворюється в процесі переробки - часткового або повного спалювання відходів. На обраній території, до закінчення терміну експлуатації діючого звалища ТПВ, повинна бути споруджена, відповідно до норм ДБН В.2.4-2-05, ділянка, для заповнення побутовими відходами у випадку затримки із вводом у експлуатацію нового сміттєпереробного заводу.

Оскільки у вказаних вище ДБН описуються технічні моменти проектування та оперування полігоном ТПВ, у них немає рекомендацій стосовно ціни на приймання відходів на сміттєзвалище. У директиві ЄК 91/271/ЕЕС також не вказана конкретна ціна, оскільки вона значно залежить від місцевих особливостей, але відмічається, що для забезпечення стабільності у сфері фінансування необхідних заходів для охорони навколишнього середовища та здоров'я людей, ціна за приймання відходів на полігон ТПВ повинна включати вартість спорудження та оперування полігоном, а також процедури його закриття та проведення усіх необхідних операцій на протязі 30 років від закриття.

Складування відходів у період закриття звалищ ТПВ повинно служити не тільки як метод утилізації відходів, але повинно бути складовою у комплексному підході із рекультивацією звалища. В переважній більшості деякі схили звалищ ТПВ мають занадто різкі уступи ніж вимагається ДБН В.2.4-2-05, тому неможливо провести їх рекультивацію, оскільки під час просідання тіла звалища зовнішні захисні шари будуть порушуватись. Тому використання відходів як одного із елементів укріплення схилів дозволить окрім утилізації відходів скоротити витрати на рекультивацію.

На територіях, які уже не будуть використовуватись, і де не передбачається рух вантажного транспорту, повинна бути завершена технічна рекультивація із такими шарами відповідно до норм ДБН:

Мінеральний захисний шар із водопроникністю 10^{-9} м/с та товщиною шару 1 м.

Шар синтетичної гідроізоляції завтовшки не менше 3 мм, стійкий до хімічної і біологічної агресії та до ушкодження гризунами;

Дренажний шар товщиною 0,5 м. Служить для відводу атмосферних вод із поверхні сміттєзвалища;

Рекультиваційний шар завтовшки не менше 1 м, що має шар родючого ґрунту завтовшки 30...50 см

Варто зазначити, що норми проведення технічної рекультивації ДБН В.2.4-2-05 є подібними з нормами директиви ЄК 91/271/ЕЕС, за виключенням того, що

шар синтетичної гідроізоляції не вимагається у директиві ЄК, а також того, що у директиві ЄК не нормується родючість верхнього рекультиваційного шару.

Для забезпечення приймання відходів на протязі декількох років, які необхідні для прийняття рішень та розробки нової схеми управління відходами, потрібно освоювати нові площі під полігон ТПВ. Важливим завданням у засвоєнні нової площі є дотримання рекомендацій у спорудженні полігонів ТПВ. Українське законодавство (ДБН В.2.4-2-05) регулює лише проектування та спорудження нових полігонів, а не розширення існуючих. Законодавство ЄС (директива ЄК 91/271/ЕЕС) вимагає закриття полігонів ТПВ, які не витримують вимог, тому, іншими словами, новий регіон полігону повинен розглядатися як новий об'єкт, який у свою чергу повинен проектуватись згідно з вимогами. Оскільки нова частина є продовженням старого полігону ТПВ, можуть бути такі рекомендації до її проектування:

Створити геологічний бар'єр на підшві полігону з ухилом в сторону зовнішнього його краю. Це дасть змогу фільтрату, що утворюється, стікати у напрямку системи збору. Вимоги для водопроникності геологічного бар'єру та товщини є однаковими у директиві ЄК 91/271/ЕЕС та ДБН В.2.4-2-05 та складають 10^{-9} м/с та 1 м відповідно.

Створити систему збору фільтрату. Відповідно до директиві ЄК 91/271/ЕЕС геологічний бар'єр повинен покриватись синтетичним водонепроникним матеріалом та дренажним шаром, у якому встановлюються перфоровані труби для збору фільтрату. Згідно з ДБН В.2.4-2-05 синтетичне покриття не вимагається. Також, одним із варіантів біологічної рекультивації є засадження кущами та деревами, які можуть пускати корені глибоко вниз і тим самим пошкоджувати синтетичне покриття і зменшувати його ефективність.

Спорудити систему збору звалищного газу. ДБН В.2.4-2-05 рекомендують спорудження газозбірних колодязів паралельно з заповненням площі відходами. Кожних 2 м до центрального колодязя під'єднуються горизонтальні перфоровані труби для збільшення ефективності екстракції газу та зменшення кількості необхідних вертикальних колодязів.

Проведення рекультивації звалища ТПВ паралельно із складуванням вимагає чіткої координації дій оператора полігону, компанії, що проводить технічну рекультивацію та компанії, яка займається дегазацією полігону, оскільки ці процеси є взаємопов'язаними.

На нашу думку збір та очищення фільтратів є найбільшою проблемою існуючих звалищ ТПВ на даний час. Недопускання потрапляння фільтрату у ґрунтові води базується на двох аспектах – спорудження системи збору фільтрату та пониження рівня ґрунтових вод.

В процесі спорудження фільтратозбірної системи важливим завданням є недопущення змішування атмосферних опадів (які є умовно чистими) із фільтратами, що утворюються у тілі відходів в результаті процесів анаеробного розкладу. Збір атмосферних опадів варто проводити за допомогою каналів, причому слід розглянути можливість часткового використання існуючих комунікацій. На стадії завершення рекультивації прогнозований склад зібраних таким чином атмосферних опадів не дозволить скидати такі води у водні об'єкти

без очищення, проте після завершення рекультивації дозволить значно зменшити затрати на очищення фільтратів внаслідок зменшення їх об'єму.

11.5. Нові екологобезпечні технології

Впровадження нових екологобезпечних технологій у житлово-комунальному комплексі слід розглядати як з позицій впровадження ефективних технологій очищення питної води (що дозволить збільшити потенційні запаси питної води та забезпечити її раціональне використання), так і з позицій мінімізації впливу на навколишнє середовище внаслідок впровадження сучасних екологобезпечних технологій очищення стоків та утилізації ТПВ.

11.5.1. Сучасні екологобезпечні технології водопідготовки. Наприкінці XIX ст. А.М.Маклаков установив бактерицидну дію ультрафіолетового (УФ) випромінювання з довжиною хвилі 200 нм. Було доведено, що всі види бактерій та спор гинуть після кількох хвилин опромінення. Особливо ефективно застосовувати бактерицидне знезараження УФ-випромінюванням на водогонах, які використовують підземні, джерельні або підруслові води. Таке знезараження води у 2–3 рази дешевше порівняно із хлоруванням. Як джерело бактерицидного випромінювання використовують переважно ртутно-кварцові лампи високого тиску ПРК і РКС та ртутно-аргонові лампи низького тиску БУВ. Ртутно-кварцові лампи високого тиску застосовують у високопродуктивних установках з відносно невеликим бактеріальним забрудненням. Кількість бактерицидних установок розраховують на основі експериментального визначення коефіцієнта поглинання бактерицидного випромінювання води, яку обробляють. За відсутності цих даних рекомендують такі значення: для безбарвних, які не потребують знезалізнення, підземних вод, отриманих з глибоких горизонтів, – $0,1 \text{ см}^{-1}$, для ґрунтових, джерельних, підруслових та інфільтраційних вод – $0,15 \text{ см}^{-1}$, для води поверхневих джерел після очищення – $0,2\text{--}0,3 \text{ см}^{-1}$. Недоліком знезараження води УФ-випромінюванням є відсутність оперативного контролю за ефектом процесу знезараження. Крім того цей спосіб не придатний для знезараження каламутних вод.

Ультразвук має також бактерицидний ефект. Більшість учених зазначають, що під дією ультразвуку відбувається механічне руйнування бактерій у результаті ультразвукової кавітації. Ультразвук на 95% вбиває дизентерійні палички, сипно-тифозний вірус та інші через 1–2 хв після оброблення. Ефективність дії ультразвукових коливань залежить від природи мікроорганізмів, частоти ультразвукових коливань, тривалості та інтенсивності оброблення ультразвуком. Під дією ультразвуку гинуть як граммпозитивні, так і грамнегативні аеробні бактерії, паличкоподібні, кокові та інші форми мікроорганізмів. Особливо чутливі нитчасті форми мікроорганізмів, а найменше – кулясті. Основна маса бактерій гине під дією ультразвукових коливань частотою 20–30 кГц протягом 2–5 с. Бактерицидний ефект ультразвуку не залежить від каламутності (до 50 мг/дм^3) і кольоровості води, яку обробляють. Ультразвукові коливання однаково впливають на вегетативні та спорові форми мікроорганізмів. Для знезараження води до санітарних норм застосовують ультразвук із частотою коливань 46 кГц за інтенсивності 2 Вт/см^2 .

До інших перспективних способів знезараження води належать термічний та оброблення води іонами Аргентуму. Термічний спосіб зазвичай використовують для знезараження невеликої кількості води переважно в лікарнях, санаторіях, транспорті тощо. Під час кип'ятіння впродовж 5–10 хв гинуть практично всі патогенні бактерії. Однак під час кип'ятіння витрачається велика кількість енергії, тому на водогонах цей спосіб не застосовують. Особливої уваги заслуговує спосіб знезараження води іонами Аргентуму. Оброблення води, в якій міститься 0,05–0,2 мг/дм³ срібла, впродовж 30–60 хв дає змогу досягти санітарних норм. Для розчинення срібла у воді використовують способи контактування води з розвиненою поверхнею металу, розчиненням солей Аргентуму або електролітичним розчиненням металічного срібла. Найбільшого поширення набув останній спосіб, що ґрунтується на анодному розчиненні срібла. З цією метою промисловість виготовляє два типи іонаторів – ЛК-27 та ЛК-28. Перший призначений для індивідуального користування в побутових умовах, другий – для знезараження води на невеликих господарсько - питних водогонах, на підприємствах харчової промисловості та громадського харчування, під час розливання мінеральних вод, у плавальних басейнах тощо.

6.5.2. Сучасні екологічнобезпечні технології очищення стічних вод. Найбільша кількість новітніх розробок у очищенні стічних вод відноситься до нових технологій очищення від амонію. Усунення азотвмісних сполук з стічної води зазвичай відбувається завдяки інтеграції процесів нітрифікації та денітрифікації у класичний процес активованого мулу. Існують два методи інтеграції. За першим стадія денітрифікації реалізується після аеробної зони – тоді усі органічні сполуки, що здатні легко засвоюватись, видаляються у аеробній зоні і для повного відновлення нітриту та нітрату у наступній аноксидній зоні необхідно додавати значну кількість зовнішнього вуглецю. Суть другого методу у реалізації стадії денітрифікації перед аеробною зоною – тоді внутрішнє джерело вуглецю може використовуватись в цьому разі, але тоді значне перекачування (до 400% від вхідного потоку) стічної води, що залишає аеробну зону є необхідним для перенесення достатньої кількості нітриту та нітрату у аноксидну зону.

Інша технологія, у якій використовуються процеси нітрифікації та денітрифікації – це однореакторна система для видалення амонію через нітрит з високою активністю (відома під назвою SHARON®). Відмінністю цієї технології є те, що амоній окиснюється лише до нітриту (а не до нітрату) з наступним відновленням до молекулярного азоту, що приводить до меншої потреби у аерації та джерелі зовнішнього вуглецю. Система складається з одного реактора, де аеробні та безкисневі умови створюються періодично, так що може відбуватись і нітрифікація і денітрифікація, а процес здійснюється за параметрів, що дозволяють запобігти накопиченню Nitrite Oxidizing Bacteria (NOB). Промислове застосування реактора в Роттердамі (Нідерланди) довело, що процес дозволяє зменшити витрати на аерацію на 25% та на зовнішній вуглець у БСК на 40%.

Відкриття бактерій Anammox дало можливість проектувати системи вилучення амонію зі стоків, які ґрунтуються виключно на автотрофних процесах. У цих системах спільним є те, що приблизно половина амонію окиснюється до нітриту, а друга половина окиснюється до молекулярного азоту з використанням генерованого нітриту як електрон-акцептора за процесом Anammox. Усі системи автотрофного вилучення амонію можна поділити на дві групи – одно- та двостадійні системи. У двостадійних системах процес Anammox відбувається у окремому реакторі, в який подаються стоки з молярним співвідношенням амонію до нітриту близьким до 1:1,3. Ці стоки генеруються у окремому реакторі де частина амонію окиснюється до нітриту за процесом часткової нітрифікації. Стабільне перетворення частини амонію до нітриту досягається за рахунок запобігання окисненню нітриту до нітрату та контролювання частки утвореного нітритного азоту. Для того, щоб запобігти окисненню нітриту до нітрату, створюються умови, що є більш сприятливі для Ammonium Oxidizing Bacteria (AOB). Таким чином НОБ пригнічуються і їхня активність є незначною. Чотири основні параметри, які відіграють важливу роль у селективному пригніченні нітрифікуючих бактерій є: температура, рН, концентрація розчиненого кисню (РК) та час утримування мулу (sludge retention time – SRT).

Отримання потрібного співвідношення амонію до нітриту у процесі часткової нітрифікації є ще одним важливим завданням. Згідно стехіометрії процесу Anammox вилучення 1 моля амонію супроводжується вилученням 1,32 моля нітриту, проте зазвичай це відношення на вході у другий реактор підтримується на рівні 1:1. У такому випадку загальна ефективність очищення є нижчою, однак знижується можливість інгібування процесу Anammox в результаті накопичення непрореагованого нітриту. Співвідношення амонію до нітриту в основному контролюється за рахунок концентрації РК, гідравлічного часу затримання стоків (hydraulic retention time – HRT) та основності стоків.

Другим кроком у двостадійних системах автотрофного вилучення амонію є процес Anammox. Процес був успішно застосований у реакторах, що ґрунтуються на активованому мулі, гранульованому мулі та біоплівкових процесах, таких як реактори періодичної дії (sequenced batch reactor – SBR), газліфт, мембранні біореактори (membrane bioreactor – MBR), реактори з вертикальним рухом через шар анаеробного мулу (upflow anaerobic sludge blanket – UASB) та реактори з рухомими біоносіями (moving bed biofilm reactor – MBBR). Кожен із наведених реакторів має свої переваги та недоліки але спільним в усіх них є те, що вони дозволяють досягати значного затримання біомаси у реакторі. Ця властивість є дуже важливою оскільки низький приріст біомаси Anammox бактерій та низька швидкість росту бактерій негативно впливають на затримання та розвиток біокультури у реакторі. Найдовших часів затримання біомаси можна досягти використовуючи мембранні біореактори, що дозволяє знизити час нарощування біокультури. Проте промислове застосування процесу Anammox з використанням мембранних біореакторів несе з собою високі витрати на зворотню промивку мембран та їх зовнішнє очищення та нестабільність системи внаслідок осадження солей кальцію на поверхні

мембрани. Використання мембранної фільтрації також буде приводити до акумуляції інертних частинок у реакторі.

Високе затримання біомаси у Анамтох реакторах часто досягається за рахунок утворення агломерації бактерій. Зазвичай роботою реакторів керують таким чином, щоб сприяти утворенню гранул. Гранули формуються під певним гідродинамічним навантаженням, яке контролюється швидкостями рідини та газу в одних системах або швидкістю перемішування в інших. Іншим шляхом утворення агломерації бактерій є забезпечення високої площі поверхні на якій бактерії Анамтох можуть іммобілізуватись та формувати біоплівку. Це може бути здійснено шляхом додавання дрібних суспендованих часток у реактор або пластикових біоносіїв з високою питомою поверхнею. Також створенню гранул можна сприяти шляхом корекції солевмісту стоків. У такій системі солі, що випадають в осад, служать центрами для іммобілізації бактерій та формування гранул.

Незважаючи на те, що процеси нітрифікації та Анамтох мають різні вимоги щодо наявності РК, вони можуть протікати у одному реакторі. Було показано, що навіть низький рівень РК (менше 0,5% концентрації насичення) інгібує активність бактерій Анамтох, проте це інгібування є оборотним, тобто у випадку відновлення аноксидних умов бактерії відновлюють свою активність. Це може використовуватись для чергування фаз нітрифікації та Анамтох у одному реакторі.

На противагу від чергування аеробних та аноксидних фаз, два процеси можуть протікати одночасно в одному реакторі у одностадійній системі. У такій системі ключову роль відіграє формування двозонної агломерації бактерій. Внутрішня зона в основному складається з Анамтох бактерій, а зовнішня – з АОБ. Внутрішня зона є аноксидною, оскільки під час дифузії розчиненого кисню через зовнішню зону він поглинається нітрифікуючими бактеріями. Концентрація амонію у об'ємі рідини є значно вищою за концентрацію РК, тому його дифузія у внутрішню зону не зупиняється. Такий двозонний комплекс може формуватись як біоплівка на носії, або як двозонна гранула, або флокула. Біоплівка може утворюватись як на нерухомій основі, наприклад у дискових біофільтрах (rotating biological contactor – RBC) та занурених біофільтрах (submerged biofilm reactor), так і на рухомій основі у MBBR реакторах. Формування гранул Анамтох бактерій часто використовується у двостадійних системах. Таким же чином можна формувати гранули, що складаються з аеробного та анаеробного шару.

Автотрофний процес вилучення амонію, що ґрунтується на технології SBR з використанням флокулоподібної біомаси, був застосований на декількох СОСВ у Швейцарії і на відміну від одностадійної системи було показано, що флокули також формують двозонні комплекси з умовами необхідними для протікання двох складових процесів.

11.5.3. Сучасні екологічнобезпечні технології утилізації ТПВ. Щодо видалення побутових відходів, то останнім часом в Швеції почали застосовувати пневматичний транспорт для видалення сміття з сміттєпроводів горизонтальними підземними каналами до станції, що надає послуги декільком

будинкам (мікрорайон). В США, Великобританії, Італії та деяких інших країнах застосовується сплав в каналізацію подрібнених органічних відходів з квартир, готелів, ресторанів та інших об'єктів. З цією метою біля раковин ставлять механічні подрібнювачі, з яких подрібнені відходи разом зі стічною водою видаляються в каналізацію.

Необхідною стадією утилізації ТПВ після їх попереднього сортування (попереднє сортування не розглядається нами як нова технологія, а як безальтернативна стадія поводження з ТПВ) є певний час зберігання та додаткове сортування на сучасних полігонах ТПВ. Мінімізації впливу таких полігонів ТПВ на довкілля можна досягти шляхом застосування оптимальної композиції для облаштування протифільтраційного екрану, яка б включала природний сорбент та, складник, який викликав би кольматацію вільного об'єму екрану. Такими сорбентами можуть бути бентоніт, палигорськіт, глауконіт, кольматація пласти може бути викликана гіпсом, фосфогіпсом або іншими типами в'язучих.

Для очищення зібраних дренажною системою інфільтратів можуть бути використані сучасні технології очищення від амонійного азоту – із застосуванням описаних вище процесів нітрифікації – денітрифікації, Апаттох та біомембранного методу.

Розглядаючи можливість встановлення швидкозбірної установки для ручної сепарації та брикетування відходів варто відзначити, що поряд з її перевагами (зменшення маси відходів за рахунок сепарації цінних компонентів, подальше зменшення об'єму за рахунок стиснення відходів під високим тиском та брикетуванням - обтяганням поліетиленовою плівкою), така система має і ряд недоліків, на які варто звернути увагу:

Неможливість використання отриманих брикетів для заповнення розпочатих карт складування, оскільки це забороняється ДБН В.2.4-2-05;

Стиснення відходів під високим тиском веде до виділення великої кількості рідини з високим вмістом органічних речовин (високе значення ХПК). Для очищення таких стоків потрібно затратити значну енергію на аерацію або займати обширні площі під ставки біологічної очистки. У випадку некомпресованих відходів велика частина цих органічних речовин була б перетворена на метан.

Оскільки відходи знаходяться у більш чи менш герметичній упаковці, вилучення метану від їх розкладу а також фільтрату буде носити нерегулярний та розтягнутий у часі характер.

Фінансова сторона питання вимагає подальшого розгляду, оскільки слід порівняти фінансові вигоди від застосування такої системи із затратами на її впровадження.

Контрольні питання

1. Охарактеризуйте структурну схему житлово-комунального господарства.
2. Системи та схеми водопостачання.
3. Охарактеризуйте системи каналізації.
4. Класифікація стічних вод.

5. Які є методи очищення стічних вод?
6. Очисні споруди та їх характеристика.
7. Характеристика схем та способів утилізації твердих побутових відходів.
8. Дайте характеристику паливно-енергетичного господарства.
9. Ресурси, які використовуються для функціонування житлово-комунального господарства.
10. Вплив на довкілля систем каналізування.
11. Вплив на довкілля технологій утилізації ТПВ.
12. Заходи охорони та попередження негативного впливу на навколишнє середовище систем каналізації.
13. Заходи охорони та попередження негативного впливу на навколишнє середовище технологій утилізації ТПВ.
14. Сучасні екологічнобезпечні технології очищення стічних вод.
15. Сучасні екологічнобезпечні технології утилізації ТПВ.

ГЛОСАРІЙ

А

Абіотичні фактори – умови та явища зовнішнього середовища, які впливають на організми чи екосистеми (температура, освітленість, вологість, вітер, рівень радіації, атмосферний тиск тощо).

Абсорбція – поглинання речовини з розчину або газу всією масою поглинаючого тіла. Цей процес використовується при очищенні стічних вод і газових викидів.

Аварія – локальна небажана подія в процесі господарської діяльності, яка представляє собою загрозу життю і здоров'ю людей, їх добробуту і якості природного середовища, або призводить до ушкодження чи знищення обладнання, механізмів, транспортних засобів, сировини, готової продукції, а також до порушення діяльності.

Адсорбція – поглинання речовини з розчину або газу поверхнею іншої речовини (тіла) без утворення міцних зв'язків.

Аерація – штучне насичення різних середовищ повітрям для окислення органічних речовин. Застосовується, наприклад, для очищення питної та стічної води. А. називають також регульований природний обмін повітрям у промислових приміщеннях (головним чином у металургійних цехах). А. може проводитися за допомогою технічних засобів або шляхом ліквідації перепони (льоду, мастильної плівки тощо), яка перешкоджає природному доступу повітря до поверхні води, ґрунту тощо.

Аероби – організми, для життєдіяльності яких необхідний вільний молекулярний кисень (більшість тварин, майже всі рослини, багато мікроорганізмів).

Аеробний процес – процес, який відбувається в присутності кисню (протилежне поняття – анаеробний).

Агроекосистема – сукупність живих організмів (переважно культурних рослин), на ділянці суходолу або акваторії, яка знаходиться в сільськогосподарському використанні.

Акумуляція (в екології) – накопичення живими організмами хімічних речовин, зокрема, забруднювальних.

Анаероби – організми, здатні жити й розвиватися в безкисневих умовах (багато видів бактерій, деякі гриби, водорості, найпростіші та ін.).

Антропогенне навантаження – ступінь прямого та непрямого впливу господарської діяльності людини на природу в цілому або на її окремі складові (ландшафт, види організмів тощо).

Антропогенний ландшафт – природний ландшафт, що зазнав змін у процесі господарської діяльності людини, а також природно-виробничі комплекси, міські поселення тощо.

Антропогенні фактори – процеси життєдіяльності людини, що впливають на живі організми, екосистеми або біосферу в цілому.

Антропоцентризм – світогляд, згідно з яким людина є центральною і вищою метою світобудови.

Б

Бактерициди – антибактеріальні речовини, які викликають загибель бактерій.

Бактерицидність – властивість хімічних речовин (бактерицидів), фізичних (температура, іонізуюче випромінювання і т.д.) і біологічних (фермент лізоцим та ін.) факторів викликати загибель бактерій.

Баланс водний – співвідношення між кількістю води, що надходить, і тією, що витрачається, на будь-якому етапі кругообігу води на планеті.

Безвідхідна технологія – технологія, що дає теоретично досяжний мінімум відходів усіх видів. Містить у собі комплекс заходів, що забезпечують мінімальні втрати природних ресурсів при виробництві сировини, палива й енергії, а також максимальну ефективність і економічність їхнього застосування.

Безпека екологічна –1) така сукупність дій, станів і процесів, що не веде до життєво важливих збитків (або загрозам таких збитків), які спричиняються природному середовищу, окремим людям і людству. **Б.Е.** розглядається в глобальних, регіональних, локальних і умовно-обмежених рамках, у тому числі в межах держав і їхніх будь-яких підрозділів.

Беккерель – одиниця активності в системі SI радіоактивних ізотопів, що дорівнює одному розпаду за секунду. Названа в честь французького фізика А.А.Беккереля.

Бер – позасистемна одиниця еквівалентної дози випромінювання. 1 бер = 0,01 Дж/кг. До 1963 року визначалась як Біологічний Еквівалент Рентгена (поглинута живою тканиною доза іонізуючого опромінювання, що відповідає одному рентгену).

Біогенні елементи – хімічні елементи, що постійно входять до складу живих організмів, які виконують певні біологічні функції (найважливіші: О – 70% маси організмів; С – 18%; Н – 10%; а також N, В, S, Са, К, Na, Cl). Б.Е., які необхідні організмам у незначних кількостях, називають мікроелементами.

Біодеградація – властивість матеріалів або речовин змінювати свою структуру або якість під впливом біологічних агентів.

Біоконсервація – система заходів, спрямованих на збереження генетичної та видової різноманітності шляхом збереження популяційних і видових генотипів окремих особин поза природними місцями проживання – в зоопарках, ботанічних садах, колекціях культур і т.п.

Біокосна речовина – продукт взаємодії живої речовини і неживої матерії (грунт).

Біомаса – кількість живої речовини на одиниці площі або об'єму в момент спостереження.

Біосфера – оболонка земної кулі, в якій існує життя і яка охоплює нижню частину атмосфери, гідросферу і верхню частину літосфери. В Б. живі організми (жива речовина) і середовище їх мешкання органічно пов'язані і взаємодіють між собою, утворюючи єдину динамічну систему.

Біотехнологія – використання живих організмів у виробництві та переробці різноманітних продуктів. Термін з'явився у 70-ті роки 20 століття у

зв'язку з успіхами молекулярної генетики. Сучасні Б. широко використовують методи генної інженерії. З розвитком Б. пов'язують вирішення проблем забезпечення населення планети продуктами харчування, мінеральними ресурсами, енергією (біогаз, біодизель) та вирішення проблем охорони і збереження довкілля.

Біотичні фактори – сукупність факторів живої природи, що впливають на організм чи екосистеми.

Біохімічна стійкість органічної речовини – показник, що визначається співвідношенням перманганатної та біхроматної окислюваності води. Якщо воно менше 40%, то у водоймі превалює свіжа, мало трансформована органічна речовина типу білків та жирів; якщо понад 40% – стійкі у біохімічному відношенні органічні речовини (гумус, феноли та ін).

Біохімічне споживання кисню (БСК) – показник інтенсивності аеробної деструкції (розкладання) органічних речовин мікроорганізмами протягом певного часу (1 доби, 5 діб, 10 діб, відповідно позначають **БСК1**, **БСК5**, **БСК10**, **БСКповне**). Одиниця вимірювання – $\text{мгO}_2/\text{л}$. Незмінний показник для якісної і кількісної характеристики розчинення органічних речовин, розрахунків біопродуктивності водойм, спостереження за роботою очисних споруд та ін. Якщо співвідношення **БСК5** і біхроматної окислюваності води дорівнює 0,02-0,03, то у водоймі превалює гумус ґрунтів; 0,3-0,5 – органічна речовина, що утворюється в процесі самоочищення та з залишків померлих організмів; 0,8-1,2 – органічна речовина фітопланктону; понад 1,2 – органічна речовина побутових та промислових забруднень, яка нестійка у біохімічному відношенні.

Біхроматна окислюваність води (БОВ, БВ) – показник, що характеризує загальний вміст у воді легко- та важкоокислюваних мікроорганізмами речовин (відповідно нестійкі та стійкі до окислення речовини). Визначається кількістю кисню, витраченого на окислення органічних речовин, під дією сильного окислювача – біхромату калію. Одиниця вимірювання – $\text{мгO}/\text{л}$.

Буферність ґрунту – здатність ґрунту зберігати реакцію середовища (рН) при дії кислот і лугів. Один із найважливіших показників стабільності екосистем.

В

Важкі метали – це кольорові метали з щільністю більшою, ніж у заліза ($7,874 \text{ кг/дм}^3$) – Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sl, Sn, Bi, Hg

Відновлення природних ресурсів – комплекс заходів, спрямованих на одержання природних ресурсів у кількості, близькій до вихідної. Досягається за допомогою штучних заходів після повного або часткового виснаження цих ресурсів (наприклад, реінтродукція рослин, реакліматизація тварин, відновлення лісів, тощо).

Вода технічна – вода, яка використовується у побуті та промисловості, однак не вважається придатною для пиття та приготуванню їжі.

Водомісткість виробництва – кількість води, яка використовується для одержання одиниці готової продукції.

Водоочищення – процес (процедура, операція) доведення якості води, що надходить у водогінну мережу, до встановлених нормативами показників.

Водопостачання оборотне – відносно швидке повторне надходження раніше використаної води в технологічні цикли або побутові водогінні мережі після її очищення (у технологічних циклах - іноді і без попереднього очищення). У деяких галузях промисловості перевищує 80% усієї використовуваної води, що використовується, у населених космічних апаратах досягає 100%.

Військово-промисловий комплекс (ВПК) – це специфічне об'єднання військово-промислових підприємств, військових формувань, державного апарату та інших організацій, головною метою якого є, як правило, захист національних інтересів держави або групи держав шляхом формування сучасних озброєнь (авіація, морський флот, артилерія тощо) і тактико-технічної підготовки особового складу.

Вивітрювання – процес руйнування і хімічної зміни гірських порід під впливом коливань температури, хімічного і механічного впливу атмосфери, води та живих організмів.

Викид(и) – короткочасне або за визначений час (година, доба) надходження в навколишнє середовище будь-яких забруднень. Розрізняють: 1) **В.** від окремого джерела; 2) сумарний **В.** на площі міста, регіону, держави, їхньої групи, світу в цілому.

Виснаження вод – зменшення мінімально допустимого стоку поверхневих вод або скорочення запасів підземних вод. Мінімально допустимим є стік, при якому забезпечуються екологічне благополуччя водного об'єкта та умови водокористування.

Виснаження ґрунтів – збіднення ґрунтів на поживні речовини внаслідок тривалої експлуатації без внесення добрив або за недостатнього їх внесення.

Виснаження (вичерпання) природних ресурсів – це погіршення якісних характеристик природних ресурсів внаслідок їх експлуатації, пов'язане, головним чином, з виконанням природними ресурсами економічних функцій.

Відходи виробництва – залишки основних чи допоміжних ресурсів, які утворюються в технологічному процесі і не використовуються, або які повністю або частково втратили свої вихідні споживчі властивості. В.В. підлягають захороненню, рекуперації або утилізації.

Вода зворотна – вода, що повертається за допомогою технічних споруд і засобів з господарської ланки кругообігу води в його природні ланки у вигляді стічної, скидної і дренажної води.

Вода стічна – різновид зворотної води, яка утворилася в процесі господарсько-побутової і виробничої діяльності (крім скидної і дренажної води), а також вода від атмосферних опадів, що стікає з території населених пунктів і підприємств.

Водний кадастр – систематизоване зведення відомостей про водні ресурси регіону чи країни.

Водний кодекс – систематизований законодавчий акт, який регулює відносини, що стосуються охорони і використання водних ресурсів.

Водний об'єкт – зосередження природних вод на поверхні суші чи в земній корі, яке має характерні форми поширення і риси гідрологічного режиму і належить до природних чи штучно створених ланок кругообігу води.

Водна ерозія – змив ґрунту і підстилаючих порід потоками води, талими і дощовими водами.

Водні ресурси – всі води, які використовуються або можуть бути використані у виробничих і невиробничих цілях (води рік, озер, каналів, водосховищ, морів і океанів, підземні води, ґрунтова волога, вода і лід льодовиків і снігового покриву).

Водний режим – зміна в часі рівнів, витрат і об'ємів води у водних об'єктах.

Водний фонд – сукупність водних об'єктів, розміщених в межах визначеної території і включених або підлягаючих включенню в Державний водний кадастр.

Водогосподарська діяльність – діяльність громадян або юридичних осіб, яка пов'язана з використанням, відтворенням і охороною водних об'єктів.

Водоохоронна зона – територія, яка встановлюється вздовж берегів річок і водойм, навколо джерел підземних вод, для охорони і збереження водних об'єктів.

Водокористування – користування водами (водними об'єктами) для забезпечення потреб населення, сільського господарства, промисловості, транспорту тощо.

Водокористувач – фізична або юридична особа, якій надано право користування водними об'єктами.

Водосховище – штучна водойма значної місткості, створена в долині річки водопідпірними спорудами для регулювання її стоку і подальшого використання води в господарських цілях.

Водопостачання – сукупність заходів для забезпечення водою різноманітних споживачів (населення, підприємства тощо).

Г

Гармонізація відносин – сукупність заходів, спрямованих на зменшення техногенного тиску на довкілля, збереження біосфери і відтворення екосистем.

Генотип – генетична конституція організму, сукупність всіх генів організму, в якій кожен ген може знаходитись у складній взаємодії з іншими генами.

Генофонд – 1) сукупність генів, які є у особин, що складають дану популяцію; 2) сукупність усіх генотипів на Землі складає генофонд Землі (біосфери).

Географічне середовище – поєднання компонентів природи, які входять у сферу людської діяльності, а також техногенних і соціальних умов, що складають необхідні умови існування і розвитку людського суспільства.

Гербіциди – хімічні речовини для знищення бур'янів.

Гідросфера – сукупність усіх вод Землі (океани, моря, водні об'єкти суходолу, сніговий покрив та льодовики), що утворюють її водну оболонку.

Глобальна безпека – будь-яка діяльність людини, що виключає шкідливий вплив на довкілля. Недосяжний ідеал, який може правити за напрямок спільних зусиль.

Глобальне забруднення – забруднення, що порушує природні фізико-хімічні, біологічні показники всієї біосфери, і виявляється в будь-якій точці поверхні нашої планети.

Гомеостаз – підтримка відносної постійності внутрішнього середовища організму (екосистеми).

Гранично допустима концентрація (ГДК) – прийнятий законом санітарно-гігієнічний норматив допустимої кількості шкідливої речовини в середовищі, який визначає вміст шкідливих речовин в обсягах, що практично не становлять небезпеки для здоров'я людини.

Гранично допустимі викиди (ГДВ) – 1) кількість (об'єм) забруднювальної речовини за одиницю часу, перевищення якої (якого) призводить до несприятливих наслідків в природному середовищі або є небезпечним для здоров'я людини (тобто веде до перевищення ГДК); 2) викид шкідливих речовин в атмосферу, який встановлюється окремо для кожного джерела забруднення атмосфери при умові, що навколоземна концентрація цих речовин не перевищує ГДК.

Гранично допустимі скиди (ГДС) – 1) науково-технічний норматив, який встановлюється з урахуванням ГДК речовин в місцях водовикористання (в залежності від виду водовикористання), асимілюючої здатності екосистеми водного об'єкту, перспектив розвитку регіону та оптимального розподілу між водоспоживачами маси речовин, що скидаються ними із стічними водами; 2) ліміт витрачання стічних вод і концентрації домішок, що в них містяться.

Гранично допустиме надходження (ГДН) – кількість речовини, що надходить до певної території за одиницю часу в кількості, яка утворює концентрації, не вищі за встановлені ГДК.

Гранично допустиме антропогенне навантаження (гранично допустимий шкідливий вплив ГДШВ) – це антропогенне навантаження, тривалий вплив якого не призводить до відчутних змін екосистемі.

Грей – одиниця поглинутої дози іонізуючого випромінювання, коли опроміненій речовині масою 1 кг передається енергія 1 Дж.

Ґрунт – природне утворення, яке складається з генетично зв'язаних горизонтів, що утворились в результаті перетворення поверхневих шарів літосфери під впливом води, повітря і живих організмів. Ґ. відноситься до біокосних речовин.

Ґрунтові води – вода, яка знаходиться в ґрунтового покриві літосфери.

Д

Деградація – занепад, поступове зниження певної якості.

Деградація ґрунту – процес, що призводить до втрати ґрунтом родючості під впливом водної чи вітрової ерозії, засолення, підтоплення, заболочення та ін.

Державний позабюджетний фонд охорони навколишнього середовища – фонд, який утворюється за рахунок відрахувань з відповідних місцевих

позабюджетних фондів, (розмір яких визначається Верховною Радою), добровільних внесків підприємств, установ, організацій, громадян та інших надходжень.

Детергенти – поверхнево активні синтетичні речовини, які використовуються в побуті і промисловості як миючі засоби і емульгатори. Одна з основних груп речовин, забруднювальних водойми. Ці речовини важко розкладаються за допомогою мікроорганізмів.

Дефляція – видування і руйнування ґрунту і підстилаючих його порід вітром; причини дефляції – пилові бурі, механічне забруднення середовища.

Дефоліанти – хімічні речовини групи пестицидів, що викликають опадання листя в рослині.

Доктрина екологічна – система поглядів на сутність і характер взаємодії суспільства і природи, соціально-економічні причини порушення гармонії між людиною і середовищем, принципи збереження оптимальної взаємодії суспільства і природи.

Допустимі границі змін середовища – мінімально та максимально критичні величини параметрів стану природного середовища, в межах яких воно зберігає стійкість і не руйнується.

Доші кислі – доші, викликані забрудненням атмосфери оксидами азоту і сірки. Д.к. мають біоценозну дію – негативно впливають на живі організми.

Джерело забруднення – 1) місце (точка) викиду або скиду забруднювальних речовин (труба тощо); 2) господарський чи природний об'єкт, що вносить забруднювальну речовину в довкілля; 3) регіон (територія), звідки надходять забруднювальні речовини.

Діоксини – найбільш токсичні хімічні сполуки, що відносяться до класу поліхлорированих дибензодіоксидинів (ПХДД), мають канцерогенну, гематогенну, гепатогенну і мутагенну дію, помітно впливають на здатність до народження дітей. Д. утворюються як супутні продукти при деяких виробничих процесах у вигляді мікро домішок і можуть надходити в організм через шкіру, з вдиханням повітря і з їжею (особливо багату на жири). Д. утворюються практично під час любого процесу, в ході якого хлор вступає в реакцію з органічними сполуками при незначному нагріванні. Багато пестицидів, іприт також відносяться до діоксинової групи. Д. надзвичайно стійкі – для їх повного розкладання потрібно більше ста років. Вони є універсальною клітинною отрутою і вражають всі види тварин і більшість рослин. Безпечної концентрації для Д. не існує.

Е

Екологічна ніша – сукупність факторів середовища, в межах якої можливе природне існування виду. Термін запропонований Дж. Грінелом в 1917 р. Екологічна ніша – це певне положення (виконувана роль, функція), яке займає вид в загальній системі біогеоценозу і яке зумовлює потреби в їжі, території та функціях відтворення.

Екосистема – це єдиний природний комплекс, утворений живими організмами і середовищем їхнього існування (атмосфера, ґрунт, водойма тощо),

в якому живі і неживі компоненти пов'язані між собою обміну речовин, енергії та інформації.

Ерозія ґрунту – руйнування верхніх, найбільш родючих шарів ґрунту і підстилаючи порід водою або вітром.

Екологічний аудит – процес екологічної перевірки, який полягає в отриманні і оцінці об'єктивної інформації з метою визначення відповідності конкретних екологічних заходів, умов, систем управління або інформації про них критеріям Е.а., з подальшим поданням результатів цього процесу замовнику.

Екологічна безпека – регульований стан навколишнього середовища, при якому згідно з чинним законодавством, нормами та нормативами забезпечується запобігання погіршенню екологічної обстановки та виникненню небезпеки для здоров'я людей. Гарантом екологічної безпеки населення є держава.

Екологічна війна – нанесення збитків противнику шляхом впливу на довкілля (забруднення або зараження повітря, води, ґрунтів, знищення фауни і флори)

Екологічна експертиза – міжгалузеве екологічне дослідження, аналіз та оцінка передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація чи дія яких може впливати або впливає на стан довкілля та здоров'я людей і спрямована на підготовку висновків про відповідність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам і вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, забезпечення екологічної безпеки.

Екологічна катастрофа – 1) ланцюг порівняно швидких подій, що призводять до важких або безповоротних процесів деградації природи (наприклад, утворення пустель на місці лісів) і (або) до її забруднення (зараження), що робить неможливим будь-який тип господарювання, або призводить до реальної небезпеки важких захворювань, людських смертей, або до мутагенних та канцерогенних ефектів і зростання генетичних вад; 2) природна аномалія (тривала засуха, масовий мор худоби та ін.), яка виникає внаслідок прямого або опосередкованого впливу людини на природні процеси і призводить до гостро несприятливих екологічних, соціальних та економічних наслідків або масових захворювань, а іноді – до загибелі населення певного регіону; 3) велика аварія технічного пристрою (АЕС, танкеру та ін.) або небезпечна господарська акція, наприклад поховання (дампінг) токсичних, радіоактивних та інших відходів в морях та океанах.

Екологічний критерій безпеки – сукупність ознак, на основі яких здійснюється оцінка, визначення чи класифікація екологічної безпеки підприємства

Екологічні нормативи – прийняті на законодавчому рівні обмеження щодо ступеня максимально допустимого втручання людини в екосистеми, що забезпечує збереження їхньої структури і динамічних якостей. Система екологічних нормативів включає такі нормативи екологічної безпеки, як гранично допустимі концентрації забруднювальних речовин у навколишньому середовищі; гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, радіаційного та іншого шкідливого впливу на навколишнє середовище;

гранично допустимий вміст шкідливих речовин у продуктах харчування; гранично допустимі викиди та скиди у навколишнє середовище забруднювальних хімічних речовин; рівні шкідливого впливу фізичних та біологічних факторів.

Екологічна ніша – 1) сукупність факторів середовища, в межах якої можливе природне існування виду; 2) це певне положення (виконувана роль, функція), яке займає вид в загальній системі біогеоценозу і яке зумовлює потреби в їжі, території та функції відтворення.

Екологічне страхування – створення за рахунок коштів економічних суб'єктів резервних (страхових) фондів, призначених для відшкодування збитків від впливу на природне середовище внаслідок непередбачених надзвичайних ситуацій (екологічних аварій, катастроф тощо).

Екологічні фактори – будь-які умови навколишнього середовища, які впливають на стан екосистем.

Ерозія – процес руйнування гірських порід і ґрунтів на поверхні Землі природними агентами (вітром і водою).

Ерозія ґрунту – руйнування вітром і водою верхнього шару ґрунтового покриву, змив і розвіювання його часток і осідання в нових місцях. Водна і віторова (дефляція) В.е. зменшує площу с.-г. земель, знижує їх родючість, руйнує дороги тощо.

Ефективна доза – поглинута доза випромінювання, в якій ураховано поправку на тканину. Одиниця ефективної дози в системі SI – Зіверт (Зв), названа на честь шведського вченого Г.Р. Зіверта. $1 \text{ Зв} = 1 \text{ Дж/кг} = 10 \text{ Бер}$.

З

Забруднення антропогенне – забруднення, спричинене біологічним існуванням та господарською діяльністю людей, включаючи їх прямий та непрямий вплив на інтенсивність забруднення природи.

Забруднення ґрунтів – привнесення і виникнення в ґрунті нових, зазвичай нехарактерних для нього фізичних, хімічних або біологічних агентів або перевищення в розглянутий час природного рівня концентрацій зазначених агентів.

Забруднення природного середовища – надходження в компоненти біосфери як звичайних, так і нехарактерних для неї фізичних, хімічних або біологічних агентів, або перевищення в розглянутий час природного рівня (в межах його крайніх коливань) концентрацій зазначених агентів. Під дією **З.П.С.** відбуваються зміни хімічних, фізичних, біологічних та інформаційних властивостей середовища.

Забруднення радіоактивне – внесення в систему наднормальної для неї кількості радіонуклідів.

Забруднювальна речовина (полютант) – тверда, рідка чи газоподібна речовина фізико-хімічного чи біологічного походження, яка порушує природний баланс речовин в середовищі.

Зарегулювання стоку рік – формування штучних перешкод, що погіршують природну течію рік, наслідком якого є утворення водосховищ і затоплення значних площ.

Захоронення відходів – ізоляція відходів з метою запобігання попадання забруднювальних речовин у навколишнє середовище.

Заповідна справа – теорія і практика організації та збереження заповідних територій різних рангів.

Заповідник – територія чи акваторія, в межах якої весь природний комплекс повністю і навечно вилучено з господарського використання і знаходиться охороною держави. У **З.** забороняється всяка господарська діяльність. **З.** називається також науково-дослідна установа, за якою закріплені вказані території.

Засолення ґрунтів – одна з форм забруднення ґрунтів, яка визначається підвищенням вмісту у верхніх шарах ґрунту легкорозчинних солей (карбонату натрію, хлоридів і сульфатів). Причиною **З.** найчастіше є нераціональне зрошення. ґрунти вважаються **З.**, якщо вміст токсичних для рослин солей перевищує 0,25% у щільному залишку.

Збиток – величина негативних наслідків забруднення навколишнього середовища.

Зелене будівництво – система планових заходів щодо створення, збереження та збільшення площ зелених насаджень в містах, селищах, на промислових об'єктах та у сільському господарстві з метою поліпшення якості середовища мешкання людини та бажаних для неї видів.

Земельний кадастр – державний документ, який містить інформацію про якісну оцінку ґрунтів і ступінь їх придатності для сільськогосподарських культур; вилучення земель та інші відомості, спрямовані на організацію ефективного використання земельних ресурсів.

Зона екологічного лиха – територія з дуже сильним і стійким забрудненням (понад 10 ГДК), руйнівною втратою продуктивності, тобто з практично безповоротною трансформацією екосистем, що майже повністю вилучає їх з господарського використання. Деградовані землі тут складають понад 50% території.

Зона екологічної кризи – територія з сильним забрудненням (понад 5-10 ГДК) та поривчастим зниженням продуктивності екосистем. Деградовані землі тут займають 20 - 50% території, а господарське їх використання можливе лише як вибіркове. Структурно-функціональна цілісність ландшафтів втрачає стійкість; порушення носять важко поворотний характер.

Зона екологічного ризику – територія з підвищеним забрудненням (2-5 ГДК), помітним зниженням продуктивності екосистем. Деградація земель тут охоплює 5 - 20% території. Однак при умові послаблення антропогенного навантаження ще можливе поліпшення екологічної ситуації, покращення якості та поповнення відповідних ресурсів, відновлення структурно-функціональної цілісності ландшафтів.

Зона летальна – діапазон значень факторів середовища, в якому виживання даного виду неможливе.

Зона рекреаційна – частина простору природного середовища, призначеного для відпочинку і туризму.

I

Інверсія атмосферна – зміщення охолоджених шарів повітря вниз і накопичення їх під шарами теплого повітря, що веде до пониження розсіювання забруднювальних речовин і збільшення їх концентрації в приземній частині атмосфери.

Інгібітори – речовини, що сповільнюють хімічні процеси окислення, полімеризації, біохімічні та фізіологічні реакції.

Інсектициди – хімічні препарати (отрути) групи пестицидів для знищення комах-шкідників сільськогосподарських рослин і паразитів тварин.

Інтродукція – штучне розселення видів за межами їхнього природного ареалу.

Й

Йодна небезпека – небезпека, яка полягає у підвищеному вмісті короткоживучих радіоізотопів йоду в навколишньому середовищі в перші тижні після радіоактивного викиду.

К

Кадастр природних ресурсів – систематизований звіт фактів, які кількісно і якісно характеризують визначений вид природних ресурсів, включаючи їх економічну оцінку і соціально економічну значущість, а також характер їх зміни під впливом дії людини з рекомендаціями щодо раціоналізації використання ресурсів і необхідних заходів щодо їх охорони.

Канцерогени – фактори, здатні викликати розвиток злоякісних новоутворень, або сприяти їх виникненню з нормальної тканини.

Катастрофа – велика аварія в процесі господарської діяльності, яка спричинила шкоду для людини і довкілля (людські жертви або погіршення здоров'я населення, або якості природного середовища та інше) в значних розмірах; як правило, до катастроф відносять великі аварії, внаслідок яких або загинула значна кількість людей (не менше 10 чоловік), або матеріальна шкода перевищила значну суму, або має місце поєднання цих обставин.

Коагуляція – процес злипання частинок при якій-небудь зовнішній дії (зміні температури, дії електромагнітного поля, введення хімічних речовин), який часто призводить до випадку осаду. Цей процес широко використовується при очищенні стічних вод.

Коеволюція – паралельний, спільний, гармонійний розвиток людства і природи.

Компостування – спосіб ліквідування відходів, в основному побутових і сільськогосподарських, який полягає в розкладі органічних речовин аеробними мікроорганізмами. Одержаний в результаті компост схожий з гумусом і використовується як добриво.

Космічна екологія – галузь знань, яка досліджує та створює замкнуті системи життєзабезпечення космічних кораблів.

Кризовий стан середовища – параметри стану природного середовища наближаються до допустимих меж змін, перехід через які тягне втрату стійкості екосистеми та призводить до її руйнування.

Кругообіг речовин біогеохімічний – кругообіг хімічних речовин у біосфері в цілому, із залученням до нього біологічної, фізико-хімічної та механічної складових.

Кругообіг речовин біотичний – пов'язаний з кругообігом елементів, з потоком енергії, інформацією. Є еквівалентом поняття життя. В різноманітних географічних умовах має різну інтенсивність, показником якої може бути, наприклад, швидкість накопичення та розкладання органічних речовин опадаючого листя.

Кумулятивні властивості – здатність хімічних речовин нагромаджуватися в тканинах та органах рослин і тварин та посилювати свій негативний вплив на організм.

Л

Ландшафт географічний – природний територіальний комплекс будь-якого рангу, відносно однорідна ділянка географічної оболонки, яка відрізняється відповідною сукупністю елементів (рельєфу, клімату, рослинності тощо) і морфологічних частин (фацій, урочищ). Структуру Л.г. визначають процеси обміну речовиною і енергією.

Ліміт використання води – гранична кількість води, на використання якої з водного об'єкта водокористувачеві видається дозвіл у встановленому порядку.

Лімітуючий фактор – фактор зовнішнього середовища, який обмежує розвиток популяції, переважаючи в меншій чи більшій бік допустимі для виду межі.

Літосфера – верхня “тверда” оболонка Земної кулі, яка включає земну кору і частину верхньої мантії (субстрат). В Л. знаходяться рудні, гірничо-хімічні, паливно-енергетичні ресурси і природні будівельні матеріали, а також нерудні корисні копалини, гідромінеральні ресурси тощо.

Ліцензія на забруднення – оплачуваний дозвіл на викид, скид чи захоронення певної кількості шкідливих речовин, рідких чи газоподібних відходів певного складу.

М

Мантія Землі – глибинна сфери Землі, розташована між земною корою і ядром Землі. Складає 83% об'єму Землі (без атмосфери) і 67% її маси. Верхня межа проходить на глибині від 5-10 до 70 км по поверхні Мохоровича.

Мікроелементи – хімічні елементи, що використовуються живою речовиною в значних кількостях і становлять не менш як 0,1% загальної маси тіла (вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, сірка, магній, кальцій, калій).

Мікробоценоз – сукупність усіх редуцентів (бактерій і грибів-сапротрофів) біогеоценозу.

Мікроелементи – хімічні елементи, що використовуються живою речовиною в малих кількостях і, як правило, становлять менше ніж 0,1% загальної маси тіла (мідь, цинк, молібден, магній, бор, йод, силіцій та ін.).

Мінеральні ресурси – сукупність запасів корисних копалин в надрах району, країни, світу, підраховані з врахуванням науково-технічного прогресу (збільшення глибини розробки, підвищення ефективності збагачення тощо). До М.р. відносяться всі тверді корисні копалини, паливо (нафта, природний газ), вода, гази атмосфери.

Моніторинг довкілля – комплексна система спостережень, збирання, обробки, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Мул активний – мул, насичений бактеріями та іншими мікроорганізмами, які розкладають і поглинають забруднювальні речовини у стічних водах.

Н

Навколишнє середовище (довкілля) – природний, змінений і частково створений людиною матеріальний та інформаційний світ, що оточує людину, впливає на неї і водночас виконує функції життєвого простору і природних ресурсів.

Нітрати – солі та ефіри азотної кислоти HNO_3 (використовуються як мінеральні добрива).

Нітрити – солі та ефіри азотистої кислоти HNO_2 .

Ноосфера – сфера впливу людського розуму, яка, за визначенням В.І. Вернадського, поступово набуває ознак могутньої геологічної сили.

Норма викиду – сумарна кількість газоподібних відходів, дозволених у встановленому порядку.

Норма забруднення – гранична концентрація речовини, яка надходить або міститься в середовищі і яка допускається нормативними актами.

О

Обводнення – забезпечення водою безводних і маловодних районів шляхом використання місцевих ресурсів води і перекидання її по каналах і трубопроводах з інших територій.

Об'єкт рекреаційний – природний об'єкт обмеженої площі, що використовується для відпочинку людей (ставок, озеро, лісова галявина тощо).

Озеленення – культивування рослин на вільних від забудови і шляхів територіях населених пунктів для поліпшення якості довкілля.

Озонування – прогресивний спосіб знезараження води або повітря шляхом обробки її озоном.

Озонова “дірка” – значний простір в озоносфері планети зі зниженим (до 50%) вмістом озону; вперше проблема озонової “дірки” визначена у 80-х роках ХХ ст.

Озоновий екран – шар атмосфери, який відрізняється підвищеною концентрацією озону і поглинає жорстке ультрафіолетове випромінювання, згубне для живих організмів.

Оптимальне використання природних ресурсів – досягнення максимальної ефективності використання природних ресурсів при існуючому

рівні розвитку техніки і технології з одночасним максимальним зниженням техногенного впливу на навколишнє середовище.

Опустелювання – втрата місцевістю суцільного рослинного покриву з неможливістю його самовідновлення; О. може виникати як в результаті природних причин, так і в результаті антропогенних впливів.

Осушення – видалення надлишку вологи із кореневмісного шару ґрунту; вид меліорації.

Отрутохімікати – хімічні речовини, які використовуються для боротьби з nereкомендованими в медичному або господарському відношенні організмами; являють серйозну екологічну небезпеку у випадку неправильного їх використання. Важливою групою отрутохімікатів є пестициди.

Охорона водних об'єктів – сукупність заходів для запобігання вичерпання водних ресурсів і регулювання їх якості для комплексного використання.

Охорона природи – комплекс заходів з охорони, раціонального використання і відновлення живої (рослинний і тваринний світ) і неживої (ґрунти, води, атмосфера, клімат тощо) природи.

Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) – організаційна процедура, що передбачає визначення характеру і ступеня впливу усіх потенціальних видів діяльності (проектів) на стан довкілля. ОВНС є складовою екологічної експертизи.

II

Парниковий ефект – розігрівання нижніх шарів атмосфери, яке виникає в результаті поглинання атмосферою теплового випромінювання (інфрачервоного) з поверхні Землі, нагрітої Сонцем. В атмосфері Землі теплове випромінювання поглинається молекулами парникових газів (вуглекислий газ, метан, хлорфторвуглеці, пари води та ін.). П.е. підвищує середню температуру на планеті і призводить до поступового потепління клімату. Внесок “парникових” газів у розігрівання нижніх шарів атмосфери (%): двоокис вуглецю – 60, метан – 15, оксиди азоту – 5, озон – 8, хлорфторвуглеці – 12.

Пароплав – самохідне судно, що приводиться до руху паровою машиною або паровою турбіною, сучасні пароплави обладнані головним чином паровими турбінами.

Пестициди – загальна назва хімічних препаратів для боротьби зі шкідниками (інсектициди, акарициди тощо), бур'янами (гербіциди), й хворобами (фунгіциди, бактерициди та ін.) культурних рослин. Хімічні речовини, які використовуються для хімічного захисту рослин, сільськогосподарської продукції, знищення паразитних тварин і боротьби з переносниками захворювань. До групи пестицидів включають дефоліанти, десиканти і регулятори росту рослин. Більшість П. синтетичні органічні речовини.

Поверхневий стік – процес переміщення води атмосферного походження по земній поверхні під дією сили тяжіння.

Повінь – відносно тривале і значне збільшення річки, яке повторюється щорічно в один і той же сезон, викликає підняття води у річці, звичайно супроводжується виходом води з русла річки і затопленням заплавл.

Поля фільтрації – спеціально обладнана територія для біологічної очистки стічних вод.

Порт – ділянка берегу моря, озера, водосховища або річки та прилегла водна площа, штучно або природно захищені від хвиль, обладнанні для стоянки і обслуговування суден, виконання перевантажних та інших операцій.

Потужність джерела впливу на оточуюче середовище – відповідна кількість речовини або енергії, яка надходить в навколишнє середовище від певного джерела (або вилучається з середовища) за одиницю часу.

Протипаводкові заходи – комплекс робіт, що забезпечує безаварійний пропуск паводків на річках, водосховищах та меліоративних системах.

Принцип “забруднювач сплачує” – правило відшкодування екологічних збитків, яке полягає в компенсації екологічних витрат, зумовлених впливом на природне середовище, здійснює суб’єкт відповідної економічної діяльності .

Природні ресурси – компоненти природи, які використовуються (або можуть бути використані) при даному рівні розвитку виробничих сил для забезпечення потреб суспільства і суспільного розвитку. П.р. є складовою частиною національного багатства країни. П.р., видобуті з природного середовища, переходять у розряд природної сировини.

Природоохоронні заходи – комплекс заходів, що передбачаються при розробці водогосподарських (меліоративних) проектів для оптимального використання природних ресурсів, виключення або зведення до мінімуму можливих екологічних наслідків водогосподарських об’єктів (меліорація).

Природокористування – задоволення потреб суспільства в елементах природи, може бути прямим і непрямим. Прямим називається безпосереднє використання ресурсів як сировини, простору і джерел енергії, .

Природокористувачі – суб’єкти господарської діяльності, які викидають в атмосферу і у водні об’єкти забруднювальні речовини, розміщують відходи і здійснюють інші шкідливі дії.

Р

Регенерація – відновлення організмом втрачених чи ушкоджених органів і тканин.

Рейд – ділянка акваторії, захищені від сильного хвилювання, де судна можуть стояти на якорях в очікуванні дозволу на підхід до причалів або на відхід з порту.

Рекультивация – штучне відновлення ґрунтового і рослинного покриву після його техногенного порушення.

Рекреація – відпочинок, відновлення сил людини, втрачених у процесі праці. В багатьох країнах рекреаційне обслуговування – суттєва галузь економіки.

Рекреаційні ресурси – сукупність природних ресурсів (клімат, ландшафти, пам'ятники культури тощо), яка визначає умови (можливості) відпочинку за межами постійного житла.

Ресурсозбереження – регульований процес ефективного використання сировини із забезпеченням охорони навколишнього середовища на основі впровадження досягнень науково-технічного прогресу, оптимізації господарських зв'язків і відповідного економічного стимулювання в усіх галузях економіки і виробничих ланках.

С

Самоочищення (води, ґрунту тощо) – ліквідація забруднень природними факторами (живими організмами й елементами неживої природи).

Санітарно-захисна зона – частина території навколо підприємства, що відділяє його від населеного пункту.

Сель – короткочасний бурхливий грязьовий або грязекам'яний повеневий і руйнівний потік у річищах гірських річок, що несе з водою багато глини, піску, валунів, кам'яних брил.

Середовище проживання людини – сукупність абіотичних і біотичних умов життя для людини як біологічного організму.

Система інформаційного забезпечення – сукупність способів і засобів, які забезпечують збирання, зберігання, обробку та надання інформації про стан навколишнього середовища і реалізації запланованих програм. Має декілька видів класифікації за сутністю, джерелами даних, способами обробки і перевірки.

Сировина (природна) – та частина природних ресурсів, яку можна використовувати у визначених технічних, економічних і соціальних цілях. Значення різних видів сировини для промисловості визначається рівнем розвитку суспільства.

Смог – аерозоль, до складу якого входять дим, туман і пил; С. це забруднення атмосфери промислових центрів, що утворюється внаслідок надходження в атмосферу пилу, диму, вихлопних газів, сажі та інших промислових викидів. Розрізняють хімічний смог лос-анджелеського типу і вологий смог лондонського типу.

Соціальний результат природоохоронних заходів – покращення фізичного стану населення і зменшення захворюваності, збільшення тривалості життя, покращення умов праці та відпочинку, додержання екологічної рівноваги, збереження естетичних цінностей природних ландшафтів, пам'яток природи, заповідних зон, створення умов для зростання творчого потенціалу особистості і розвитку культури.

Сорбент – речовина, здатна активно поглинати газоподібні, рідкі чи тверді речовини.

Стабільність біосфери – здатність біосфери протистояти зовнішнім і внутрішнім збуренням, включаючи антропогенні впливи.

Стійкість довкілля до техногенного навантаження – здатність природних систем (екосистем) під дією зовнішніх факторів зберігати набуту ними структуру і

характер функціонування; складовими стійкості довкілля є: метеорологічний потенціал атмосфери, стійкість водних об'єктів, стійкість ґрунтів і біотичний потенціал.

Стічні води – води, забруднені побутовими і виробничими відходами. Усуваються з території населених місць і промислових підприємств системами каналізації.

Стихійне лихо – руйнівне природне і (або) природно-антропогенне явище, в результаті якого виникають загрози життю або здоров'ю людей, руйнуються матеріальні цінності та елементи навколишнього природного середовища.

Т

Техносфера – частина біосфери, в якій природні екосистеми перетворені людиною в техногенні або природно-техногенні комплекси шляхом прямого або опосередкованого впливу інформаційно-технічних засобів.

Техногенез – процес зміни природних комплексів і природних умов під дією технічної і технологічної діяльності людини, наслідком якої є порушення біотичного кругообігу речовин і природної рівноваги екологічних систем. Початком техногенезу можна вважати відкриття людиною вогню, як джерела енергії.

Токсини – сполуки бактеріального, рослинного або тваринного походження, які при попаданні в організм людини або тварини викликають їх захворювання чи загибель. Містяться в отрутах змій, павуків, скорпіонів.

Трансграничне забруднення – розповсюдження забруднювальних речовин з повітряними і водними потоками на великі відстані за межі кордонів країн, на території яких знаходяться джерела забруднення.

У

Урбанізація – процес збільшення кількості і розмірів міст і зростання їхньої ролі в житті людства.

Урбогенні градієнти середовища – градієнти середовища міської флори і фауни.

Урбоекологія – наука, що досліджує взаємодію інфраструктури міста та його мешканців з навколишнім середовищем.

Управління охороною навколишнього середовища – забезпечення норм і вимог, що обмежують шкідливу дію процесів виробництва і продукції, яка випускається, на навколишнє середовище, та забезпечують її раціональне використання.

Утилізація відходів – залучення відходів у нові технологічні цикли або використання їх в корисних цілях.

Ф

Фактори антропогенні – сукупність факторів, що виникають в результаті життєдіяльності людини.

Фактори біотичні – сукупність факторів, що виникають в результаті життєдіяльності живих організмів, які впливають на інші організми, тобто можуть служити для них їжею, бути середовищем мешкання (наприклад, хазяїн

для паразита), сприяти розмноженню (наприклад, комахи-опилювачі – для квіткових рослин), завдавати хімічного, механічного та іншого впливу.

Фактор екологічний – будь-який елемент середовища, здатний виявляти прямий чи опосередкований вплив на живі організми хоча б протягом однієї фази їх розвитку.

Фактор летальний – фактор, який призводить до загибелі організму.

Ферменти – це речовини, які покращують процеси окислення жирів і вуглеводів в живих організмах.

Фізичне забруднення – пов'язане зі зміною фізичних, температурно-енергетичних, хвильових і радіаційних параметрів зовнішнього середовища.

Флуктуація – випадкове відхилення якої-небудь величини від її середнього значення.

Фон природний – будь-яке випромінювання з Космосу та природних радіонуклідів, що знаходяться на Землі.

Х

„Хвостосховище” – замкнутий чи напівзамкнутий басейн для збереження відходів збагачення корисних копалин – „хвостів”.

Хімічне споживання кисню (ХСК) – показник, який означає кількість кисню, що була витрачена на окислення органічної речовини під впливом сильнодіючого окислювача – біхромату калію.

Ч

Частинки радіоактивні аерозольні – радіоактивні частинки, що входять до складу повітря, утворюючи з ним аерозолі.

Чорноземи - тип ґрунтів, що характеризуються високим вмістом гумусу (до 6 - 12% та більше), великою потужністю перегнійно-акумулятивного горизонту та міцною зернисто-грудкуватою структурою.

Ш

Шкода від забруднення середовища – фактичні та можливі збитки господарства, пов'язані із забрудненням довкілля.

Шум – одна з форм фізичного (хвильового) забруднення.

Шумове забруднення – зростання інтенсивності шуму над природнім рівнем.

Шум повітряний – шум, що розповсюджується повітряним шляхом.

Шум структурний – шум, що розповсюджується поверхнями конструкцій.

Я

Ядерна зброя – атомна зброя, сукупність ядерних боєприпасів, засобів їх доставки до цілі та засобів управління. Я.з. відноситься до зброї масового враження та володіє великою руйнівною силою.

Ядерне випромінювання – потоки частинок та гамма-квантів, що утворюються при ядерних перетвореннях (ядерних реакціях синтезу, радіоактивному розпаді).

Ядерний паливний цикл – комплекс виробничих процесів виготовлення, експлуатації, транспортування, утилізації радіоактивних матеріалів. Основні операції циклу видобуток та переробка уранової руди, збагачення ядерного

палива, виробництво твелів, переробка відпрацьованого палива, переробка та поховання ядерних відходів та транспортування радіоактивних матеріалів.

Ядерний вибух – атомний вибух, потужний вибух, що викликаний вивільненням ядерної енергії під час ланцюгової ядерної реакції поділу важких ядер (^{235}U або ^{239}Pu).

Ядерні відходи – речовини і матеріали, що стали радіоактивними внаслідок функціонування ядерного паливного циклу, не підлягають подальшому використанню і потребують довічної герметичної ізоляції. Ядерні відходи бувають твердими, рідкими, пилогазоподібними і такими, що містять природні й штучні радіонукліди.

Якість води – характеристика складу та властивостей води, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання.

Якість ґрунту – характеристика складу і властивостей ґрунту, яка визначає її придатність для конкретних цілей використання.

Якість середовища – ступінь відповідності природних умов потребам людей та інших живих організмів.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Агроекологія /М.М.Городній, М.К.Шикула, І.М.Гудков та ін.- К.: Вища школа, 1993.-416с.
2. Агроекологія:Навч.посібник /О.В.Смаглій, А.Т.Кардашов, П.В.Литвак та ін.- К.: Вища освіта, 2006.-671с.
3. Акимова Т.А., Хаскин В.В. Экология. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 445 с.
4. Апостолук С.О., Джигирей В.С., Апостолук А.С. Промислова екологія: Навч. посіб. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
5. Бадьин Г. М., Мещанинова А.В. Технология строительного производства. Учебник для вузов. – Л.: Стройиздат, 1987. – 606 с.
6. Багмет В.П., Войцицький А.П. Військова екологія: Навчальний. посіб. – Житомир: ДАУ, 2004. – 155 с.
7. Бакка М.Т., Гуменик І.Л., Редчиць В.С. Екологія гірничого виробництва: навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, – 2004. – 307 с.
8. Барский М. Д., Ревнивцев В. И., Соколкин Ю. В., Гравитационная классификация зернистых материалов. - М., 1974. — 246 с.
9. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С., Костіков І.Ю. Основи екології: Підручник. – К.: Либідь, 2004.
10. Богданович В.Ю., Маначинський А.Я., Бутейко С.Г. Конфликты и войны после распада СССР. – Житомир: «Полесье», 2006. – 404 с.
11. Боголюбов В.М. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.]; під ред. В. М. Боголюбова. - Вінниця : ВНТУ, 2010. — 232 с.
12. Боголюбов В.М., Прилипко В.А. Стратегія сталого розвитку: Навчальний посібник / Боголюбов В.М., Прилипко В.А./ Херсон: Олді-плюс, 2009.-322с.
13. Бобович Б.Б., Девяткин В.В. Переработка отходов производства и потребления: Справочное издание. — М.: «Интермет Инжиниринг», 2000. — 496 с.
14. Бойчук Ю.Д., Шульга М.В., Цалін Д.С., Дем'яненко В.І. Основи екології та екологічного права: Навчальний посібник. 2-ге вид., випр. і доп. – Суми: Університетська книга, 2005. – 368 с.
15. Боков В.А., Лущик А.В. Основы экологической безопасности. Учебное пособие.-Сімферополь: Сонат, 1998.-224с.
16. Бульшко М. Г, Петровский Е. Е. Технология торфобрикетного производства. - М., 1968. - 341 с.
17. Буркинський В. Екологічно чисте виробництво. Наукові засади впровадження та розвитку//Вісн. НАН України, 2006, № 5 С.11-17.
18. Войцицький А.П., Скрипниченко С.В. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: Навч. посіб. — Житомир: ЖТДУ, 2007. – 201 с.
19. Войницький А.П., Дубровський В.П., Боголюбов В.М. Техноекологія: Підручник / за ред. В.М. Боголюбова. - К.: Аграрна освіта, 2009. - 533 с.

20. Ганеев И.Г., Кулагина А.А. Ремедиация и рекультивация техногенно деградированных земель//Вестник ОГУ №6 (100) июнь 2009.-С.554 – 557.
21. Гірс О.А., Новак Б.І., Кашпор С.М. Лісовпорядкування: Підручник. –К.: «Арістей», 2004. – 384с.
22. Гомеля М. Д. Вилучення нітратів із очищених комунально-побутових стічних вод / М. Д. Гомеля, О. П. Чеверда, Т. О. Шаблій // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 56(6). – р. 33–36.
23. ГОСТ 17.2.01-80 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования и методы определения загрязняющих веществ.
24. Гречко А.В., Калнин Е.И., Денисов В.Ф. Печь Ванюкова и ее использование для решения проблемы твердых бытовых отходов // Металлы, 1998. - №6. — С. 3 — 11.
25. Державний класифікатор відходів України ДК 005 — 96. — Держстандарт України, 1996.-63 с.
26. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: Навчальний посібник. – К.: Т-во “Знання”, 2002. – 203с.
27. Джигирей В.С., Сторожук В.М., Яцюк Р.А. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища: Навчальний посібник. – Львів: Афіша. – 2004. – 272 с. .
28. Драганов Б.Х., Буляндра О.Ф., Міщенко А.В. Теплоенергетичні установки і системи в сільському господарстві. К.: Урожай, 1995. – 223 с.
29. Добровольський В.В. Екологічні знання. Навчальний посібник. – К.: ВД «Професіонал», 2005. – 304 с.
30. ДСТУ 3980-2000. Грунти. Фізико-хімія ґрунтів. Терміни та визначення.
31. Екологічне законодавство України у двох книгах. – К.: Юрінком Інтер, 1998. Кн. 1. – 704с., Кн. 2 – 504 с.
32. Екологія для рослинництва / П.В.Литвак, А.С.Малиновський, М.Ф.Рибак, О.А.Дереча.-Житомир: Полісся, 2001.-230с.
33. Єрмолаєв С.О., Мунтян В.О., Яковлев В.Ф. Експлуатація енерго – обладнання та засобів автоматизації в системі АПК: Підручник. – К.: Мета, 2003. – 543 с.
34. Экология города. Учебник. / Под ред. Ф.В. Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464 с.
35. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища».
36. Закон України «Про екологічну експертизу»
37. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року».
38. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник. – К.: Вища школа, 2003. – 358 с.
39. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища школа, 2005. – 671 с.
40. Запольський А.К., Мешкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М. та ін. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник. – К.: Лібра, 2000. – 552 с.

41. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002 – 320 с.
42. Иванов Б.А. Инженерная экология. – Л., 1989.
43. Інженерна екологія сільськогосподарського виробництва: Навчальний посібник/За ред.Д.І.Мазоренка і В.Г.Цапка.-К.: Основа, 2007.-392с.
44. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / А.Б. Качинський – К.: Інститут проблем національної безпеки, 2004. – 472 с.
45. КНД 2-11.1.2.008-94. Гідросфера. Правила контролю складу і властивостей стічних та технологічних вод.
46. Клименко Л. П. Техноекология: Навчальний посібник. – Одеса: «Фонд Екопринт», Сімферополь: «Таврія», 2000. – 542 с.
47. Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: Підручник. – К.: Видавничий центр «Академія », 2005. – 359с.
48. Константинов М.П., Журбенко О.А. Радіаційна безпека. Навчальний посібник. – Суми: ВТД “Університетська книга”, 2003 – 151 с.
49. Кравченко В.С. Водопостачання та каналізація: Підручник. – ”Кондор”, 2003. – 288 с.
50. Кобернік С.Г., Коваленко Р.Р. Географія: Навчально-методичний посібник. – К.: Літера ЛТД, 2005. – 480 с.
51. Кодекс України «Про надра».
52. Комар А.Г. Строительные материалы и изделия: Учеб. — М.: Высш. Шк., 1988. — 527с.
53. Корниенко В. І. Основи менеджмента устойчивого развития. - М.: Ступени, 2002.-256с.
54. Кулагіна Г. Д. Статистика навколишнього середовища. - М.: МНЕРУ, 1999.- 246с.
55. Куценко О.М., Писаренко В. М. Агроекологія: Підручник. – К.: «Урожай», 1995 – 254 с.
56. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2001 – 500 с: іл.
57. Кучерявий В.П.
http://www.bookshop.ua/asp/k_view_2.asp?Pr1=1&PrG=0&Au=&AllBD=ONФітомеліорація: Навч.пос. .- Львів.: Світ. 2003.-540с.
58. Лотош В.Е. Экология природопользования. Изд-во Урал. гос. зконом. ун-та, 2000. — 510 с.
59. Мазур І.І. Інженерна екологія: Загальний курс/І.І. Мазур, О.І. Молдованов, В.Н. Шишов. - М.: Висш. шк., 1996. - Т. 1. - 637 с.
60. Максименко Н.В., Задніпровський В.В., Клименко О.М. Організація управління в екологічній діяльності. Підручник.-Харків, ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2008.-340 с.
61. Національна концепція впровадження та розвитку екологічно чистого виробництва в Україні. – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2005. – 24 с.

62. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / А.Б. Качинський – К.: Інститут проблем національної безпеки, 2004. – 472 с.
63. Мацнєв А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля.: Навч.посібник.-Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 200.-504С.
64. Мельник Л.Г. Екологічна економіка. – Суми: Університетська книга, 2003. – 348 с.
65. Мельник Л.Г. Основи стійкого розвитку: Посібник для перепідготовки фахівців.-Суми: університетська книга, 2006.-325с.
66. Міщенко В.С., ВиговськаГ.П. Нова редакція Державного класифікатора відходів// Тез. докл. II Межд. конф. «Сотрудничество для решения проблемы отходов» (г. Харьков, 9 -10 февраля 2005 г.). - Х.:ИД «ИНЖЗК», 2005. - С.73 - 76.
67. Національна концепція впровадження та розвитку екологічно чистого виробництва вУкраїні. – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2005. – 24 с.
68. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология: учеб. для вузов. – 4-е изд. испр. и доп. – М.: Дрофа, 2005.– 662 с.
69. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: Підручник/ За заг. ред. д. е. н., проф. Л. Г. Мельника та к. е. н., проф. М. К. Шапочки. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. - 759 с.
70. Охорона ґрунтів: Підручник /М.М.Шикула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р.Петренко, М.В.Капштик.- К.: «Знання, КОО, 2004.-398с.
71. Орел С.М., Мальований М.С. Ризик. Основні поняття: Навч.посібник.-Дьвів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008.-88с.
72. Передельский Л.В., Приходченко О.Е. Строительная экология: Учеб. пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 315 с.
73. Письменов В.Н., Горновесов Г.В. Механізація приготування і використання гною. – К.: «Урожай», 1975 – 142 с.
74. Поляков А.Н. Макроэкология. – Ижевск, 2003.
75. Потіш А.Ф., Медвідь В.Г., Гвоздецький О.Г., Козак З.Я. Екологія, основи теорії і практикум. Навчальний посібник. – Львів: „Новий світ – 2000”. „Магнолія плюс”, 2003. – 296 с.
76. Промислова екологія: Навч. посіб. / С.О. Апостолук, В.С. Джигирей, А.С. Апостолук та ін. - К.: Знання, 2005. - 474 с.
77. Радовенчик В. М., Гомеля М. Д. Тверді відходи: збір, переробка, складування. Навчальний посібник. Киев Кондор, 2010. - 552 с.
78. Реймерс Н.Ф. Экология: теория, принципы, гипотезы. – М.: Молодая гвардия, 1994.
79. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника зашити окружающей среды. - М.:Химия, 1989. - 512 с.
80. Романенко І.С., Сбитнев А.І., Бутейко С.Г. Екологічний стан та методи його моніторингу: Навч. посіб. К., 2006. – 560 с.

81. Руденко В.П. Природно-ресурсний Потенціал Української РСР // Изв. АН СРСР. Сер. геогр. - 2009. - № 5. - С. 882.
82. Санітарно - гігієнічне значення Класифікатора промислових відходів для Харківської області/ І.С.Кратенко, О.М.Шпак, І.П.Семеренський, М.Литвиненко.// Тез. докл. III Межд. конф. «Сотрудничество для решения проблемы отходов» (г. Харьков, 7 — 8 февраля 2006 г.). - Х., 2006. - С.25 - 27.
83. СанПин 42-128-4433-87. Санитарные нормы допустимых концентраций химических соединений в почве (ПДК).
84. Сафранов Т.А. Екологічні основи природокористування. – Навч. посіб. – Львів: ”Новий світ” – 2000, 2003. – 247с.
85. Свириденко В.Е. Побічне користування лісом.: Навчальний посібник. К., 2002. – 240с. 3.
86. Свириденко А.И. Проблема выбора технологии утилизации твердых бытовых отходов//Мат. симп. «Материальный и энергетический рециклинг твердых бытовых отходов». — Гродно, 2004. - С.4 - 9.
87. Систер В.Г, Мирний А.Н. Современне технологии обезвреживания и утилизации твердых бытовнх отходов. - М.: АКХ им. К.Д.Панфилова, 2003. — 303 с.
88. Стратегічні напрями переходу України на засади сталого розвитку в контексті її інтеграції до Європейського співробітництва/ Під ред. акад. НАН України Е.В. Собоновича. –К.: Салютіс, 2005. – 44 с.
89. Сухарев С.М., Чудак С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. – Львів: “Новий світ”, 2004. – 254 с.
90. Тарасова В.В., Малиновський А.С., Рибак М.Ф. Метрологія, стандартизація і сертифікація. Підручник / За заг. ред. В. В. Тарасової. — К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 267с.
91. Твердые бытовые отходы. Проблемы и решения. Технологии, оборудование / А.М.Касимов, В.Т.Семенов, А.М.Коваленко, А.М.Александров. — Харьков, ХНАГХ, 2006. — 301с.
92. Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка / А.А Дрейер, А.Н.Сачков, К.С.Никольский и др. — М.:Эколайн, 2004. — 156 с.
93. Тітенберг Т. Економіка природокористування та охорона навколишнього середовища / Пер. з англ. К. В. Папенова / Под ред. А. Д. Думного та І. М. Потравний. - М.: ОЛМА-Пресс, 2001.- 643с.
94. Удод В.М., Трофімович В.В., Волошкіна О.С., Трофимчук О.М. Техноекологія. – К.: КНУБА, 2007. – 192 с.
95. Уфимцев В.М. Грануляция в современных технологиях складирования дисперсных промышленннх отходов // Горный журнал, 1997. - №11-12. — С.220 — 227.
96. Федішин Б.М., Борисюк Б.В., Вовк М.В. та ін. Хімія та екологія атмосфери: Навч. посіб. – К.: Алетра, 2003. – 272 с.

97. Хван Т.А. Промышленная экология: Учебное пособие. – Ростов-на Дону: Феникс, 2003. – 320 с.
98. Хвесик М.А. Эколого-экономические проблемы охраны и воспроизводства водных ресурсов в условиях интенсивного техногенного воздействия (на примере Украины). – К., 1992.
99. Хільчевський В.К. Водопостачання і водовідведення: Київ, ВЦ "Київський університет", 1999. - 319 с.
100. Хумарова Н.И. Концептуальные подходы формирования стратегии экологически чистого производства в Украине// Nowa ekonomia a spoleczenstwo. – Lublin: Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawla II, 2006. – P. 434-440.
101. Черевко Г.В., Яцків М.І. Економіка природокористування. – Львів: Світ, 1995. – 208с.
102. Чернега Д.Ф., Богушевський В.С., Готвянський Ю.Я. та ін. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / За ред. Д.Ф. Чернеги, Ю.Я. Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
103. Чумак М.Г. Матеріали та технологія машинобудування: Підручник. – К.: «Либідь», 2002 – 266 с.
104. Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Білявський Г.О. та ін. Екологічне управління: Підручник. – К.: «Либідь», 2004. – 429 с.
105. Шелудченко Б. А., Малиновський А.С., Зосимович М.В. та ін. Інженерна екологія. Ч.І. Основи техноекології: Навчальний посібник. – Житомир: «Волинь», 1999. – 216 с.
106. Шлее Ю., Никогосов Х.Н. Использование бентонитовых матов для рекультивации полигона по захоронению золы и шлака злектростанции «Valea Serlea» (Румыния) // Чистый город, 2001. - №2. - С.25 – 27.
107. Ягупов Б.А. Строительное дело: Учеб. — Стройиздат, 1988. — 367 с.
108. Mulder J.-W. Full-scale application of the SHARON process for treatment of rejection water of digested sludge dewatering / J.-W. Mulder, M. C. M. van Loosdrecht, C. Hellinga, R. van Kempen // Water Science & Technology. – 2001. – № 43(11). – p. 127–134.
109. Van Hulle S. W. H. Engineering aspects and practical application of autotrophic nitrogen removal from nitrogen rich streams / S. W. H. Van Hulle, H. J. P. Vandeweyer, B. D. Meesschaert, P. a. Vanrolleghem, P. Dejans, A. Dumoulin // Chemical Engineering Journal. – 2010. – № 162(1). – p. 1–20.
110. Van der Star W. R. L. Startup of reactors for anoxic ammonium oxidation: experiences from the first full-scale anammox reactor in Rotterdam / W. R. L. van der Star, W. R. Abma, D. Blommers, J.-W. Mulder, T. Tokutomi, M. Strous, C. Picioreanu, M. C. M. van Loosdrecht // Water research. – 2007. – № 41(18). – p. 4149–4163.
111. Trigo C. Start-up of the Anammox process in a membrane bioreactor / C. Trigo, J. L. Campos, J. M. Garrido, R. Méndez // Journal of biotechnology. – 2006. – № 126(4). – p. 475–487.
112. Tang C.-J. Suppression of anaerobic ammonium oxidizers under high organic content in high-rate Anammox UASB reactor / C.-J. Tang, P. Zheng, C.-H.

- Wang, Q. Mahmood // *Bioresource technology*. – 2010. – № 101(6). – p. 1762–1768.
113. Szatkowska B. Performance and control of biofilm systems with partial nitrification and Anammox for supernatant treatment / B. Szatkowska. Royal Institute of Technology, – 2007. – p. 77.
 114. Wang T. Start-up of the Anammox process from the conventional activated sludge in a membrane bioreactor / T. Wang, H. Zhang, F. Yang, S. Liu, Z. Fu, H. Chen // *Bioresource technology*. – 2009. – № 100(9). – p. 2501–2506.
 115. Arrojo B. Influence of gas flow-induced shear stress on the operation of the Anammox process in a SBR / B. Arrojo, M. Figueroa, A. Mosquera-Corral, J. L. Campos, R. Méndez // *Chemosphere*. – 2008. – № 72(11). – p. 1687–1693.
 116. Arrojo B. Effects of mechanical stress on Anammox granules in a sequencing batch reactor (SBR) / B. Arrojo, A. Mosquera-Corral, J. L. Campos, R. Méndez // *Journal of biotechnology*. – 2006. – № 123(4). – p. 453–463.
 117. Fernández I. Biofilm and granular systems to improve Anammox biomass retention / I. Fernández, J. R. Vázquez-Padín, a. Mosquera-Corral, J. L. Campos, R. Méndez // *Biochemical Engineering Journal*. – 2008. – № 42(3). – p. 308–313.
 118. Strous M. Effects of aerobic and microaerobic conditions on anaerobic ammonium-oxidizing (anammox) sludge / M. Strous, E. van Gerven, J. G. Kuenen, M. S. . Jetten // *Applied and environmental microbiology*. – 1997. – № 63(6). – p. 2446–2448.
 119. Wett B. Solved upscaling problems for implementing deammonification of rejection water / B. Wett // *Water Science & Technology*. – 2006. – № 53(12). – p. 121–128. Cema G. Biological nitrogen removal from landfill leachate by deammonification assisted by heterotrophic denitrification in a rotating biological contactor (RBC) / G. Cema, J. Wiszniowski, S. Zabczyński, E. Zabłocka-Godlewska, A. Raszka, J. Surmacz-Górska // *Water Science and Technology*. – 2007. – № 55(8-9). – p. 35–42.
 120. Zhang Z. Start-up of the Canon process from activated sludge under salt stress in a sequencing batch biofilm reactor (SBBR) / Z. Zhang, S. Chen, P. Wu, L. Lin, H. Luo // *Bioresource technology*. – 2010. – № 101(16). – p. 6309–6314.
 121. Szatkowska B. Temperature as a factor influencing the Anammox process performance / B. Szatkowska, E. Płaza // *Water and Environmental Management Series*. – 2006. – № 12. – p. 51–58.
 122. Rosenwinkel K.-H. Deammonification in the Moving-Bed Process for the Treatment of Wastewater with High Ammonia Content / K.-H. Rosenwinkel, A. Co
 123. Li X. Granulation of simultaneous partial nitrification and anammox biomass in one single SBR system / X. Li, Y. Xiao, D. Liao, W. Zheng, T. Yi, Q. Yang, G. Zeng // *Applied biochemistry and biotechnology*. – 2011. – № 163(8). – p. 1053–1065.
 124. Vázquez-Padín J. R. Post-treatment of effluents from anaerobic digesters by the Anammox process / J. R. Vázquez-Padín, M. Figueroa, I. Fernández, A. Mosquera-Corral, J. L. Campos, R. Méndez // *Water science and technology*. – 2009. – № 60(5). – p. 1135–1143.