

С.А. Воденніков, Г.Б. Кожемякін, В.Р. Румянцев, І.О. Кутузова

ТЕХНОЕКОЛОГІЯ

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України як навчальний посібник
для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за напрямками “Металургія” та “Екологія, охорона
навколишнього середовища та збалансоване природокористування”

Запоріжжя

2010 р.

д.т.н., проф. В.В. Луньов (Запорізький національний технічний університет);
д.т.н., проф., Ю.С. Пройдак (Національна металургійна академія України)
к.т.н., проф., Б.І. Мельников (Український державний хіміко-технологічний
університет).

Укладачі:

***С.А. Воденніков, д.т.н., доцент,
Г.Б. Кожемякін, к.т.н., доцент,
В.Р. Румянцев, к.т.н., доцент,
І.О. Кутузова, асистент.***

Техноекологія: Навч. посіб. для бакалаврів напрямку “Металургія” та
“Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування” \ Укл.: С.А. Воденніков, Г.Б. Кожемякін, В.Р. Румянцев,
І.О. Кутузова.

Викладено систематизовані і узагальнені теоретичні основи промислової
екології. Наведено принципи раціонального природокористування. Розглянуто
технологічні процеси, на яких базуються основні галузі народного господарства.
Проаналізовано вплив добувної промисловості, енергетики, металургії, хімічної
промисловості, сільського господарства та деяких інших галузей на навколишнє
середовище. Запропоновані методи зниження антропогенного тиску вищеназваних
виробництв на повітряний, водний басейни та літосферу. Розглянуто питання
нормування та розсіювання викидів.

Для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками
“Металургія” та “Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване
природокористування”. Може бути корисним фахівцям, які займаються
моніторингом навколишнього середовища.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 7 |
| Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ | 8 |
| 1.1. Актуальні проблеми охорони навколишнього середовища | 8 |
| 1.2. Атмосфера та її походження. Властивості газів | 17 |
| 1.3. Аерозолі, їх класифікація | 19 |
| 1.4. Теоретичні основи та методика визначення дисперсного складу пилу. | 21 |
| <i>Питання для самоконтролю</i> | 24 |
| <i>Рекомендована література</i> | 24 |
| Розділ 2. МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АТМОСФЕРУ. | 25 |
| 2.1. Способи зниження вмісту пилу у відхідних газах | 25 |
| 2.2. Основні напрями знешкодження токсичних газоподібних речовин, які містяться у відхідних газах | 35 |
| <i>Питання для самоконтролю</i> | 41 |
| <i>Рекомендована література</i> | 42 |
| Розділ 3. ОСНОВНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ГІДРОСФЕРИ ТА ЛІТОСФЕРИ ВІД АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ | 43 |
| 3.1. Способи очищення стічних вод | 43 |
| 3.2. Методи зниження кількості викидів твердих відходів, які утворюються на виробництві | 50 |

| | | | |
|--|--|-----------|-----|
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | | 55 |
| | <i>Рекомендована література</i> | | 56 |
| Розділ 4. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ | | | |
| | СЕРЕДОВИЩЕ | | 57 |
| 4.1 | Видобування нафти і газу | | 57 |
| 4.2 | Забруднення навколишнього середовища при видобутку нафти і газу | | 64 |
| 4.3 | Основні процеси гірничого виробництва | | 68 |
| 4.4 | Добувна промисловість та довкілля | | 70 |
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | | 82 |
| | <i>Рекомендована література</i> | | 82 |
| Розділ 5. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ НА ДОВКІЛЛЯ | | | |
| 5.1 | Теплові електростанції. Принцип роботи ТЕС | | 84 |
| 5.2 | Характеристика впливу на навколишнє середовище теплових електростанцій | | 88 |
| 5.3 | Атомні електростанції. Принцип роботи | | 94 |
| 5.4 | Вплив АЕС на екологію регіону | | 98 |
| 5.5 | Гідроелектростанції. Принцип роботи | | 99 |
| 5.6 | Характеристика впливу на довкілля | | 101 |
| 5.7 | Самовідновлювані джерела енергії | | 102 |
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | | 109 |
| | <i>Рекомендована література</i> | | 110 |
| Розділ 6. МЕТАЛУРГІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ | | | |
| | НА ДОВКІЛЛЯ | | 112 |

| | | |
|--|--|-----|
| 6.1 | Виробництво чавуну. Загальна характеристика | 112 |
| 6.1.1 | Основні процеси доменної плавки | 114 |
| 6.1.2 | Характеристика впливу на навколишнє середовище | 117 |
| 6.2 | Виробництво сталі. Принципові технологічні процеси отримання сталі | 119 |
| 6.3 | Захист довкілля від шкідливого впливу сталеплавильного виробництва | 128 |
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | 134 |
| | <i>Рекомендована література</i> | 135 |
| Розділ 7. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ | | 137 |
| 7.1 | Загальна характеристика галузі. Основні технологічні процеси | 137 |
| 7.2 | Заходи боротьби зі шкідливим впливом на довкілля | 145 |
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | 149 |
| | <i>Рекомендована література</i> | 149 |
| Розділ 8. ПРОМИСЛОВІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДЕРЕВООБРОБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ | | 150 |
| 8.1 | Характеристика деревообробної галузі. Принципові технологічні процеси | 150 |
| 8.2 | Екологічні аспекти галузі | 152 |
| 8.3 | Характеристика промисловості будівельних матеріалів | 153 |
| 8.4 | Аналіз забруднення довкілля при виробництві будівельних матеріалів | 154 |
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | 156 |
| | <i>Рекомендована література</i> | 156 |
| Розділ 9. НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВІД СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ | | 157 |

| | | |
|---|--|-----|
| 9.1 | Основні технологічні процеси легкої промисловості . . . | 157 |
| 9.2 | Загальна характеристика сільськогосподарського виробництва . . | 159 |
| 9.3 | Вплив на навколишнє середовище. Методи зменшення антропогенного навантаження | 162 |
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | 165 |
| | <i>Рекомендована література</i> | 165 |
| Розділ 10. Вплив ТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ | | 166 |
| 10.1 | Залізничний транспорт | 166 |
| 10.1.1 | Загальна характеристика підгалузі | 166 |
| 10.1.2 | Характеристика впливу на довкілля | 168 |
| 10.2 | Автомобільний транспорт | 170 |
| 10.2.1 | Загальна характеристика підгалузі | 170 |
| 10.2.2 | Заходи боротьби зі шкідливим впливом на навколишнє середовище | 172 |
| 10.3 | Водний транспорт | 175 |
| 10.3.1 | Головні показники роботи | 175 |
| 10.3.2 | Вплив водного транспорту на стан навколишнього середовища | 180 |
| | <i>Питання для самоконтролю</i> | 182 |
| | <i>Рекомендована література</i> | 182 |
| ДОДАТОК 1 | | 183 |
| ДОДАТОК 2 | | 205 |
| ДОДАТОК 3 | | 210 |
| ПОКАЖЧИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ | | 213 |

ВСТУП

Цей підручник спрямовано на вивчення однієї з найважливіших проблем сьогодення – взаємодії людини та навколишнього середовища.

Науково-технічна революція суттєво прискорила зростання промисловості, енергетики, будівництва, транспорту, сфери послуг, сільськогосподарського комплексу та міського господарства. Навантаження на довкілля досягло критичних показників. В останні роки значно збільшилося число глобальних екологічних катастроф. Вплив людини та результатів її діяльності на довкілля сягнув загрозливої межі.

Колектив авторів спробував науково проаналізувати сьогоdnішній стан розвитку народного господарства України, розглянути основні галузі діяльності людини, технологічні процеси, які відбуваються в кожній з них, необхідні ресурси, взаємодію з навколишнім середовищем, джерела забруднення та засоби боротьби зі шкідливими викидами.

Особливе місце у праці займає розгляд теоретичних основ, визначень технічної екології. За допомогою цього базису стає зрозумілим методологія виходу України з екологічної кризи.

Велика увага приділена використанню альтернативних і нетрадиційних джерел енергії, екологічно чистих та ресурсозберігаючих технологій.

Завдяки значній кількості.

Автори сподіваються, що наведені матеріали стануть у пригоді при вирішенні питань охорони навколишнього середовища та раціонального використання статистичного матеріалу стосовно народного господарства України в порівнянні по роках, наведені тенденції змін. Ці дані можуть бути використані для якісного та кількісного аналізу впливу народного господарства на довкілля природних ресурсів.

Будемо щиро вдячними за всі зауваження та пропозиції щодо поповнення та поліпшення підготовлених матеріалів.

Автори висловлюють щире подяку зав. лабораторією кафедри охорони навколишнього середовища Запорізької державної інженерної академії Ткаліч І.О. за допомогу в написанні посібника.

Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКОЛОГІЇ

1.1 Актуальні проблеми охорони навколишнього середовища

Людство за роки свого розвитку зробило крок далеко уперед. Ми створюємо складні машини і механізми, які працюють від морських глибин до космічного простору. Рівень сучасних високих технологій дозволяє отримувати не тільки технологічні матеріали із заданими властивостями, але і змінювати генотип рослин і тварин, підвищуючи таким чином їх продуктивність. Все це дозволило збільшити тривалість життя людини з 25 років, характерних для австралопітека, до 80 років, якщо узяти жителів розвинених країн світу. Проте, досягнуті успіхи часто мають оборотну сторону.

В даний час дві основні небезпеки нависнули над людством:

- небезпека ядерної катастрофи;
- екологічна небезпека.

Відомо ще про одну біду – про втрату духовності, духовного світу. Під цим розумітимемо, перш за все, втрату засад високої моральності, пошани людини людиною. Можливо, що вказані вище небезпеки є наслідком цієї втрати. Проте її ми розглядати не будемо: вона виходить за рамки завдань, що стоять перед нами.

Тому повернемося до розгляду приведених небезпек.

Ніхто раніше і не припускав, що людство придбало можливість самознищення. Воно може відбутися відразу, якщо вибухне ядерна війна. Виконано навіть комп'ютерне моделювання можливих результатів ядерної війни. З'явилися терміни «ядерна ніч» і «ядерна зима».

Проте досвід останніх приблизно 50 років показує, що ядерна зброя, разом з потенційною небезпекою, є в той же час і інструментом стримування. Держави, що володіють цією зброєю, остерігаються, бояться відплати і ядерна небезпека відступає.

Але є ще і інша можливість самознищення. Вона може перетворитися на процес повільної і болісної деградації, якщо навіть уникнувши ядерної катастрофи люди не навчаться жити в гармонії з Природою і продовжуватимуть забруднювати навколишнє середовище, скорочувати біорізноманіття на планеті, знищувати ліси і т.д. (є всі підстави вважати, що ця «болісна деградація» вже йде).

Але відійдемо від цих загальних міркувань. Будь-яка господарська діяльність людини (діяльність по виробництву матеріальних благ) суперечлива. З одного боку - вона приносить суспільству якісь блага, а з іншого – неминуче викликає порушення в екосистемах, що склалися, і тим самим погіршує умови життя.

Доки людей було мало, а інструменти, технічні засоби, якими людина була озброєна, були не надто досконалі, поки потреби людини були відносно невеликі, природа заліковувала рани самотійно.

Початок змін наших взаємин з навколишнім середовищем слід, мабуть, пов'язати з винаходом у XVIII столітті парової машини.

XIX століття дало людині одне з найбільших досягнень фундаментальної науки – електромагнітну теорію, що стала основою сучасної електротехніки. Створення теплових електростанцій, розвиток металургійної промисловості, розробка двигунів внутрішнього згорання, бурхливе зростання хімічної і будівельної індустрії – такі подальші основні наші кроки. І людина пишалася створеною нею технікою. Яких-небудь 20 – 30 років тому, чорний дим, що валив з велетенських промислових труб, сприймався як показник нашої могутності.

Посилення техногенного тиску на довкілля відбувалося не тільки внаслідок впровадження винаходів людства, але й за рахунок різкого зростання чисельності населення: до початку 1800-х років чисельність досягла 1 млрд.; подвоєння народонаселення Землі відбулося до 1900-го року. В даний час на тій самій планеті проживає більше 7 мільярдів людей.

Людство щорічно видобуває близько 100 млрд. тонн різних корисних копалин. Причому використовує з них лише вельми незначну частину. Більшу частину викидає у відвали, в навколишнє середовище. Не тільки через невміння ефективно, повно використовувати сировину (такі технології ще належить створити), але здебільшого через незнання всіх несприятливих наслідків викидів. І

поки практично немає ніяких важелів примусити людину змінити свою поведінку. Вважаємо, що можна все більше добувати і виробляти, невикористане і зайве викидати.

В той же час іноді лунає наступне: мовляв, не потрібно перебільшувати небезпеку викидів, в природі також утворюється багато видів шкідливих речовин. Наприклад, всього в атмосферу планети щорічно викидається 3-5 млрд. тон шкідливих речовин, з них речовин штучного походження приблизно 0,5-0,8 млрд. т, що складає частку в 6 разів меншу.

Можливо, це й так. Але природні виділення розосереджені і, як правило, не створюють високих концентрацій шкідливих речовин, на відміну від викидів антропогенного походження.

Парадоксально, але факт: люди завжди піклуються про чистоту продуктів, вони миють руки перед вживанням їжі, вони відобразили в прислів'ї необхідність зберігати в чистоті колодязь – адже він знадобиться їм. І це відбувається у той час, коли твердої і рідкої їжі людина споживає за добу до 2,5 - 3 кг; повітря ж, що оточує нас, людина вдихає за добу приблизно 15 кг. Наскільки важливим є для людини повітря, достатньо красномовно показав Голдсміт. Він відзначив, що людина може, грубо кажучи, прожити 5 тижнів без їжі, 5 діб без води, але не проживе і 5 хвилин без повітря.

Через забруднення атмосфери катастрофічно зменшуються навіть практично невичерпні ресурси Сонця: через атмосферу великих промислових центрів часом проходить лише 50 - 80% сонячної енергії. Доводимо справу до того, що вирощування овочів в приміських господарствах стає неможливим. Основні забрудники повітря наведені в табл. 1.1 та табл. 1.2.

Річки перетворили, а де ще не перетворили, то продовжуємо перетворювати на стічні канали (не тільки річки, але і підземні води; оточуємо себе з усіх боків).

Та і не всі проблеми ми бачимо. У США, наприклад, до основних природоохоронних проблем, що вимагають першочергового вирішення, віднесені проблема радону в приміщеннях, питання про забруднення підземних вод. Причому необхідність їх невідкладного вирішення регламентована документом, підписаним президентом країни. У нас цих проблем «нема». Вірніше, ми до них ще не дійшли, не усвідомили.

Таблиця 1.1 - Основні забрудники атмосферного повітря у вигляді твердих часточок (пил, зола, тощо)

| Основні джерела | | Середньорічна концентрація в повітрі мг/м ³ |
|---|---|--|
| Природні | Штучні | |
| Вулканічні виверження, пилові бурі, лісові пожежі, випари морської солі і ін. (94 % від загальної кількості). | Спалювання палива в промислових і побутових установках. | В міських районах 0,04 - 0,4. |

Таблиця 1.2 – Основні газоподібні забрудники атмосферного повітря

| Забрудники | Основні джерела | | Середньорічна концентрація в повітрі мг/м ³ |
|--------------------|---|---|--|
| | Природні | Штучні | |
| Сірчистий ангідрид | Вулканічні виверження, окислення сірки, сірковмісні речовини, розсіяні в морі (50% від загальної кількості) | Спалювання палива, нафтопереробка, чорна і кольорова металургія | У міських районах до 0,5 - 1 |
| Оксиди азоту | Лісові пожежі (93%) | Окислення атмосферного азоту і азоту палива при високій температурі енергетика, промисловість, автотранспорт | У районах з розвиненою промисловістю і автотранспортом – до 0,2, в інших до 0,05 |
| Оксид вуглецю (II) | Лісові пожежі, виділення океанів, окислення терпенів (5 - 10% від загальної кількості) | Неповне згорання палива (автомобілі, промисловість) | 1 - 50 (залежно від інтенсивності автотранспорту, близькості металургійних виробництв) |
| Легкі вуглеводні | Лісові пожежі, виділення природного метану (з ґрунту боліт) і природних терпенів | Неповне згорання органічного палива (автомобілі), допалювання відходів, випари розчинників і продуктів нафтопереробки | У районах з розвиненим автотранспортом і промисловістю – до 3 |

Але ж ми нерозривно пов'язані з природою. Вона є для нас більш ніж матір'ю. Від матері ми рано чи пізно відриваємося. Людство ж ніколи не може стати «самостійним», незалежним від природи. Воно не може перестати в ній мати потребу.

За зневагу всім цим ми платимо. Оплачуємо дорогою ціною. Повсюдно, і наше місто не є виключенням, росте захворюваність. Якщо в селах щорічно вмирає від раку легенів 15 чоловік на кожні 100 тисяч населення, в середніх містах – 23, то у великих промислових центрах, наприклад, у Запоріжжі, до 35 - 37 чоловік [1].

Страждаємо не тільки ми самі. Неухильно, із століття в століття збільшується кількість вимерлих видів тваринного світу.

Так, від «плати за цивілізацію» дуже важко позбавитися. Проте, при наших знаннях, при існуючому рівні регулювання взаємин з навколишнім середовищем, було б безпідставно розраховувати на інше. Адже ми практично до останнього часу навіть не знали, чим ми дихаємо – лише трохи більш трьох десятиліть назад видано авторське свідоцтво на відкриття «Все живе дихає азотом». А те, що ми обчислюємо гранично допустимі викиди як правило без урахування сукупного впливу шкідливих речовин, хіба не підтверджує наші слабкі знання? Адже наші вітчизняні значення гранично допустимих концентрацій (ГДК) – кращі в світі. Це визнано Організацією Об'єднаних Націй.

Ми в містах боремося з пилом і шкідливими газоподібними компонентами, складаємо цілі програми, присвячені цьому. Тоді як шкідливий вплив на здоров'я людини лише деяких, наприклад, такого забруднювача атмосфери як бенз(а)пірен, в багато разів перевищує сукупну дію практично всіх інших шкідливостей. Він є більш ніж в мільйон разів агресивнішим за чадний газ, шкідливість якого прийнята за одиницю.

При обліку агресивності викидів з'явилася можливість об'єктивно зіставляти між собою – по впливу на навколишнє середовище – не тільки окремі виробництва, цехи, підприємства. Можна і в цілому достатньо кваліфіковано, науково обгрунтовано оцінювати ситуацію в містах, регіонах. Токсичність же згаданого вище бенз(а)пірену така, що США навіть відмінили норми ГДК на нього: його взагалі не повинно бути (прилади, що регламентуються до застосування і їх датчики мають відповідну точність). За наявною інформацією аналогічним чином поступила Японія, Фінляндія.

Зараз ми починаємо усвідомлювати межі зростання. Зростання того виду виробництва – промислового і різного іншого, - яке ми маємо.

На перших позиціях в усвідомленні цих меж опинилися енергетики. Деякі учені – енергетики вже з достатньою визначеністю говорять про свої межі зростання. Межі зростання вони визначають парниковим ефектом, який викликаний різким збільшенням вмісту вуглекислого газу в атмосфері.

Суть даного процесу полягає в здатності так званих парникових газів (наприклад вуглекислого) поглинати енергію, що випромінюється Землею в космічний простір. При цьому, згідно із законом збереження енергії, збільшується внутрішня енергія цих речовин, мірою якої, як відомо, є температура. Все це веде до зростання температури атмосфери. Проте не все так однозначно.

Не можна забувати і про принцип Ле-Шательє. Будь-яке зростання температури на поверхні Землі супроводжуватиметься зростанням випромінювання Землі в світовий простір, а також збільшенням кількості водяної пари, що надходить в повітря. А це змінюватиме кількість сонячної радіації, що потрапляє на поверхню Землі.

Щодо енергетики, було б неправильним нічого не сказати про **ВЕР** – **вторинні енергоресурси**.

За своїми технічними характеристиками ВЕР діляться на три групи:

- Паливні – хімічна енергія газів, що відходять від технологічних агрегатів. Приклад: колошниковий газ доменних печей.
- Теплові ВЕР – фізичне тепло газів, що відходять від агрегатів, а також основної і побічної продукції; тепло води, пара, і т.д.;
- ВЕР надмірного тиску – потенційна енергія газів, що відходять від технологічних агрегатів. Згаданий вище колошниковий газ є прикладом і цього виду ВЕР.

Паливні ВЕР зазвичай використовуються на 90 - 100%, теплові на 30 – 35%, енергія надмірного тиску газів – менш ніж на 10%.

Сумарна кількість ВЕР у чорній металургії України ВЕР приблизно 15 – 20 млн. тонн умовного палива (т.у.п.) в рік. Частина ВЕР, яка може бути в даний час утилізована, складає близько 70% від вказаної величини, тобто приблизно 11 – 14млн. т.у.п. в рік. Фактичне використання ВЕР в чорній металургії поки складає лише п'яту частину від цього значення. Інакше кажучи, поле для діяльності молодим керівникам виробництва є величезним.

Всі сучасні природоохоронні проблеми можна розподілити таким чином:

- міждержавні, глобальні питання;
- питання державного масштабу;
- місцеві питання.

Цей розподіл проблем визначає рівень, на якому вони повинні розглядатися і вирішуватися.

Вирішення глобальних питань не під силу для будь-якої однієї, нехай навіть найрозвиненішої і процвітаючої, держави. До цих питань відносяться вже згадувані нами проблеми енергетики. Чи можливо одній державі здолати, наприклад, проблему парникового ефекту на Землі? Відповідь очевидна.

Сюди ж, до глобальних проблем, відноситься проблема кислотних дощів. Вона, на відміну від першої, розглянутої нами проблеми, локалізується в основному в певних регіонах – регіонах з високорозвинутою теплоенергетичною і металургійною промисловістю.

Металурги вносять до цих дощів свій вагомий внесок – приблизно третя частина викидів сірчистого ангідриду – це металургія (енергетика визначає більше половини викидів цього газу). Сірчистий же ангідрид - основний (на 70%) «винуватець» кислотних дощів.

До глобальних питань відноситься і таке. За прогнозами вчених, якщо країни, що розвиваються, підуть по шляху розвинених країн і досягнуть їх рівня достатку, то такого навантаження Земля не витримає. Очевидно, що повинні бути й інші, альтернативні шляхи становлення держав. Людське суспільство прийде, мабуть, до необхідності спільними зусиллями вирішувати питання збереження, наприклад, національних парків на півдні Африки (Кенія та інші держави).

Значущість і кількість міждержавних екологічних проблем в майбутньому зростатиме.

Державні проблеми – це питання законодавчого і загального організаційного рівня, питання встановлення відповідних природоохоронних пріоритетів, напрямів розвитку різних галузей промислового і сільськогосподарського виробництва, питання збереження крупних природних ландшафтів.

З діючих природоохоронних Законів, згадаємо лише один, але основоположний – «Закон про охорону навколишнього природного середовища», прийнятий Верховною Радою в 1991 році. Законом регламентується широке коло питань, починаючи від підвищення екологічної культури суспільства. Законом

визначена як плата підприємствами за використовувані ресурси, так і за збиток, що обумовлюється викидами в навколишнє середовище. Передбачена обов'язковість екологічних експертиз. Обумовлені права жителів населених пунктів в обговоренні різних проектів. Встановлені права і обов'язки Міністерства охорони навколишнього природного середовища. Передбачено впорядкування нашої діяльності також в деяких інших природоохоронних напрямках.

Розосередження, розміщення в державі підприємств з урахуванням екологічних аспектів є одним із серйозних державних питань. До останнього часу, принаймні з екологічних позицій, в цьому напрямі панувала стихія.

Відносно ж місцевих проблем відзначимо, що вони включають величезну кількість конкретних регіональних питань.

У якійсь мірі намагаючись вирішувати назрілі проблеми, сьогодні ми все більш активно ставимо питання розробки безвідходних або маловідхідних технологій. Звичайно ж, цей напрям вдосконалення технологічних процесів повинен бути пріоритетним. Хоч і правильніше говорити не про екологічно чисті, а про екологічно оптимальні технології.

Проте і навіть подібні технології – не панацея. Дещо ми втрачаємо безповоротно. І порушене нами вже не виправити. Здобуваються і, отже, виснажуються корисні копалини, в землі утворюються порожнини, а якщо і не порожнини, то невідновлювані порушення, осідає земна поверхня, знижується рівень ґрунтових вод. Нерідко, на жаль, ми не можемо організувати технологічні процеси так, щоб не утворювалися такі токсичні речовини, з якими ми (окрім їх захоронення) і не знаємо як поступити.

Враховуючи викладене, мабуть, правильніше у ряді випадків ставити питання маловідхідного господарювання в тому або іншому промисловому регіоні. Не виключається і ширший розгляд проблем – на міжрегіональному, державному і навіть міждержавному рівні.

Проте і при такій постановці питання потрібно враховувати ті обставини, що кількість твердих відходів далеко не завжди відповідає можливостям їх утилізації, особливо якщо ці відходи не задовольняють вимогам їх використання в найбільшому за обсягом споживачі – в будівельній індустрії.

У деяких же випадках, наприклад, розглядаючи гази, що відходять від технологічних агрегатів, необхідно, мабуть, наперед орієнтуватися на те, що відпрацьований газ не вдається повернути в яку-небудь технологію, навіть при

всіх можливих варіантах його попередньої обробки. Тому перспективу в обробці цього газу необхідно бачити в створенні найбільш економічних і ефективних методів і засобів очищення цього газу від токсичних речовин.

Викликаний забрудненням навколишнього середовища збиток досягає у нас 10-20% від валового вироблюваного продукту. На природоохоронні ж заходи ми витрачаємо приблизно 1...2% [2]. І це відбувається в той час, коли гривня, вкладена в природоохоронні проблеми, часто дає віддачу, що перевищує 2,5 гривни, тобто віддачу більшу, ніж виходить навіть від вкладень в одну з найбільш ефективних областей - в науку і освоєння її результатів.

Звідси вже зрозуміло, чому провідні держави Заходу витрачають на охорону навколишнього середовища значно більше, ніж ми, і передбачають подальше збільшення цих вкладень.

І ця інформація ще раз підтверджує, що необхідно якнайскоріше включати економічні важелі. Економіка, що правильно збалансована та повністю враховує екологічні проблеми, вестиме до комплексного використання сировини і мінімуму відходів. Екологічно правильно організоване виробництво – це економічне виробництво. І завдання екології на сьогоднішньому етапі – це завдання оптимізації. Отримання того або іншого продукту повинно забезпечуватись за мінімальних витрат суспільства у кожному конкретному випадку.

Багато чого нам належить зробити в природоохоронному напрямі. У тому числі і, очевидно, змінювати підходи до містобудування, до розміщення підприємств.

Світовий еволюційний процес знаходиться сьогодні на рубежі такої ж корінної перебудови, яка відбулася на Землі з появою життя і розуму. Повинен з'явитися екологічний імператив, екологічний диктат. Ми повинні будемо визначити заборонену межу, за яку не можна переходити. Діяльність людини, за Н.Н. Моїсеєвим, повинна бути направлена в певне русло, повинні з'явитися певні заборони і міжнародні інститути згоди, що діють під егідою Організації Об'єднаних Націй.

Майбутнє за об'єднанням 3-х «Е»: енергетики, економіки і екології.

1.2 Атмосфера та її походження. Властивості газів

За існуючими уявленнями склад атмосферного повітря не може бути пояснений інакше, окрім як на основі визнання його продуктом життєдіяльності живих організмів, що населяють нашу планету. За В.І. Вернадським, всі зовнішні шари земної кори, у тому числі й атмосфера, перероблені життєдіяльністю організмів на 99%. Обмін земна кора – біосфера – атмосфера відбувається і в даний час. Наприклад, весь кисень атмосфери переробляється в результаті життєдіяльності організмів 1 раз за 3000 років, CO_2 проходить через біосферу 1 раз за 10 років. (Деякими авторами приводяться інші терміни цього круговороту).

За сучасними уявленнями атмосферне повітря прийнято розділяти на дві частини:

- суха частина атмосферного повітря;
- водяні пари.

Суха частина за своїм якісним і кількісним складом є відносно стабільною величиною і включає наступні гази:

- азот (N_2), якого в атмосфері (за об'ємом) 78,08%;
- кисень (O_2) - 20,95%;
- аргон (Ar) - 0,93%;
- вуглекислий газ - діоксид вуглецю (CO_2) - 0,036% і деякі інші, незначні за об'ємом складники.

Молярна маса цієї суміші або іншими словами маса 1 моля - $22,4 \text{ м}^3$ - сухого повітря за нормальних умов складає 28,96 кг [3]. За визначенням густини витікає, що для сухого повітря за нормальних умов ця величина складе $\rho_{\text{нс.пов.}} = 1,293 \text{ кг/м}^3$.

Слід розуміти, що в результаті техногенної діяльності людини в атмосферу потрапляє ряд речовин, що завдають, як правило, шкоди всьому живому. Далі розглянемо властивості основних складових атмосферного повітря, включаючи техногенну компоненту.

За дією на організм людини і тварин розрізнятимемо задушливу і отруйливу властивості газів.

Під задушливою дією розумітимемо таку дію газу, коли він витісняє собою кисень з повітря. Наприклад, природний газ, основою якого є метан CH_4 , що є для організму фізіологічно нешкідливим, володіє задушливою властивістю.

Під отруйливою дією розумітимемо токсичну, отруйну дію газу на людину, наприклад на його легені.

Основним компонентом атмосфери є азот, N_2 (молекулярна маса 28). За кольором, смаком, запахом, а також по розчинності у воді він аналогічний кисню. Хоч і розчиняється дещо менше, ніж кисень. Вважається, що в первісній атмосфері N_2 не було, але було багато аміаку. Процес фотосинтезу, що почався, вивільняв O_2 . Кисень, з'єднуючись з воднем аміаку, вивільняв N_2 . Так в деяких літературних джерелах пояснюють його присутність в атмосферному повітрі.

Свою назву азот отримав в 1787 році від А. Лавуазьє, «А-зоос» - антижиттєвий (у азотному середовищі не можуть жити тварини). Азот входить до складу всіх клітин живих організмів. N_2 поступає в атмосферу при гнитті загинув тварин і рослин, при вулканічній діяльності, при згоранні азотвмісних палив.

Другим за вмістом в атмосфері є кисень, O_2 . Його молекулярна маса 32, отже, він трохи важчий за повітря. Газ без кольору, смаку і запаху, слабо розчинний у воді. У 100 об'ємах води при $0^\circ C$ розчиняється 5 об'ємів O_2 , при $20^\circ C$ розчиняється 3 об'єми O_2 . Хоча розчинність і невелика, проте згадаймо, яку роль вона відіграла у виникненні життя на Землі, і яке вона має значення для існування цього життя.

Звернемо увагу також на зменшення розчинності кисню, як і інших газів, з підвищенням температури. Це не співпадає з нашими буденними уявленнями про цю властивість, оскільки воно склалося з прикладів інших, не газоподібних речовин. Така залежність розчинності також визначає багато життєвих процесів, що протікають на Землі. На відміну від практично всіх інших газів, O_2 володіє парамагнітними властивостями, тобто його молекули чутливі до змін магнітного поля. Дана властивість використовується для визначення вмісту цього газу в газових сумішах. O_2 бере участь в процесах горіння і дихання. Вірніше - не бере участь, а визначає ці процеси.

Кисень - найпоширеніший елемент на Землі. У піску його 55%, в людині - 65%. З кожних 100 атомів, які складають земну кору, 58 атомів (58%) - це атоми кисню.

Таким чином, розглянувши властивості основних газів, що складають атмосферне повітря з урахуванням техногенної складової, можна скорегувати заходи щодо поліпшення чистоти повітря, виробити лінію поведінки при задушливій або отруйливій дії тієї або іншої речовини.

1.3 Аерозолі, їх класифікація

Як вказано вище, основними компонентами атмосферного повітря є азот, кисень, аргон, водяні пари. Все інше, що присутнє в повітрі, можна розділити на дві групи:

- одну частину складає те, що утворюється в самій атмосфері за рахунок природних процесів, які відбуваються в повітрі, наприклад, дощ, сніг, град;
- друга частина – те, що потрапляє в атмосферу з поверхні землі або з космічного простору. Значну частину твердих надходжень в атмосферу складають природні аерозолі, тобто аерозолі, які утворюються незалежно від людини.

Для подальшої класифікації аерозолів, визначимо, що ми розумітимемо під цим терміном.

Дисперсні двохфазні системи, в яких середовищем є повітря, називаються **аерозолями**. Середовище - це зовнішня, велика частина системи. Наприклад, в системі “вода - зважені частинки” вода є середовищем, зважені частинки – дисперсною фазою.

В даний час виділяють наступні **джерела природних аерозолів**:

- надходження космічного пилу; найдрібніші частинки з розмірами до 2 мкм поступають в атмосферу непоміченими. Земля щодоби отримує 10^{18} частинок подібних розмірів, вимірюваних в мікрометрах. За рахунок цих надходжень маса Землі зростає щорічно на 2000 - 4000 т. Іноді в літературі зустрічаються інші цифри, інші оцінки кількості речовини, що отримує Земля з Космосу, наприклад, 10 тис. тонн в рік.

- пил, що утворюється при вивітрюванні ґрунту. Жителі Запоріжжя, на жаль, знайомі з цим джерелом забруднення атмосфери. Вивітрювання є скрізь, де природа або людина не створили рослинного покриву.

Це джерело природного забруднення атмосфери наймогутніше. До 75% пилу, що знаходиться в повітрі, то є рихлий ґрунт, який потрапив в атмосферу за рахунок вивітрювання.

Значну частину атмосферного пилу представляє пил, що викидається вулканами. При могутніх виверженнях викидається до 75 млн. м³ твердої речовини, причому на значну висоту – до 20 км.

До цієї ж групи аерозолів відносять:

- морську сіль;
- аеропланктон – живі і мертві організми і їх залишки;
- зола пожеарищ - в деяких регіонах Землі пожежі є звичайним кліматичним явищем;

- пил, що утворюється в побуті при зношуванні одягу, меблів, на транспорті, наприклад, за рахунок зносу шин автомобілів і т.д.

Таким чином, пил, що утворився за рахунок вищеназваних явищ, відноситься до природних аерозолів.

Проте в атмосферу також потрапляють зважені частинки, що є побічним продуктом людської діяльності, так звані техногенні аерозолі. Основу цих речовин складає промисловий пил. Саме їх ми і розглянемо докладніше.

Весь пил, що утворюється в промисловості, можна розділити на 2 основних групи:

1) пил, що утворюється за рахунок механічних процесів при дробленні, подрібненні, при транспортуванні матеріалів.

Характерною особливістю цього пилу є наступне: у ньому основна маса частинок, приблизно 95%, має розміри, що перевищують 5 мкм; отже, маса частинок з розмірами менше 5 мкм десь близько 5%. Ця обставина вже значною мірою визначає засоби пиловловлювання, які повинні використовуватися для сепарації з газів даного виду пилу.

2) пил випарно-конденсаційного походження – що утворюється в результаті випаровування металів, при подальшій їх конденсації. На відміну від пилу першої групи, який може мати різну форму, – від ізометричних до витягнутих, ниткоподібних – пил цієї групи має сферичну форму, або близьку до неї. За розмірами ці частинки мають субмікронні розміри.

Виділення з газів цього виду пилу може здійснюватися тільки з використанням апаратів вискоефективного очищення: електрофільтрів, тканинних фільтрів або скрубєрів Вентурі.

Іноді виділяють ще один підвид пилу:

3) пил, що утворюється при випаленні, нагріві, розтріскуванні матеріалів. Цей пил має розміри від 5 до 10 мкм, іноді 15 мкм.

За небезпекою для здоров'я людини пил можна розподілити таким чином [4]:

- з розмірами частинок більше 10 мкм – безпечний;
- з розмірами частинок в інтервалі від 10 до 5 мкм – відносно безпечний;

- менше 5 мкм – небезпечні;

Підводячи підсумок вищесказаному, слід зазначити, що в атмосфері можуть міститися аерозолі або техногенного, або природного походження. Найнебезпечнішими для здоров'я людини, зважаючи на непристосованість, нездатність органів дихання до вловлювання такого пилу, є частинки розміром не більш 5мкм.

1.4 Теоретичні основи та методика визначення дисперсного складу пилу

Розглядаючи властивості пилу, не можна, хоч би в найкоротшому вигляді, не згадати про методи визначення дисперсного складу пилу і подрібнених матеріалів. Очевидно, що пил, який викидається з відхідними газами, має різні розміри. Під дисперсним складом пилу розумітимемо розподіл частинок пилу за розмірами. Чому визначення дисперсного складу пилу необхідне в техноекології? Відповідь достатньо проста. Адже тільки знаючи характеристики пилу (а головна з них є розмір) можна правильно підібрати спосіб видалення зважених частинок з газових викидів.

Методи аналізу крупності пилу – це предмет окремої, присвяченою тільки цьому аспекту, дисципліни. В даному випадку ознайомимося лише з найпростішими методами.

Для визначення розмірів частинок можуть використовуватися наступні методи: ситовий метод, метод повітряної сепарації, седиментація, піпеточний, з використанням імпактора [5]. Розглянемо ці методи докладніше.

Ситовий метод може бути застосований для крупного пилу з розмірами частинок більше 40 мкм; можна – при деяких удосконаленнях – розширити область використання методу до розмірів частинок 10 - 20 мкм. Метод полягає в просіюванні певної маси пилу через сита з отворами різного діаметру. Знаючи початкову масу пилу і діаметри отворів сит та кількість пилу, зібраного на кожному з цих сит, можна визначити масу кожної окремої фракції пилу, з діаметром частинок дещо більшим, ніж діаметр отворів сита, на якому вона зібрана. Розрахувавши відношення маси пилу, зібраного на кожному з сит, до

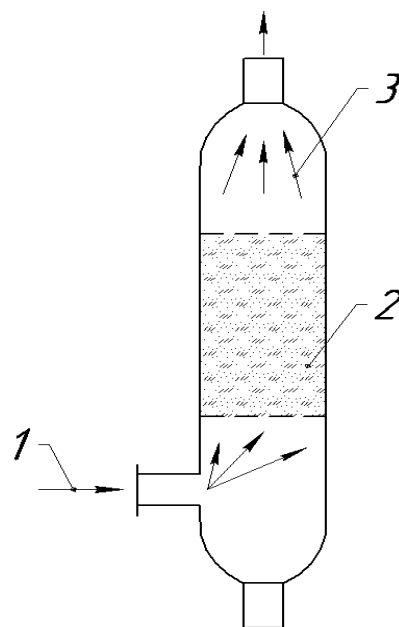
загальної маси просіяного пилу, отримаємо процентний розподіл пилу за діаметрами частинок.

Для дрібнішого пилу, наприклад, в інтервалі розмірів від 1 до 5 мкм застосовують **метод повітряної сепарації**. Певну кількість аналізованого пилу продувають висхідним потоком повітря при різних швидкостях; те, що видули – зважують. Метод реалізується з використанням так званого приладу Гонеля (мал. 1.1). Про точність аналізу дисперсного складу пилу, а тим більше про високу точність визначення розмірів частинок із застосуванням цього приладу, говорити немає підстав. Та є й інші, істотніші недоліки цього методу. Наприклад, його тривалість.

Точнішим є **метод седиментації** (мал. 1.2). Про дисперсний склад пилу при використанні даного методу судять, наприклад, за інтенсивністю накопичення осаду на чашці терезів (зокрема – терезів Фігуровського);

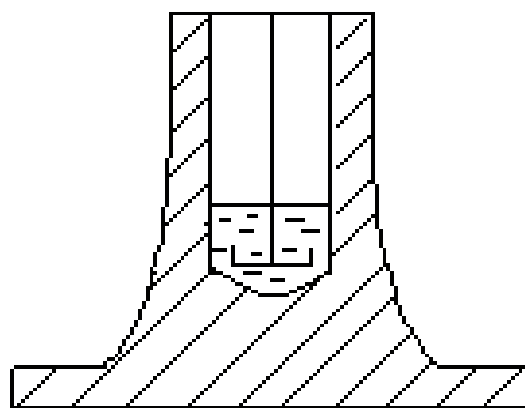
Аналіз проводиться виходячи із знання часу осідання частинок різного розміру. Наприклад, якщо відомо, що частинки діаметром 5 мкм досягають чашки терезів за 30 с, то провівши зважування частинок через 30 с, можна визначити кількість частинок, що мають розмір 5 мкм і більше.

Як один з варіантів методу седиментації використовується також **піпеточний метод** – через фіксовані проміжки часу з седиментаційної судини піпеткою відбираються проби на різній глибині цієї судини. Після випаровування



- 1 – повітря із заданою швидкістю;
2 – пил, що підлягає аналізу;
3 – потік повітря з пилом що вивулся

Мал. 1.1 - Схема роботи приладу Гонеля



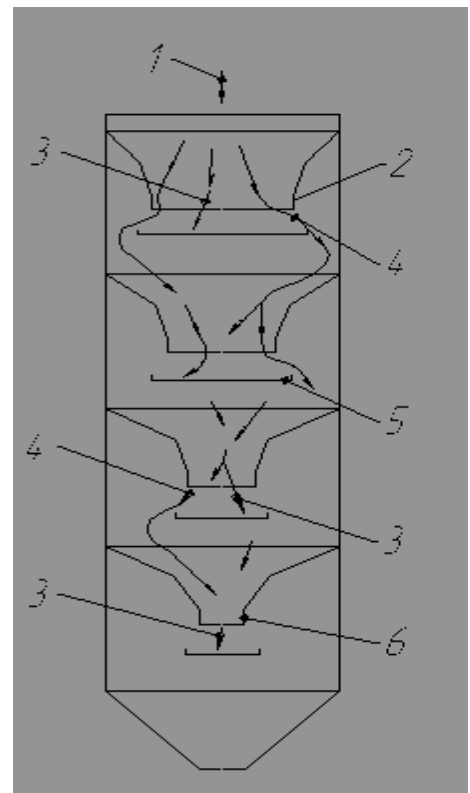
Мал. 1.2 - Схема реалізації методу седиментації з використанням поміщеної в суспензію чашки терезів

рідини визначають масу твердого матеріалу в кожній з проб і розраховують дисперсний склад частинок. Цей метод – один з небагатьох методів, що дає повторюваність результатів. У Англії він прийнятий як еталонний. Недолік піпеточного методу: мінімальна кількість пилу, яка повинна використовуватися для аналізу, складає 0,7 г або 1 г. Це багато. Не завжди є можливість її забезпечити.

Для визначення дисперсного складу також застосовуються **методи мікроскопії**. Суть методу очевидна – мікроскопічне дослідження пилу. Недоліки ж наступні: практично відсутня повторюваність результатів, дуже низька показовість тієї частки пилу, яка може бути проаналізована, в порівнянні зі всією масою пилу.

Всі вищезгадані методи придатні лише для лабораторного визначення дисперсного складу пилу. Проте часто доводиться проводити вимірювання безпосередньо на виробництві, в газоході з газами, що викидаються в атмосферу. В даному випадку використовується **імпакторний метод**. Цей метод полягає у введенні в газохід спеціального приладу - імпактора (див. мал. 1.3), що має ряд сопел, вихідні отвори яких по мірі руху газу через прилад використовуються все меншого і меншого діаметру.

- 1 – аерозоль;
- 2 – сопло найбільшого діаметру;
- 3 – частинка пилу, розмір якої більший граничного для даного сопла;
- 4 – частинка пилу, розмір якої менший граничного для даного сопла;
- 5 – пластина для утримання частинок пилу;
- 6 - сопло найменшого діаметру



Мал. 1.3 – Схема роботи імпактора

Пил сепарується з газу при обтинанні потоком пластин, поверхня яких пристосована для утримання на них частинок пилу завдяки використанню волокнистих матеріалів або спеціальних мастил.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. В чому полягає сенс явища парникового ефекту?
2. З яких двох частин складається атмосферне повітря?
3. Назвіть склад сухої частини атмосфери?
4. Що таке вторинні енергетичні ресурси? На які групи вони підрозділяються?
5. Дайте визначення терміну “аерозолі”.
6. Які ви знаєте методи визначення дисперсного складу пилу?



Рекомендована література

1. Теоретические основы промышленной экологии. Конспект лекций / Ю.П. Павленко . – Запорожье: Изд-во ЗГИА, 2003. – 100 с.: ил.
2. Экологические основы природопользования. / Э.А. Арустамов, И.В. Левакова, Н.В. Баркалова - 2-е изд. - М.: ИД "Дашков и К", 2002. - 236 с.
3. Химия: Справочник. - М.: Химия, 1989. - 647 с.: ил.
4. Дуднікова І.І. Екологія і безпека життєдіяльності: Термінологічний словник-довідник. - К.: Вища школа, 2005. - 247 с.
5. Алиев Г. М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справочник. - М.: Металлургия, 1986. - 312 с.

Розділ 2. МЕТОДИ ЗНИЖЕННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АТМОСФЕРУ

2.1 Способи зниження вмісту пилу у відхідних газах

До теперішнього часу розроблені як теоретичні основи вловлювання пилу і газових компонентів, так і методи розрахунку різноманітної апаратури для цих цілей, що успішно використовуються при знешкодженні промислових викидів.

За принципом дії існуючі *апарати для вловлювання пилу* підрозділяються на наступні групи [1]:

- *механічні знепилюючі пристрої гравітаційно-інерційної дії*, в яких пил виділяється з газу під дією маси частинок, інерційних або відцентрових сил;
- *фільтруючі апарати*, в яких пил виділяється з газу шляхом фільтрації газового потоку через шар фільтруючої тканини або шар насипного зернистого матеріалу;
- *промивні і рідинноплівкові апарати*, в яких тверді частинки виділяються з пилогазового потоку шляхом промивки газу рідиною (здебільшого водою) або осадженням частинок пилу на плівку рідини;
- *електрофільтри*, в яких частинки пилу осідають за рахунок дії електромагнітних сил.

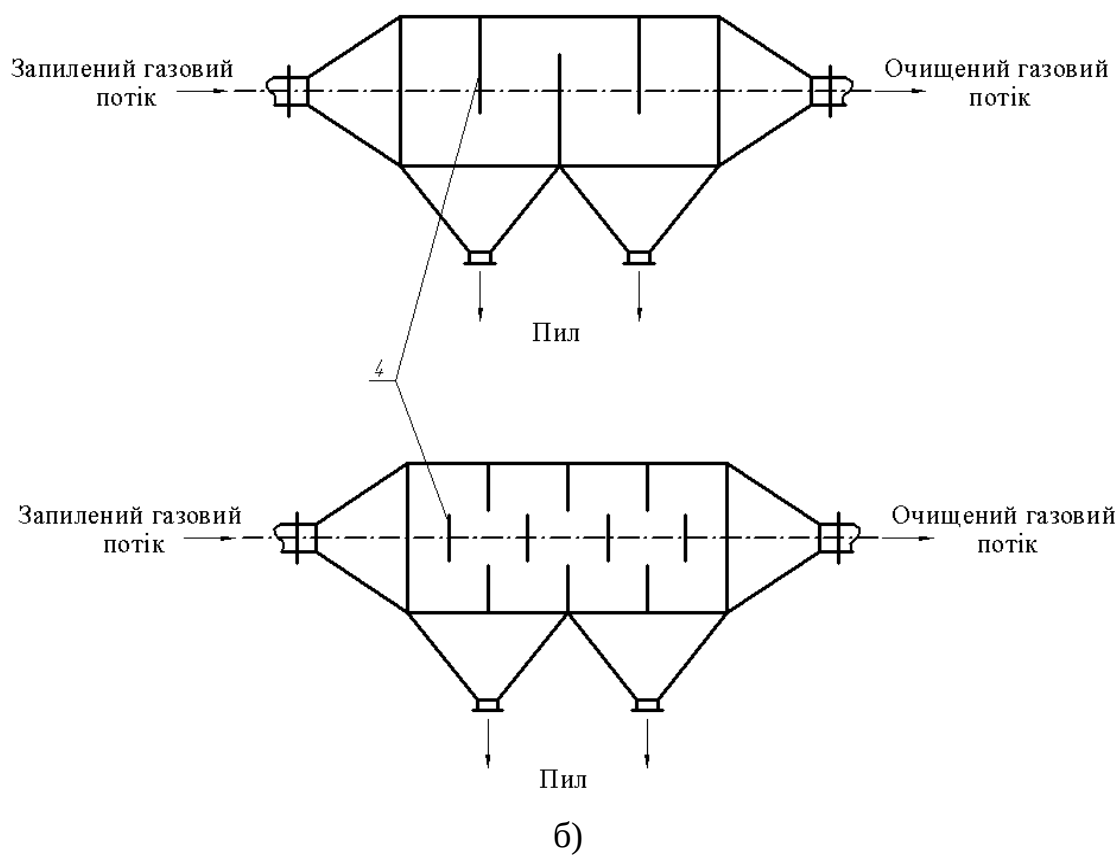
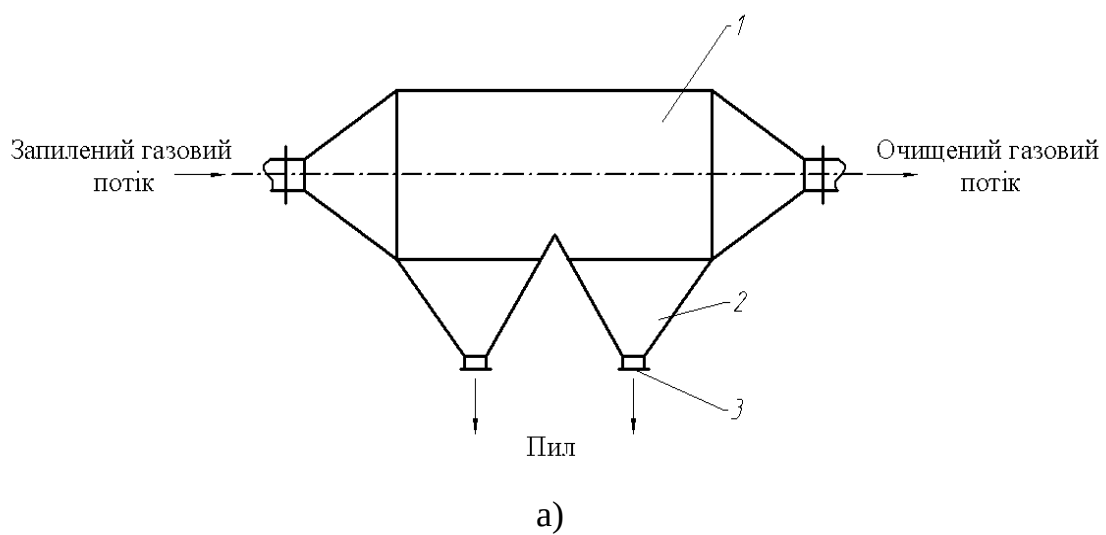
Розглянемо принцип дії апаратів кожної з груп докладніше.

До механічних знепилюючих пристроїв відносяться пилоосаджувальні камери, інерційні пиловловлювачі і циклони.

В осаджувальних камерах (мал. 2.1, а) частинки пилу виділяються з газового потоку під дією сил гравітації завдяки різкому зменшенню швидкості газового потоку при його переході з газоходу в камеру. В осаджувальній камері частинки рухаються вниз під дією сили гравітації P із зростаючою швидкістю, що виражається законом Стокса:

$$P = 3 \pi d \mu w_r,$$

де d — діаметр частинок пилу, м;



1 – корпус; 2 –бункер; 3 – штуцер для вывода пилу; 4 – перегородки

Мал. 2.1 – Основні конструкції пилоосаджувальних камер

μ — динамічний коефіцієнт в'язкості середовища, для повітря $22,2 \cdot 10^{-6}$ Па·с;
 w_r — швидкість газового потоку, м/с.

При розрахунку розмірів осаджувальних камер (довжини L , ширини B , висоти H) приймають, що частинки рухаються уздовж камери з швидкістю, що дорівнює швидкості газового потоку w_r , і одночасно опускаються вниз з швидкістю, рівній швидкості витання w_b . Щоб частинка встигла осісти в камері, вона повинна досягти дна раніше, ніж потік винесе її з камери. Тому час її осадження $t = H/w_b$ не повинен перевищувати часу її перебування в камері $t_i = L/w_r$.

Зазвичай швидкість газу в пилоосаджувальних камерах не перевищує 0,2 - 1,5 м/с, гідравлічний опір апарату складає 50 - 150 Па. Ступінь очищення газу в них не перевищує 40 - 50%. Вони не набули широкого поширення через громіздкість апарату і застосовуються в деяких процесах лише як перший ступінь очищення газового потоку для видалення з нього грубодисперсних частинок пилу розміром більше 100 мкм.

Іноді в осаджувальних камерах для зміни напрямку руху газів встановлюють перегородки (мал. 2.1, б). В цьому випадку разом з дією сил гравітації в порожнистих осаджувальних камерах використовують також інерційні сили, під дією яких пилоподібні частинки виводяться з газового потоку за рахунок втрати швидкості при зіткненні з перегородкою. Такі апарати називають осаджувальними інерційними камерами. Газ в них надходить із швидкістю 5 - 15 м/с, вони відрізняються більшим гідравлічним опором, ніж звичайні осаджувальні камери. Ступінь очищення в них складає ~60% [2].

З інерційних апаратів центробіжного типу найбільшого поширення набули **циклони**. Частинки пилу осаджуються в них під дією відцентрової сили в процесі обертання газового потоку в корпусі апарату. Запилений газ поступає в циклон через тангенціальний патрубок і, набуваючи обертального руху, опускається гвинтоподібно вниз уздовж внутрішніх стінок корпусу. При цьому частинки пилу, після удару об стінки корпусу через дію відцентрових сил, рухаються вниз і поступають в пилозбірний бункер, де відбувається осадження і накопичення пилу, а газ, звільнений від пилу, продовжуючи обертатися, здійснює поворот на 180° і виходить з циклону через розташовану по осі вихлопну трубу (мал. 2.2). Ефективність вловлювання пилу в циклонах не перевищує 90% при розмірах пилових частинок не менше 15 мкм.

Таким чином, механічні знепилюючі пристрої доцільно застосовувати для видалення з газового потоку крупнодисперсного пилу (діаметр більше 15 мкм). Газоочисні апарати цієї групи використовують як самостійну систему очищення, а також як перший ступінь в системі обробки газів при очищенні дуже запиленних газових викидів.

Для ефективного вловлювання пилу з розмірами менше 15 мкм застосовуються **апарати мокрого очищення газу** [3]. Вловлювання пилу в них відбувається за рахунок захоплення частинок пилу краплями води або плівкою рідини.

У першому випадку пилогазовий потік промивають дисперговою рідиною: частинки пилу стикаються з краплями рідини, злипаються і, завдяки збільшенню маси, осідають.

В **плівкових газоочисних апаратах** вловлювання пилу відбувається шляхом подачі пилогазового потоку на поверхню рідини, на змочену рідиною стінку апарату або плівку газових бульбашок в рідині.

Досвід роботи мокрих апаратів свідчить про те, що ефективність вловлювання пилу визначається концентрацією рідини в апараті, оптимальною вважається об'ємна частка ~1%. В цьому випадку відстань між краплями рідини перевищує їх діаметр в 4 - 5 разів. Кожна крапля очищає такий об'єм газу, що значно перевищує об'єм краплі. Згідно з розрахунками, при інерційному осадженні частинок пилу на краплях, які падають під дією сил гравітації, максимальна ефективність спостерігається для крапель розміром 0,5 - 1,0 мм. Краплям

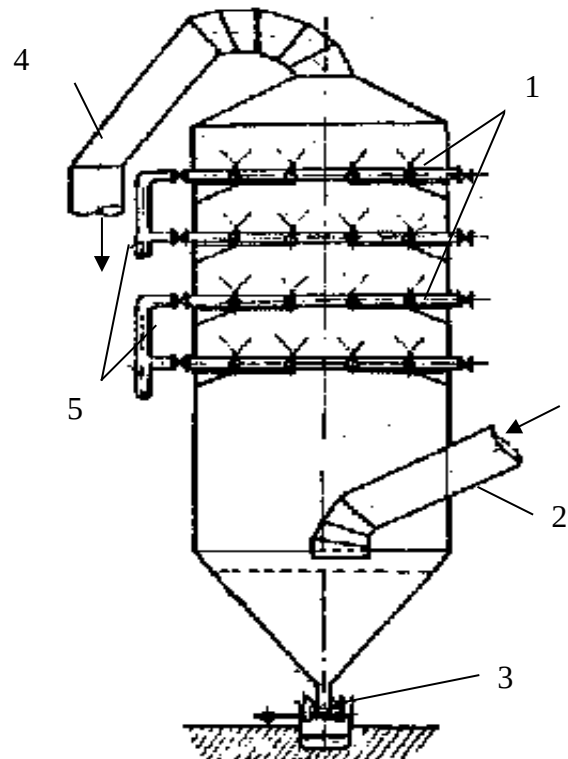
- 1 - тангенціальний патрубок;
- 2 – патрубок для відводу очищеного газу;
- 3 – циліндрична частина корпусу циклона;
- 4 – конічна частина корпусу циклона;
- 5 – пилозбірний бункер

Мал. 2.2 – Схема циклону

зрошуючої рідини такого розміру відповідає також і найбільший об'єм, що очищається за 1 с. За цих умов об'єм, що очищається вільно падаючими краплями, перевищує об'єм самого апарату приблизно в 50 - 60 разів.

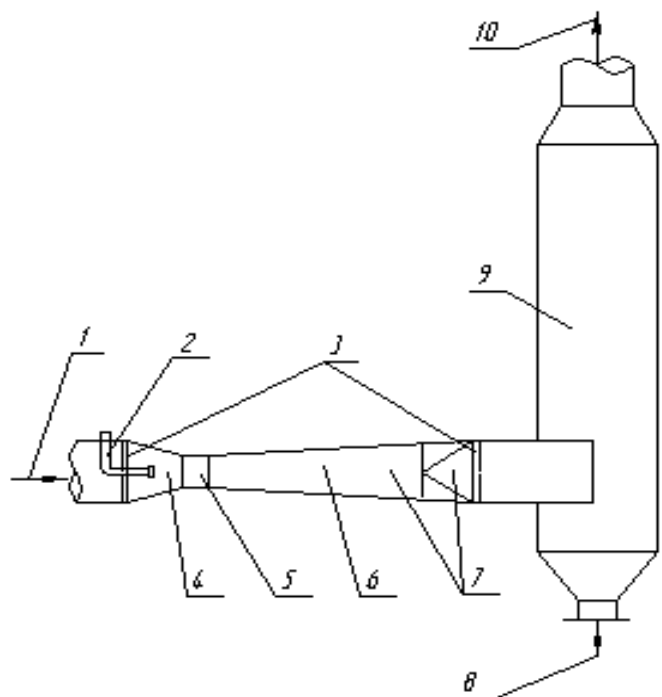
Залежно від способу диспергування рідини мокрі газоочисні апарати ділять на три групи [3]: 1) **форсункові скрубери** (мал. 2.3), в яких диспергування рідини здійснюється за допомогою форсунок, за рахунок енергії насоса; 2) **скрубери Вентурі** (мал. 2.4), в яких дроблення рідини здійснюється за рахунок енергії турбулентного газового потоку; 3) **динамічні газопромивачі**, в яких розбризкування рідини здійснюється за рахунок механічної енергії ротора, що обертається.

- 1 – форсункові пояси; 2 – вхідний патрубок;
- 3 – патрубок відведення шламу;
- 4 – вихідний патрубок;
- 5 - підвід води



Мал. 2.3 – Схема форсункового скрубера

- 1 - запылений газовий потік;
- 2 - форсунка центральної подачі води;
- 3 - вхідний і вихідний патрубки труби Вентурі;
- 4 - конфузор; 5 - горловина;
- 6 - труба-розпилювач; 7 - диффузор;
- 8 - шлам; 9 - циклон-краплевловлювач;
- 10 - очищений газ



Мал. 2.4 - Схема скрубера Вентурі

Підводячи підсумок застосуванню мокрих газоочисних апаратів, слід зазначити доцільність їх використання для знепилювання відхідних газів на підприємствах, які мають оборотні системи водопостачання, шламове господарство. В цьому випадку забезпечується ефективність видалення пилу ~95%, при витратах на очищення, співставних з іншими високоефективними методами. У інших випадках застосовують газоочисні апарати, що не вимагають використання води. Одним з представників таких пристроїв є **пористі фільтри**.

Робочу поверхню фільтрувального матеріалу пористого фільтру можна уподібнити багат шаровим ґратам, через які проходить запилений газовий потік. Розмір пористих каналів у фільтрувальній перегородці на один або декілька порядків більший за розмір уловлюваних частинок пилу. Процес фільтрації здійснюється в декілька стадій. У початковій стадії відбувається осадження частинок на чистих волокнах усередині пористої перегородки фільтрувального матеріалу. Пилові нарости, що осідають на волокнах, поступово зникають і утворюють суцільну пористу пилову перегородку. Основна маса пилу осідає під кутом $\pm 60 \dots 150^\circ$ до осі потоку, а тильна сторона волокон в межах $\pm 60^\circ$ до осі потоку залишається майже чистою. Потім відбувається осадження аерозолів на пиловій підкладці до утворення пилового шару завтовшки відповідно певному гідравлічному опору. Після цього фільтрувальний матеріал регенерується (руйнується пиловий шар, що утворився) і здійснюється повторна фільтрація аерозолів.

В процесі проходження запиленого газового потоку через чистий фільтрувальний матеріал пил осідає на волокнах в результаті безпосереднього дотикання, дії інерційних сил, броунівської дифузії і в меншій мірі — електричних сил тяжіння порошинок до волокон і сили гравітації.

Ефективність дії кожного з цих механізмів визначається коефіцієнтом захоплення частинок з газового потоку. При цьому вважається, що кожна частинка пилу, що торкнулася волокна фільтрувального матеріалу, утримується на ньому, а не здувається газовим потоком. Осадження пилу на волокнах в результаті безпосереднього дотикання (механізм прямого зачеплення) може, очевидно, відбуватися в тих випадках, коли частинка пилу проходить від волокна на відстані, меншій або такій, що дорівнює її радіусу. Кожна пилова частинка, що наближається до волокна, знаходиться під дією сили газового потоку, що її затягує, і власної сили інерції, що сприяє збереженню прямолінійного руху

(інерційний механізм). Практика експлуатації промислових фільтрів показує, що інерційний механізм захоплення частинок має вирішальне значення для частинок з розміром більше 1 мкм.

Осадження на волокні під впливом броунівського руху (дифузії) є істотним лише для субмікронних частинок (до 0,1 мкм). При малих швидкостях руху газу ці частинки, що знаходяться в броунівському русі, внаслідок зіткнень зміщуються з лінії струменю газу і осідають на поверхнях волокон фільтрувального матеріалу. Чим менші частинки і нижча швидкість руху газу, тим яскравіше виражений цей ефект.

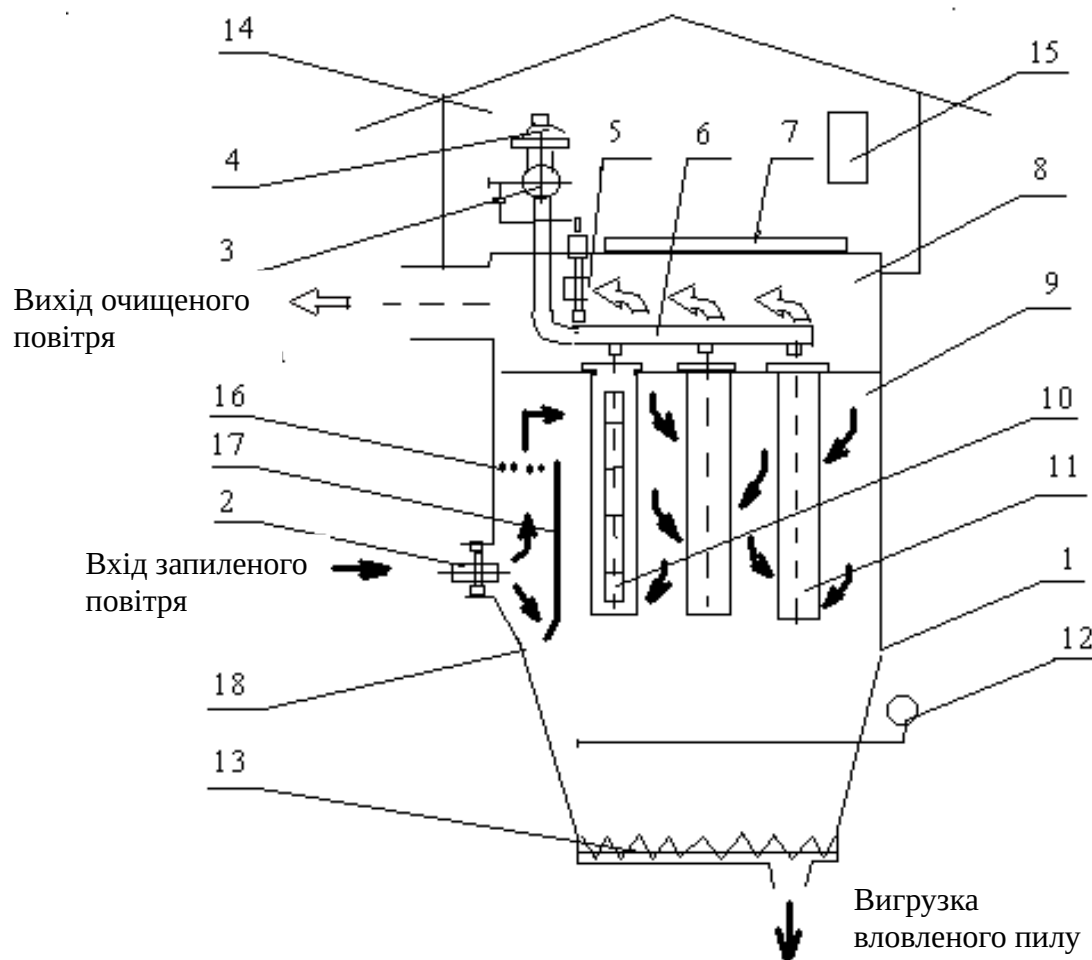
Оскільки із зменшенням розмірів частинок ефективність інерційного осадження знижується, а дифузного - зростає, існують частинки, які особливо важко піддаються вловлюванню в пористих фільтрах. Розмір таких частинок знаходиться в межах 0,2 - 0,8 мкм.

Електричне осадження частинок під час їх проходження крізь фільтрувальний матеріал відбувається під дією наступних сил: тяжіння; індукції між зарядом на частинці і індукованим зарядом протилежного знаку на волокні; індукції між зарядом на волокні і індукованим зарядом на частинці; взаємодії між зарядженою частинкою і іншими уніполярно зарядженими частинками.

Захоплення частинок може здійснюватися також завдяки дії сил гравітації. Проте цей гравітаційний механізм не відіграє значної ролі, оскільки проявляється лише при швидкостях, в десятки разів менших, ніж ті, що існують на практиці при фільтрації пилогазових потоків через пористі фільтри.

У реальних умовах в тому або іншому ступені виявляються всі розглянуті механізми осадження частинок пилу на поверхні фільтрувального матеріалу. Вони найбільшою мірою характерні для тканин фільтрів з волокнистих матеріалів, а для звичайних тканин ці закономірності справедливі лише в початковий, відносно короткий термін - в період заповнення пилом пор фільтрувального матеріалу. У подальшому наростаючий шар пилу є основним фільтруючим середовищем, в якому захоплення частинок пилу здійснюється під дією переважно сил інерції і дифузії.

Одним з найбільш поширених та ефективних способів регенерації фільтрувального матеріалу, є імпульсна продувка з використанням швидкодіючих продувочних клапанів. Принцип дії та схема рукавного фільтру з імпульсною регенерацією показан на мал. 2.5.



1 - корпус фільтра; 2, 5 - відсічний клапан; 3 - накопичувач стисненого повітря;
 4 – продувний клапан; 6 – раздавальний колектор; 7 – кришка; 8 – камера чистого газу; 9 – камера запиленого газу; 10 – каркас рукава; 11 – фільтрувальний рукав;
 12 – система пневмообрушення; 13 – вузол вигрузки пилу; 14 – шатер фільтру;
 15 – пристрій управління регенерацією; 16 – аеродинамічна решітка; 17 – відбійний щит; 18 – бункер

Мал. 2.5 – Схема рукавного фільтра з імпульсною регенерацією

Пористі фільтри набули достатньо широкого поширення в промисловості за рахунок високої ефективності (~98%) вловлювання дрібнодисперсного (менше 1мкм) пилу, невисоких експлуатаційних витрат, достатньої простоти устаткування.

Серед відомих способів очищення газів **електричний спосіб** є одним з найбільш ефективних, а **електрофільтр** — самим універсальним апаратом із всіх сучасних апаратів, створених для видалення дисперсних частинок з повітря і газів.

Йому властиві наступні основні особливості [4]:

- залежно від вимог виробництва можливо сконструювати електрофільтр будь-якої продуктивності (від одиниць до декількох мільйонів кубічних метрів на годину) і з бажаним ступенем очищення газів (до 99 і навіть 99,9%);

- електрофільтри володіють в порівнянні з іншими апаратами найменшим гідравлічним опором (50 — 150 Па) і можуть працювати як при атмосферному тиску, так і при тиску вище і нижче за атмосферний;

- електрофільтри ефективно видаляють пил з газу в широкому діапазоні концентрацій до 50 г/м^3 , а температура газу може досягати 500°C і вище;

- у електрофільтрах можна уловлювати частинки розміром від 0,01 до 100 мкм, причому процес очищення газів повністю автоматизується і здійснюється зазвичай при меншій витраті енергії, ніж в інших газоочисних апаратах;

- електрофільтри можуть виконуватися з матеріалів, стійких до кислот, лугів і інших агресивних речовин, що розширює спектр їх застосування.

Електричне очищення газу від зважених частинок (пилу, туману, диму) засноване на тому, що за рахунок іонізації газових молекул електричним розрядом і подальшої їх сорбції на частинках пилу відбувається зарядження зважених частинок, які під впливом електричного поля рухаються до протилежно заряджених електродів і осідають на них (мал. 2.6).

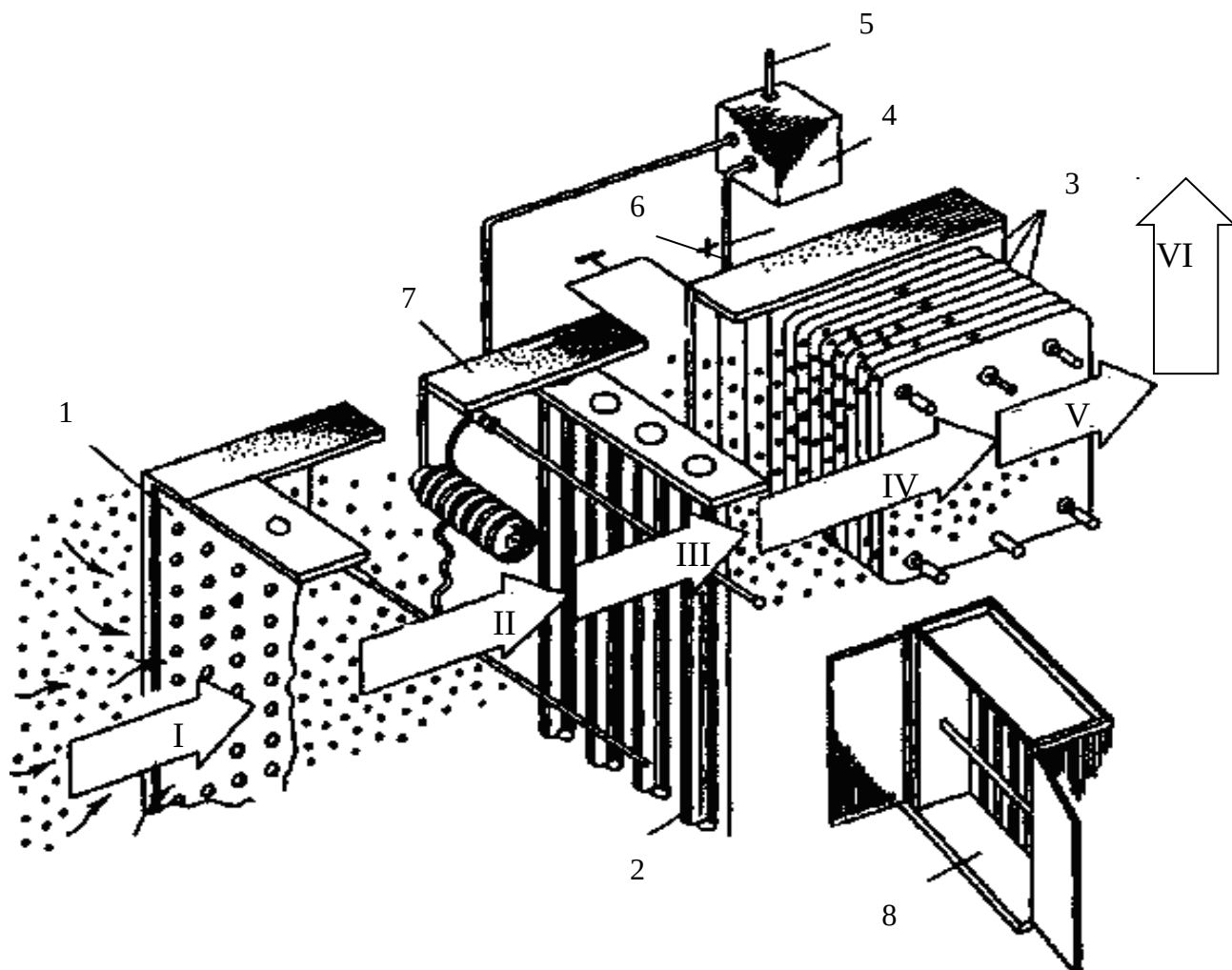
Найбільш істотним недоліком цих апаратів є те, що в електрофільтрах можуть осідати тільки речовини, що знаходяться в зваженому стані, тобто у вигляді пилу або туману. У них не можна відокремити один газ від іншого чи від парів без попередньої конденсації парів або без здійснення хімічних реакцій з переведенням уловлюваного компонента з газоподібного в твердий стан.

Крім того, капітальні витрати на придбання і установку електрофільтру більші ніж вартість інших апаратів і тому, якщо гази мають невисоку температуру, а уловлюваний матеріал сухий і не викликає корозії, то доцільніше використовувати для очищення рукавний фільтр. Якщо ж пил, який треба уловити, має розміри понад 15 мкм, то газ можна очищати від пилу з меншими витратами в циклонах. Проте і тканинний фільтр, і циклон створюють великий гідравлічний опір, що зумовлює більші експлуатаційні витрати в порівнянні з електрофільтром.

Слід зазначити, що іноді пил має такі фізико-хімічні властивості, які виключають можливість застосування електрофільтру для його вловлювання, як наприклад сажа, що складається з надзвичайно дрібних частинок, має незначну

масу і дуже низький питомий електричний опір.

Разом з тим слід підкреслити, що при правильному виборі електрофільтру і його експлуатації в оптимальному технологічному режимі він за всіма показниками в більшості випадків перевершує газоочисні і пиловловлюючі апарати всіх відомих типів.



I - запилене повітря; II - незаряджені частинки; III - заряджені частинки;
IV - позитивно-заряджені частинки; V - осаджені частинки; VI – чисте повітря;
1 — решітка для вирівнювання потоку повітря; 2 — іонізатор; 3 — пластини, на
яких осідають частинки пилу; 4 — джерело високої напруги; 5 — підключення до
електромережі; 6 — підведення електроструму напругою 6 кВ до трубок
іонізатора; 7 — підведена шина; 8 — елемент, на якому осідають частинки
(загальний вигляд)

Мал. - 2.6 - Схема роботи електрофільтра

Таким чином, в даний час для видалення зважених частинок з очищуваних

викидів використовуються механічні та електричні методи, методи фільтрації, а також промивка газів водою. Кожний з цих методів володіє своїми перевагами і недоліками, і знайшов своє застосування в промисловості.

2.2 Основні напрями знешкодження токсичних газоподібних речовин, які містяться у відхідних газах

Розглядаючи проблему знешкодження токсичних газоподібних компонентів, слід зазначити, що далеко не всі газоподібні складові газових викидів, на відміну від зважених речовин, піддаються очищенню перед попаданням в атмосферу. Це пов'язано з високою вартістю знешкодження цих речовин, необхідністю встановлювати додаткове газоочисне устаткування, яке ефективно працює лише для певного технологічного переділу і вимагає, як правило, попередньої підготовки газів, що очищаються.

Для знешкодження газоподібних токсичних компонентів, що містяться у викидах в атмосферу, використовуються **адсорбційні, абсорбційні, термічні, каталітичні методи обробки відхідних газів** [5]. Розглянемо кожен з вищезазначених груп докладніше.

Методи абсорбції в санітарному очищенні газів засновані на здатності рідин розчиняти гази. В процесі абсорбції беруть участь дві фази — рідка і газова. При абсорбції відбувається перехід речовини з газової фази в рідку, а при десорбції, навпаки, - з рідкої в газову фазу. Таким чином, абсорбція — це процес виборчого поглинання газу рідиною, а десорбція — це процес виділення газу з рідини. Речовину, яка міститься в газовій фазі і при абсорбції переходить в рідку фазу, називають компонентом абсорбції, або абсорбтивом. Речовину, яка міститься в газовій фазі і при абсорбції не переходить в рідку фазу, називають газом-носієм, або інертним газом. Речовину, в якій відбувається розчинення компонентів, що абсорбуються, називають розчинником, поглиначем, або абсорбентом. Апарати, в яких здійснюють процес абсорбції, називають абсорберами.

Розрізняють фізичну і хімічну абсорбцію (хемосорбцію). При фізичній абсорбції відбувається розчинення абсорбованого компонента в розчиннику, яке не супроводжується хімічною реакцією. Абсорбція відбувається в тому випадку,

коли парціальний тиск компонента, що абсорбується, в газовій фазі більше рівноважного парціального тиску цього ж компонента над даним розчином. Чим більша різниця між цими тисками, тим більша рушійна сила процесу і тим з більшою швидкістю протікає абсорбція.

Для багатократного використання поглинач піддають регенерації, при цьому з нього вилучають абсорбований компонент, який надалі може бути використаний у вигляді сировини для інших процесів або цільового товарного продукту. Регенерацію поглиначів проводять фізичними методами: підвищенням температури, зниженням тиску або поєднанням вказаних параметрів. Якщо витягуваний компонент не представляє цінності або процес регенерації пов'язаний з великими труднощами, то поглинач (поглинальний розчин) використовують одноразово і після відповідної обробки зливають в каналізацію. Такий варіант, проте, не може вважатися оптимальним, оскільки призводить до забруднення водного басейну. Метод, що поєднує абсорбцію з десорбцією, дозволяє не тільки витягувати цінні компоненти з газових систем і знижувати до мінімуму витрату адсорбенту, але і більш повно відповідає вимогам захисту навколишнього середовища. В якості поглинальних розчинів при фізичній сорбції використовують воду, а також органічні і неорганічні розчинники, які не вступають в хімічну реакцію з компонентами, що абсорбуються. Для повнішого витягання компоненту з газової суміші при фізичній абсорбції необхідно використовувати принцип протитечії з безперервною подачею в абсорбер свіжого розчину.

При хемосорбції компонент, що абсорбується, вступає в хімічну реакцію з поглиначем, утворюючи нові хімічні сполуки в рідкій фазі. Тут можливі два варіанти — протікання оборотної і необоротної реакції. І у тому, і в іншому випадку рівноважний парціальний тиск витягуваного компоненту (абсорбтива) значно нижчий в порівнянні з фізичною абсорбцією, тому хемосорбційні процеси, за інших однакових умов, забезпечують більш повне витягання компонентів з газових сумішей. Регенерацію поглинальних розчинів, що утворюються при протіканні оборотних хемосорбційних процесів, проводять тими ж методами, що і при фізичній сорбції. Регенерацію поглинальних розчинів, що утворюються в необоротних хемосорбційних процесах, здійснюють хімічними методами.

Як поглинальні розчини в процесах хемосорбції використовують водні розчини різних солей і органічних розчинників. Для інтенсифікації процесів абсорбції можуть бути використані як фізичні методи (збільшення поверхні

контакту фаз шляхом тонкого диспергування струменів рідини або газу, збільшення швидкості руху взаємодіючих потоків, поверхнева конвекція і турбулентність, вібрація, пульсація, додавання ПАР, накладення електромагнітних, електростатичних, ультразвукових полів і т. д.), так і конструктивне вдосконалення окремих елементів устаткування (насадок, тарілок, розпилювальних пристроїв і т. д.) або створення принципово нових конструкцій апаратів абсорбції. При цьому слід прагнути, щоб підвищення ефективності процесів абсорбції не супроводжувалося різким збільшенням гідравлічного опору апаратів, зростанням їх металоємності і складності виготовлення, щоб не знижувалася продуктивність і надійність роботи апаратів.

Велику увагу слід приділяти розробці і виробництву нових довершених конструкцій зрошувачів, які забезпечували б рівномірне зрошування абсорберів, зокрема абсорберів великої одиничної потужності.

Для рівномірного розподілу газових потоків по всьому об'єму апаратів слід розробляти ефективні розподільники газів. Це особливо актуально для апаратів великої одиничної потужності. Для інтенсифікації апаратів слід ширше застосовувати принцип розділення потоків. Для порожнистих розпилюючих апаратів необхідно розробляти надійні розпилювальні пристрої, що не забиваються, працюють в широкому діапазоні навантажень і забезпечують рівномірне дрібнодисперсне розпилення. Необхідно інтенсифікувати теоретичні і експериментальні дослідження, направлені на розробку і впровадження нових типів абсорбентів, зокрема органічного походження. Слід більш глибоко вивчити вплив на масообміні і хемосорбційні процеси різних гідродинамічних і фізико-хімічних параметрів, зокрема поверхнево-активних речовин. На цій основі розробляти оптимальні режими експлуатації установок абсорбції.

Одним з **перспективних методів** санітарного очищення газів, що забезпечують високий ступінь витягання домішок, є **адсорбційний**. В процесі розділення, заснованому на здатності деяких твердих тіл вибірково поглинати газоподібні компоненти з газових сумішей, присутні в газовій суміші молекули забруднюючого газу сорбуються на поверхні або в порах твердого матеріалу. Речовина, що поглинається з газової фази, називається адсорбтивом, а тверда речовина, на поверхні або в порах якої відбувається адсорбція речовини, що поглинається, - адсорбентом. Газова фаза, в якій знаходиться витягуваний компонент, називається газом-носієм, а після того як витягнутий компонент

перейшов в адсорбований стан, його називають адсорбатом.

Застосування адсорбційних методів очищення газів є доцільним в тих випадках, коли необхідний ефект не може бути досягнутий іншими методами, концентрація домішки, що видаляється, в газі-носієві дуже мала і коли потрібна гарантована рекуперація витягуваної домішки із-за її значної вартості.

В процесі адсорбції з відхідних газів видаляють різні домішки, зокрема сірчисті з'єднання, пароподібні і газоподібні вуглеводні, хлор, сірководень, сірковуглець і багато інших речовин.

Явище адсорбції обумовлене наявністю сил тяжіння між молекулами адсорбента і адсорбтива на межі розділу дотичних фаз. Процес переходу молекул адсорбтива з газу-носія на поверхневий шар адсорбента відбувається в тому випадку, якщо сили притягування адсорбента перевершують сили притягування, що діють на адсорбтив з боку молекул газу-носія.

Розглянемо схему кристалічної ґратки твердого тіла (мал. 2.7). Атом «А», що знаходиться усередині кристала, має шість найближчих сусідів, всі його зв'язки задіяні і він не володіє вільною енергією. У атома «Б», що знаходиться на поверхні кристала, тільки п'ять найближчих сусідів, він має один умовний вільний зв'язок і тому володіє більшою енергією і знаходиться у вищому енергетичному стані, ніж атом усередині кристала. Ще більшою енергією володіє атом «В», що знаходиться на грані кристала. У нього чотири найближчі сусіди (два умовні вільні зв'язки) і, отже, великий надлишок енергії. Найбільшим надлишком енергії володіє атом «Г», який знаходиться на вершині кристала. У нього всього три найближчі сусіди (і три умовні вільні зв'язки). Цей надлишок енергії називається поверхневою енергією і він є причиною адсорбції, оскільки за рахунок дії цієї енергії відбувається захоплення молекул адсорбтива.

Швидкість процесу адсорбції визначається швидкістю підведення (дифузії) адсорбтива до зовнішньої

Мал. 2.7 – Схема кристалічної ґратки адсорбенту

поверхні гранул адсорбенту або швидкістю переміщення адсорбтива в порах адсорбенту, або залежить від обох цих стадій. Швидкість підведення адсорбтива до зовнішньої поверхні адсорбенту залежить від швидкості газу-носія, температури, коефіцієнта дифузії адсорбтива в газі-носієві, в'язкості і щільності середовища. Швидкість переміщення адсорбтива усередині гранул залежить від розміру гранул адсорбенту, діаметру пір, розмірів молекул адсорбтива, температури і інших чинників.

Будь-які тверді речовини мають поверхню і, отже, потенційно є адсорбентами. У техніці, проте, використовують адсорбенти з сильно розвиненою внутрішньою поверхнею, утворення якої досягається в процесі їх синтезу або в результаті спеціальної обробки.

До промислових адсорбентів пред'являють наступні вимоги. Вони повинні володіти великою динамічною місткістю (часом захисної дії), великою питомою поверхнею, вибірковістю адсорбції, термічною і механічною стійкістю, здатністю до регенерації, простотою виготовлення, дешевизною.

Для адсорбційного очищення газів в промисловості найчастіше застосовують наступні пористі адсорбенти: активне вугілля, силікагелі, цеоліти, глинисті мінерали, пористе скло та ін. Всі вони в різній мірі відповідають перерахованим вимогам і при їх виборі враховують найбільшу активність по відношенню до компоненту, що видаляється. Інтенсифікацію адсорбційних процесів проводять шляхом розробки оптимальних гідродинамічних режимів очищення, нових типів адсорбентів і нового адсорбційного устаткування.

Каталітичні методи є найбільш перспективними для процесів очищення відхідних газів. Їх суть полягає в тому, що під дією спеціальних речовин присутні у відхідних газах домішки перетворюються на нейтральні речовини або в сполуки, що легко видаляються з газової суміші (екологічний каталіз). Причому речовини, що беруть активну участь в хімічній реакції (каталізатори), залишаються незмінними після закінчення процесу. Перевага каталітичних процесів очищення полягає в тому, що вони компактні, високопродуктивні, стабільно забезпечують високий ступінь очищення. До недоліків більшості каталітичних методів слід віднести високу вартість каталізаторів і неможливість утилізувати домішки з відхідних газів.

Каталізатори працюють в умовах початкових температур 180 - 200°C і надлишку кисню, що досягається додаванням повітря до газів, які очищуються.

Ступінь очищення досягає 96 - 100% [6].

Каталітичні методи знешкодження відхідних газів є найбільш технологічними. Вони компактні, продуктивні, менш металоємні, піддаються автоматичному управлінню. Тому в перспективі вони можуть зайняти лідируюче положення в області санітарного очищення газів. Специфічність процесів «екологічного каталізу» полягає в тому, що очищенню повинні піддаватися великі об'єми відхідних газів з малим вмістом домішок. Часто в газах містяться не один, а декілька шкідливих компонентів. Причому деякі з них можуть служити каталітичними отрутами. Крім того, процеси каталізу, як правило, протікають при підвищених температурах, що пов'язане з великими витратами на нагрів газових сумішей перед каталізом. Тому в даний час підняті питання розробки нових ефективних каталізаторів, які відрізнялися б високою активністю, вибірковістю, а у ряді випадків і універсальністю по відношенню до групи забруднювачів, дешевизною, доступністю виготовлення, відсутністю або малим вмістом в них дорогоцінних і рідкісних металів, великою продуктивністю, стійкістю до отрут, зниженою температурою запалювання, підвищеною механічною міцністю і малим гідравлічним опором. Прикладом нових типів каталізаторів можуть слугувати стільникові каталізатори на керамічній основі, мікросферичні каталізатори для обробки середовищ в зваженому стані і т.д.

Економічність каталітичного очищення значною мірою залежить від апаратурно-технологічного оформлення процесів. Конструкція реакторів повинна забезпечувати велику продуктивність, малий гідравлічний опір, доступність завантаження і вивантаження каталізатора, містити пристрої для підігріву газових сумішей і рекуперації тепла, відрізнятися невеликою металоємністю, доступністю монтажу, ремонту і транспортування.

На багатьох промислових підприємствах різних галузей промисловості знешкодження відхідних газів проводять **термічними методами**.

Відсутність шламового господарства і стічних вод, невеликі габаритні розміри очисних установок, простота обслуговування, автоматизація, висока ефективність знешкодження при низькій вартості очищення та інші позитивні якості стали причиною широкого розповсюдження методів термічного знешкодження газових викидів в промисловості. Проте при розгляді застосування термічних методів знешкодження необхідно враховувати характер продуктів реакції, що утворюються при окисленні. Наприклад, при спалюванні газів, що

містять фосфор, галогени, сірку, утворюються продукти реакції, які часто у багато разів перевершують за токсичністю початковий газовий викид. Тому метод термічного знешкодження застосовний лише для викидів з такими токсичними речовинами, які під дією високих температур не здатні утворювати більш токсичних речовин і не містять галогени, фосфор, сірку. Слід також враховувати, що суміш горючих речовин з киснем утворює вибухонебезпечні суміші із змінними нижньою і верхньою межами вибуховості, які змінюються при зміні параметрів газової суміші (температура, тиск, концентрація інертних газів і т.д.). Одним з найбільш простих прийомів запобігання утворенню вибухонебезпечних сумішей є розбавлення газової суміші повітрям. Концентрація горючих речовин в суміші при цьому повинна складати не більше 25% від нижньої межі вибуховості. Якщо відхідні гази містять більше 17 об'ємних % кисню, то вони можуть бути використані як дуттєве повітря при спалюванні висококалорійного палива.

При розгляді питання термічного знешкодження парогазових викидів (ПГВ) слід враховувати наявність в них речовин, що конденсуються (смоли, горючий пил). При транспортуванні таких газів можливе відкладення цих речовин в місцях різкої зміни напрямку газового потоку або зміни перетину газоходу, що може привести до їх займання при аварійній ситуації. Як профілактичні заходи в цих випадках застосовують або штучне випалювання горючих відкладень, що скупчилися в газоходах, або періодичне пропарювання газоходів.

На процес термічного знешкодження ПГВ впливають три основні чинники: температура, інтенсивність перемішування і час перебування газів в реакційній зоні. Вирішальне значення в організації процесу знешкодження має підготовка газів до реакції, тобто нагрівання суміші до необхідної температури і забезпечення змішування горючих газів з окислювачем. Якщо знешкоджуваний газ містить в своєму складі достатню для окислення токсичних домішок кількість кисню, або цей кисень додається до знешкоджуваного газу завчасно, до подачі суміші в піч термічного знешкодження, то процес змішування газів спрощується.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. На які групи поділяються апарати для вловлювання пилу за принципом дії?

2. Яка середня ефективність роботи пилосаджувальних камер?
3. Як поділяються газоочисні апарати за способом диспергування рідини?
4. Які переваги має електрофільтр перед іншими газоочисними апаратами?
5. Назвіть основні методи знешкодження токсичних газоподібних речовин, які містяться у відхідних газах?
6. На які дві групи поділяються сорбційні способи очистки газів?
7. Які недоліки має використання каталітичної очистки газів?
8. На Ваш погляд, коли має сенс застосування термічного метода очистки газів?



Рекомендована література

1. Старк С.Б. Газоочистные аппараты и установки на металлургическом производстве. - М.: Металлургия, 1990. – 400с.
2. Денисов С.И. Улавливание и утилизация пылей и газов (на предприятиях черной металлургии). - Київ: Вища школа, 1992. - 333 с.
3. Сухарев С.М., Чундук С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. – Львів: «Новий світ-2000», 2004. – 256 с.
4. Техника защиты окружающей среды. 2-е изд., перераб. и доп. / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
5. Промислова екологія / С.О. Апостолук, В.С. Джигерей, А.С. Апостолук та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
6. Промышленная экология. / К.Н. Ткачук, Д.Ф. Иванчук, М.А. Халимовский, и др.; КПИ. - К.: УМК ВО, 1992. - 272 с.

Розділ 3. ОСНОВНІ МЕТОДИ ЗАХИСТУ ГІДРОСФЕРИ ТА ЛІТОСФЕРИ ВІД АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ

3.1 Способи очищення стічних вод

Для збереження високоякісного стану природних вод необхідно їх охороняти. Під **охороною водних ресурсів** розуміють сукупність технічних, організаційних, правових і економічних заходів, направлених на усунення забруднення, засмічення та виснаження вод у водних об'єктах задля оптимального задоволення потреб населення і господарства країни у воді потрібної якості.

Серед різних аспектів охорони водних ресурсів від забруднення та виснаження провідне місце належить санітарній охороні, метою якої є забезпечення населення водою необхідної якості і створення нормальних санітарних умов життєдіяльності. Не менш важливим завданням є також підтримання у водних об'єктах якості води, необхідної для життя риби, водоплавних птахів і тварин.

При плануванні і проведенні водоохоронних заходів прагнуть того, щоб якість води залишалась на природному рівні або в природному стані. Проте такий стан вод слід вважати дуже умовним. На думку В.І. Вернадського, дійсно природними (незайманими) були тільки стародавні земні води, що існували приблизно 100 тис. років тому. Людина здавна впливає на природу. Особливо інтенсивно - в останні два століття, внаслідок чого якість природних вод увесь час змінюється.

Заходи з охорони вод поділяються на **профілактичні**, спрямовані на недопущення появи нових або обмеження існуючих джерел забруднення, засмічення і виснаження вод, та **оперативні**, які усувають несприятливий вплив господарської діяльності на якість і кількість природних водних ресурсів.

До **профілактичних заходів** належать: розробка схем комплексного використання й охорони водних ресурсів; екологічна експертиза проектів будівництва і реконструкції об'єктів щодо їх впливу на якісний та кількісний стан вод; нормування водокористування і водовідведення; видача дозволів на спеціальне водокористування; забезпечення введення в експлуатацію

водоохоронних споруд водночас із введенням основних виробничих об'єктів; контроль за ефективною роботою очисних та інших водоохоронних споруд, за скиданням стічних вод і станом вод у водних об'єктах та самих об'єктів.

До **оперативних заходів** належать: встановлення норм гранично допустимих скидів (ГДС) із стічними водами діючих підприємств забруднюючих речовин у водні об'єкти; введення в експлуатацію очисних споруд для досягнення встановлених норм ГДС; застосування у відповідності до діючого законодавства санкцій до водокористувачів, які вчинили забруднення, засмічення чи виснаження вод, аж до закриття окремих підприємств, цехів або комплексів.

Найрадикальнішим шляхом охорони водних ресурсів від забруднення, засмічення і виснаження є припинення скидання стічних вод у водні об'єкти або очищення стічних вод і проведення інших ефективних заходів.

У зв'язку з тим, що близько 95 % води, яка витрачається для водопостачання промисловості та населення, після використання перетворюється на стічні води відповідного ступеня забруднення, і вони мають скидатися у водні об'єкти, то особливого значення набуває очистка стічних вод.

Основні способи очищення виробничих стічних вод поділяються на: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні та комплексні (мал. 3.1) [1]. Застосування того чи іншого способу залежить від фізичного стану, складу та концентрації забруднюючих речовин.

Одним із поширених **методів механічної обробки стічних вод є її відстоювання.**

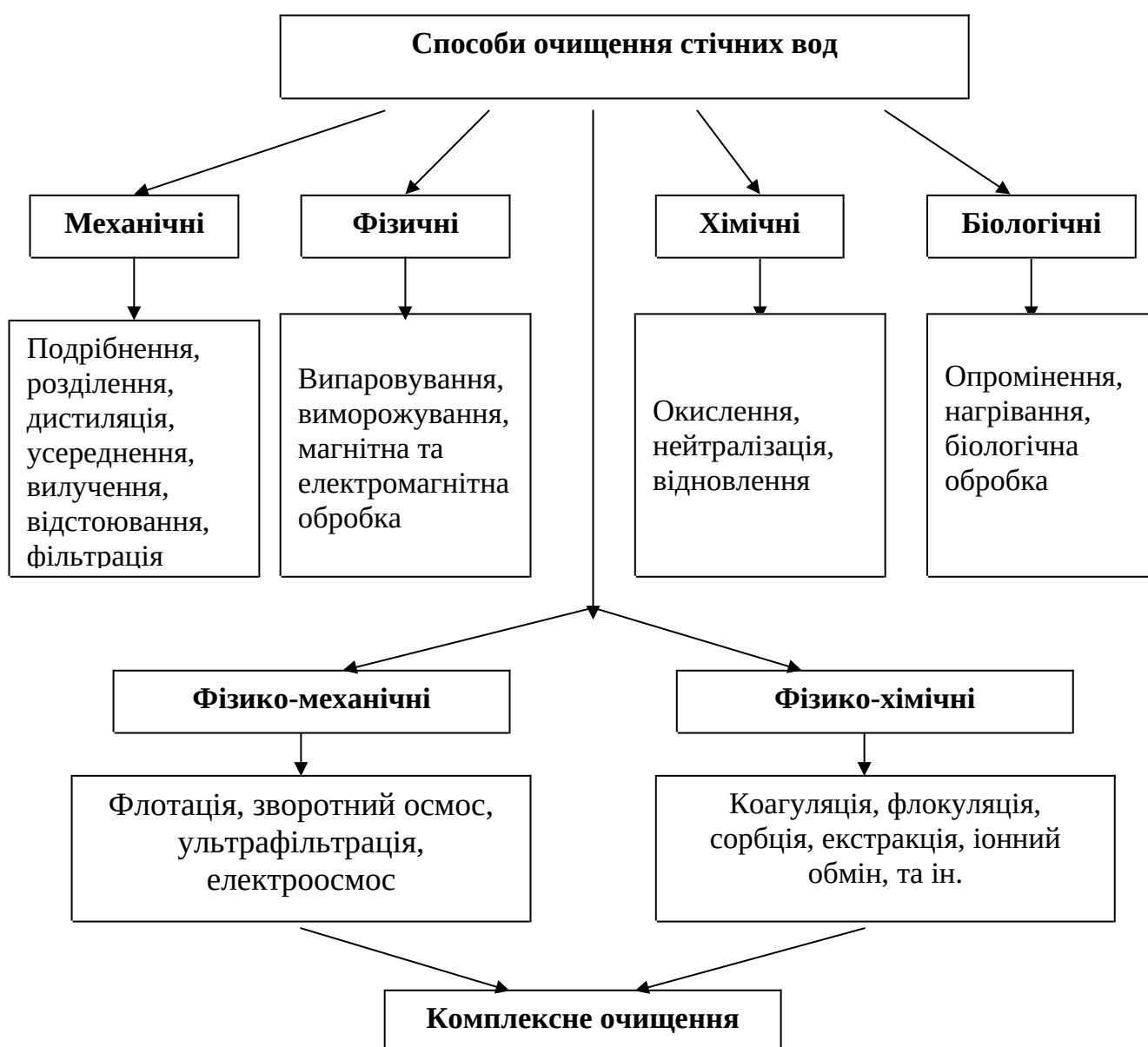
Відстоювання застосовують для видалення мінеральних і органічних речовин, густина яких більша або менша за густину води; для цього служать піскоуловлювачі, відстійники, масло-, жир- і смолоуловлювачі. Для затримування найдрібніших завислих часток вдаються до фільтрування води крізь спеціальні сітки або піщано-гравійні і шлакові фільтри. Стічні води можуть очищуватися від механічних домішок і за допомогою центрифугування, коли при обертальному русі під дією відцентрових сил із них виділяються частки зависі.

Механічна очистка застосовується у разі, коли стічні води після проходження крізь названі вище споруди можуть використовуватись або для потреб виробництва, або випускатися у річку чи водойму, не забруднюючи їх. Такій очистці піддаються також стічні води перед застосуванням інших способів очистки. За допомогою механічної очистки із побутових стічних вод видаляють до

60% нерозчинних домішок, а із промислових — до 95%. Але механічна обробка не зменшує вмісту розчинних токсичних речовин, які містяться у стічних водах.

Хімічна очистка застосовується для впливу на хімічний склад або структуру речовин, які є у стічних водах. Суть її полягає у додаванні до стічних вод таких хімічних реагентів, які вступаючи в реакцію із забруднювачами, сприяють випаданню в осад нерозчинних і колоїдних речовин або газовиділенню.

До основного виду хімічної очистки належать **нейтралізація** — введення у стічні води речовин з кислотою або лужною реакцією для забезпечення в них рН в межах 6,5...8,5.



Мал. 3.1 - Класифікація способів очищення стічних вод

Хімічний метод очистки надає можливість зменшити кількість нерозчинних забруднень стічних вод до 95% і розчинних — до 25%.

Фізико-хімічна очистка застосовується для очистки стічних вод від колоїдних і розчинених речовин-забруднювачів. Цей спосіб включає такі методи:

коагуляція — додавання у стічні води реагентів-коагулянтів, які при розчиненні утворюють зависі, що сприяють адсорбції забруднюючих стічні води речовин і випаданню їх в осад;

сорбційний — поглинання або концентрування на поверхні деяких твердих речовин забруднень, які містяться у стічних водах;

екстракційний — введення у стічні води речовин, які не змішуються з ними, але здатні розчиняти забруднення, що містяться у воді;

флотаційний — пропускання крізь стічну воду повітря, бульбашки якого, рухаючись вгору, захоплюють дисперсні частки речовини забруднення;

евапораційний — відгонка з водяною парою легких речовин, які забруднюють стічну воду;

іонний — осаджування речовини забруднення на іонообмінному матеріалі при фільтруванні крізь нього стічних вод;

електролізний — пропускання крізь занурені у стічну воду електроди електричного струму, який сприяє розчиненню матеріалу електродів у воді та утворенню гелю коагулянта, що осаджує забруднення стічних вод;

електролітичний — пропускання електричного струму крізь стічні води; при цьому утворюються іони електролітів, які направляються до анода або катода, де вони розряджаються і утворюють нові сполуки як між собою, так і з матеріалом електрода; останні осідають у відстійниках.

кристалізаційний — виділення зі стічних вод кристалів забруднюючої речовини, які утворюються при природному або штучному прискоренні випаровування рідини;

аераційний — очистка стічних вод шляхом окислення забруднень киснем повітря і переведення розчинних летких речовин у газову форму (*десорбція*).

За наявності в стічних водах особливо шкідливих речовин і неможливості очищення їх існуючими методами використовують **вогняне спалювання**, іншими словами – високотемпературну обробку забрудненої води за рахунок енергії, яка виділяється при згоранні палива у реакторі.

Біологічна (біохімічна) очистка базується на здатності деяких мікроорганізмів використовувати для свого розвитку органічні речовини, які містяться у стічних водах у колоїдному та розчиненому стані. Перед її застосуванням стічні води очищуються від мінеральних і нерозчинних органічних речовин. Цей спосіб забезпечує майже повне видалення забруднень органічного походження.

Біологічна очистка може проводитися в природних умовах — **на полях зрошення, полях фільтрації** або в **біологічних ставках**, а також у штучних умовах — в **біологічних фільтрах і аеротенках**.

Поля зрошення — спеціально підготовані ділянки, призначені для очистки стічних вод. Водночас із очисткою вод вони використовуються для вирощування кормових сільськогосподарських культур або трав.

Поля фільтрації — спеціально підготовані ділянки, призначені лише для біологічної очистки.

Очистка стічних вод на полях зрошення і полях фільтрації відбувається в процесі фільтрації води крізь шар ґрунту. Внаслідок адсорбції вода залишає в ньому завислі і колоїдні речовини, які разом із бактеріями обволікають частки ґрунту і утворюють біологічну плівку. Ця плівка адсорбує на своїй поверхні колоїдні та розчинені речовини стічних вод і, використовуючи проникаючий у пори кисень повітря, окислює органічні забруднення, які перетворюються на мінеральні сполуки (нітрити і нітрати). Через те що атмосферне повітря інтенсивно проникає в пори ґрунту на глибину 0,2...0,4 м, саме в цьому шарі відбуваються окислювальні процеси. Глибше процес окислення йде повільніше. Практично активний шар ґрунту, в якому відбуваються процеси очистки стічних вод, досягає 1,5 м.

Найбільші поля зрошення — площею 24 тис. га — знаходяться під Києвом (Бортницькі). Для зрошення сільськогосподарських угідь очищені стічні води Києва подаються напірними трубопроводами до дощувальних машин.

Біологічні ставки — це неглибокі земляні резервуари (глибиною 0,5...1,5м), в яких відбуваються ті самі процеси, що і при самоочищенні водотоків і водойм. Цей метод очистки передбачає розташування ставків кількома секціями (від двох до п'яти ставків у кожній); вода надходить у них послідовно в міру її очистки. Біологічні ставки працюють при температурі не нижче 6 °С.

Біологічні фільтри — це резервуари, в яких біологічна очистка стічних вод відбувається при її фільтрації крізь крупнозернистий матеріал (гравій, керамзит, крупнозернистий пісок, шлак та ін.). Поверхня зерен цього матеріалу вкрита біологічною плівкою, заселеною аеробними мікроорганізмами. Суть біологічної очистки стічних вод на біофільтрах не відрізняється від процесу очистки на полях зрошення чи полях фільтрації, проте біохімічне окислення відбувається значно інтенсивніше.

Аеротенки — залізобетонні резервуари, в яких повільно рухається суміш стічної води і активного мулу, що постійно перемішується за допомогою стиснутого повітря або спеціальних пристроїв. Для нормальної життєдіяльності мікроорганізмів-мінералізаторів у аеротенк має безперервно надходити кисень повітря. Активний мул являє собою біоценоз мікроорганізмів-мінералізаторів, здатних сорбувати на своїй поверхні й окислювати в присутності кисню повітря органічні речовини, що є у стічній воді.

Після біологічної очистки у стічних водах значно зменшується кількість бактерій, в тому числі хвороботворних; проте повного їх видалення досягти не вдається. Тому такі води потрібно дезінфікувати (обеззаражувати). Для цього використовують рідкий хлор або хлорне вапно, електроліз, бактерицидне проміння (ультрафіолетове), озонування, ультразвук. Після такої обробки стічні води можна випускати у річки чи водойми.

На деяких виробництвах у стічних водах є особливо шкідливі компоненти, що потребують спеціального вилучення. Утилізація найшкідливіших стоків здійснюється або випаруванням із наступним знищенням чи складуванням твердих відходів у спеціальних могильниках (у глинах чи соляних шарах), або підземним захороненням у рідкому вигляді.

Важливе значення в охороні вод належить використанню найефективніших способів очистки стічних вод. Найкращих результатів можна досягти при сукупному застосуванні механічних, хімічних, фізико-хімічних і біологічних способів. Проте надзвичайна складність очистки, її висока вартість і, головне, недостатня ефективність не дають підстав вважати цей шлях охорони водних ресурсів основним. Річ у тім, що вартість облаштування технічно досконалих споруд з очистки стічних вод (без доочищення) може складати близько 30% вартості промислового об'єкта, для деяких хімічних комбінатів — 40%, а для окремих нафтопереробних заводів — до 50%. При цьому домогтися очистки на

100% ніколи не вдається. На добре працюючих очисних спорудах біологічної очистки досягти загального ефекту очистки від забруднюючих речовин на 90 ... 95% можливо лише тоді, коли на очистку надходять тільки побутові стічні води, які вміщують у собі лише біологічні речовини, що легко розкладаються.

У більшості випадків на очистку надходить суміш господарсько-побутових і промислових стічних вод. Із такої суміші забруднюючі речовини видаляються лише на 80 ... 85% [2]. При цьому в стічних водах залишаються якраз найбільш стійкі сполуки. Більший ступінь очистки вимагає значного збільшення затрат. Підраховано, наприклад, що підвищення ступеня очистки стічних вод від 85 до 95% збільшує затрати на очистку приблизно удвоє, а понад 95% — у 10 разів на кожний додатковий процент підвищення ефективності роботи очисних споруд. Тому очищені стічні води необхідно розводити чистими водами, причому кратність розведення іноді має бути дуже великою. Так, очищені стічні води підприємств азотної промисловості потрібно розводити приблизно в 15 разів, целюлозно-паперової (після біологічної очистки без доочищення) — у 50 ... 100 разів, після доочистки — в 10 ... 50 разів, а деяких виробництв синтетичного каучуку — навіть у 2000 разів [3]. Необхідної кількості чистої води в промислових регіонах зазвичай не вистачає. Отже, очищені стічні води теж забруднюють природні води, хоча й меншою мірою.

У зв'язку з тим що одним із основних забруднювачів поверхневих і підземних вод є каналізаційні стоки, їх очистці приділяється значна увага. Системи каналізації з очисними спорудами є в усіх обласних центрах України. Серед районних центрів каналізаційні очисні споруди має лише частина з них, а в селах таких споруд майже немає. Переважно всі очисні споруди біологічного типу, крім кількох невеликих сільських споруд механічного типу. Фізико-хімічна очистка застосовується на очисних спорудах в Автономній Республіці Крим. Проте більшість очисних споруд працює неефективно внаслідок перевантаженості, недосконалості та незадовільної експлуатації, фізичної зношеності, подавання на очисні споруди стічних вод з понаднормативним вмістом забруднюючих речовин, неефективної роботи устаткування для зневоднення мулу, відсутності ефективних технологій утилізації мулу та інших причин. Тому багато стічних вод скидається недостатньо очищеними або без очистки.

Таким чином, не зважаючи на велику кількість існуючих методів очищення стічних вод, проблема очистки використаної води в Україні існує. Треба докласти

чимало зусиль до вдосконалення технологічних процесів, з точки зору зменшення використання води, або її повторного використання.

3.2 Методи зниження кількості викидів твердих відходів, які утворюються на виробництві

Сучасний рівень без утворення твердих відходів. Іншими словами, людина ще не навчилася споживати природні ресурси без завдання збитку навколишньому розвитку технологічних процесів не дозволяє проводити переробку сировинних матеріалів, необхідних для отримання товарних продуктів, середовищу. Вихід з ситуації, що склалася, можливий в даний час, полягає в утилізації утворюваних твердих відходів.

У теперішній час, при існуючому рівні технологічних процесів переробки і видобутку сировинних матеріалів, не вдається уникнути утворення твердих відходів. На мал. 3.2 представлені основні шляхи утворення відходів.

На стадії видобутку корисних копалин накопичується велика кількість порожньої породи, на жаль, не всі необхідні людині ресурси розташовані на поверхні планети.

Відомо, що ефективність будь-якого технологічного переділу визначається процентним вмістом отриманого компонента в сировині. Як правило, природні концентрації таких речовин невеликі. Це вимагає збагачення сировинних матеріалів і, відповідно, утворення ще однієї групи твердих відходів.

При виробництві готової продукції із збагаченої сировини проходить її хімічна і фізична трансформація. Всі речовини, які не входять до складу готової продукції, виводяться з технологічного агрегату і стають ще одним джерелом утворення твердих відходів.

Ну і нарешті, при використанні отриманого продукту як і при закінченні терміну його експлуатації, кількість твердих відходів збільшується.

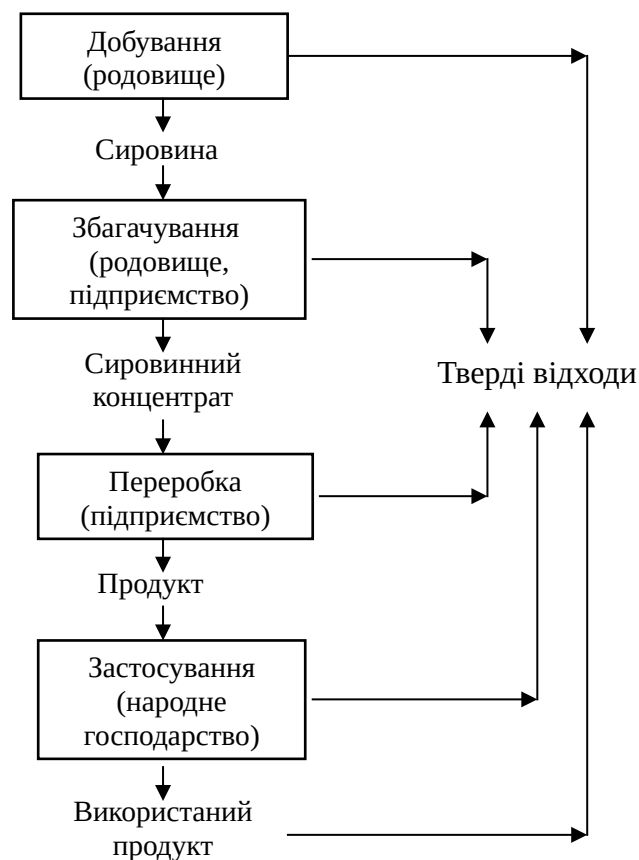
В даний час відсутня загальна наукова класифікація твердих відходів промисловості, що охоплює все їх різноманіття.

Зараз тверді відходи класифікують по галузях промисловості (відходи хімічної, металургійної, паливної та інших галузей), по конкретних виробництвах

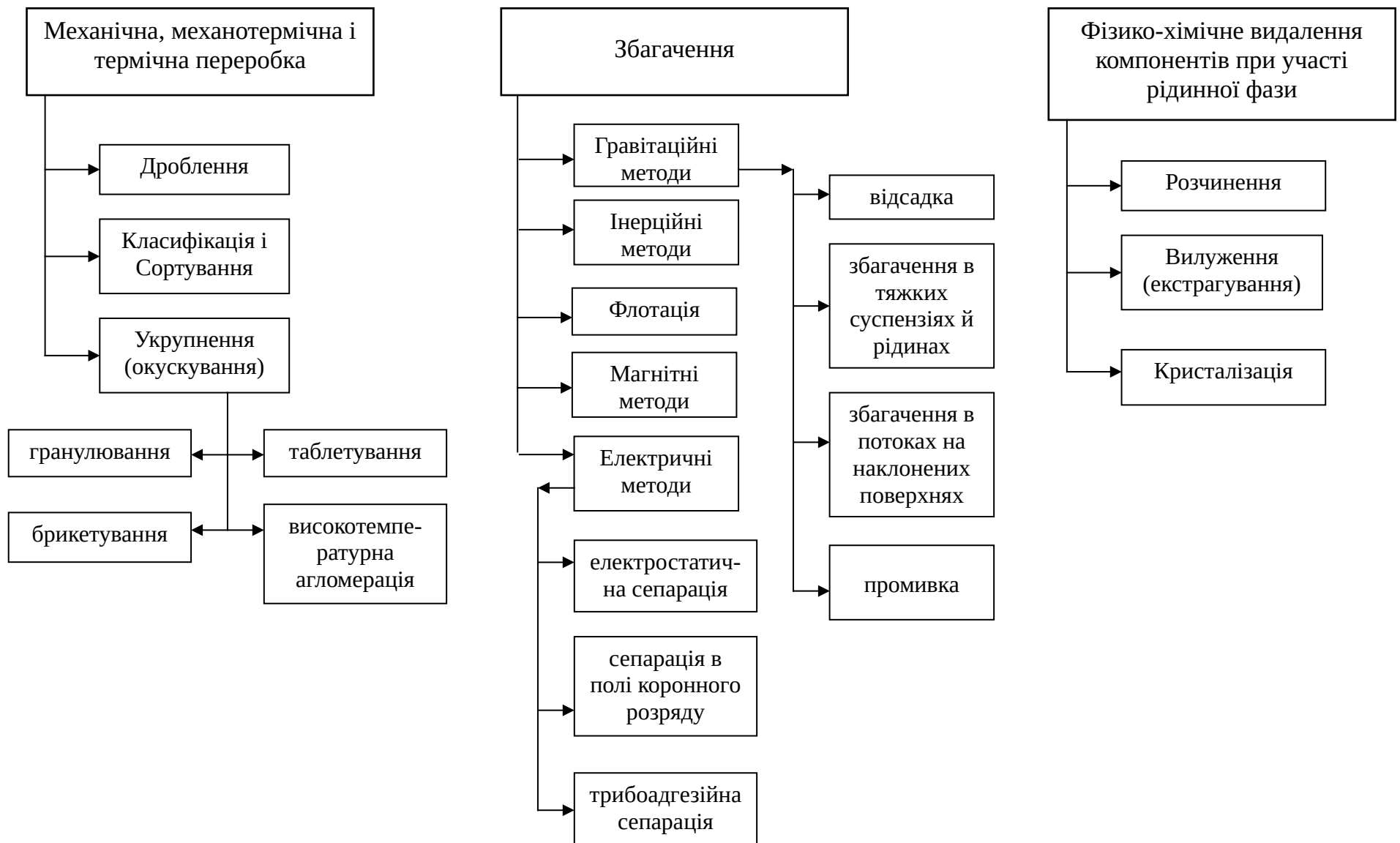
(відходи сірчанокислотного, содового і інших виробництв), по тоннажності, дії на довкілля, здібності до спалаху, корозійній дії на устаткування і тому подібне.

Різноманіття видів твердих відходів, значна відмінність складу навіть одноіменних відходів в значній мірі ускладнюють завдання їх утилізації, викликаючи у ряді конкретних випадків необхідність застосування своєрідних шляхів їх вирішення.

Утилізація твердих відходів в більшості випадків приводить до необхідності або їх розділення на компоненти (у процесах очищення, збагачення, витягання цінних складових) з подальшою переробкою сепарованих матеріалів різними методами, або надання їм певного вигляду, що забезпечить саму можливість утилізації відходів. Сукупність найбільш поширених методів підготовки і переробки твердих відходів представлена на мал. 3.3.



Мал. 3.2 – Джерела виникнення твердих відходів в матеріальному виробництві



Мал. 3.3 – Основні методи підготовки й переробки твердих відходів

Однією з початкових операцій утилізації відходів є **дроблення**. Необхідність дроблення полягає в тому, що інтенсивність і ефективність більшості хімічних дифузійних і біохімічних процесів зростає із зменшенням розмірів шматків (зерен) матеріалів, що переробляються. В зв'язку з цим власне технологічним операціям переробки твердих відходів зазвичай передують операції зменшення розмірів їх шматків, що мають разом з операціями їх класифікації і сортування важливе самостійне значення в технології рекуперації твердих відходів.

Метод дроблення використовують для отримання з крупних шматків перероблюваних матеріалів продуктів розміром переважно 5 мм. Дроблення широко використовують при переробці відходів, що утворилися при відкритій розробці корисних копалин, відвальних шлаків металургійних підприємств, а також таких що вийшли з вживання гумових технічних виробів, відходів деревини, деяких пластмас, будівельних і багатьох інших матеріалів.

До наступних операцій в ланцюзі переробки твердих відходів відносять їх **класифікацію і сортування**. Ці процеси використовують для розділення твердих відходів на фракції по розмірам. Вони включають методи *грохотіння (розсівання)* шматків (зерен) матеріалу, що переробляється, і їх *розділення під дією гравітаційно-інерційних і гравітаційно-центробіжних сил*. Ці методи широко застосовують як самостійні і допоміжні при безпосередній утилізації і переробці переважної більшості твердих відходів. У тих випадках, коли класифікація має самостійне значення, тобто переслідує мету отримання тієї або іншої фракції матеріалу як готовий продукт, її часто називають **сортуванням**.

Грохотіння є процес розділення на класи за розмірами шматків (зерен) матеріалу при його переміщенні на дірчастих поверхнях. В ролі останніх використовують колосникові грати, штамповані решета, дротяні сітки і щільові сита, виконані з різних металів, гуми, полімерних матеріалів та з отворами різних форм і розмірів. При грохоченні використовують *нерухомі колосникові, валкові, обертально-барабанні, дугові, ударні, плоскі, такі, що коливаються, напіввібраційні, вібраційні з прямолінійними вібраціями (резонансні, самобалансні, з вібраторами, що самосинхронізуються) і з круговими або еліптичними вібраціями грохоти*.

Вищеописані операції по трансформації твердих відходів пов'язані із зменшенням їх розмірів. Проте значна частина твердих відходів знаходиться у вигляді дрібних фракцій і для їх утилізації необхідне укрупнення. Одним із

способів, що дозволяє збільшити розміри частинок, є **окускування**. В даний час використовують наступні методи окускування: *гранулювання, таблетування, брикетування і високотемпературну агломерацію* [4]. Ці операції необхідні при переробці в будівельні матеріали ряду компонентів відвальних порід при видобуванні багатьох корисних копалин, хвостів збагачення вугілля і золи, в процесах утилізації фосфогіпсу, в сільському господарстві та цементній промисловості і т.д. Розглянемо ці способи докладніше.

Методи гранулювання охоплюють велику групу процесів формування агрегатів зазвичай кулястої або (рідше) циліндрової форми з порошків, паст, розплавів або розчинів матеріалів, що переробляються.

Гранулювання порошкоподібних матеріалів обливанням найчастіше проводять в *ротаційних (барабанних, тарельчатих, відцентрових, лопатевих) і вібраційних грануляторах різних конструкцій* [5]. Продуктивність цих апаратів і характеристики отримуваних гранулятів залежать від властивостей початкових матеріалів, а також від технологічних (витрати порошків і що пов'язують, температурного режиму) і конструктивних (геометричних розмірів апаратів, режиму їх роботи: частоти обертання, коефіцієнта заповнення, кута нахилу) чинників.

Методи брикетування знаходять широке застосування в практиці утилізації твердих відходів як підготовчі (з метою додання відходам компактності, що забезпечує кращі умови транспортування, зберігання, а часто і саму можливість переробки) і самостійні (виготовлення товарних продуктів) операції.

Метод високотемпературної агломерації використовують при переробці пилю, окалини, дрібної рудної сировини в металургійних виробництвах, піритових огарків і інших дисперсних залізовмісних відходів. Для проведення агломерації готують шихту, що включає тверде паливо (коксова дрібниця 6 - 7% по масі), і інші компоненти (концентрат, руда, флюси). Усереднену і зволожену до 5 - 8% шихту розміщують на шари поверненого агломерату розміром 12—18 мм, розташованого на ґратах рухомих візків (палет) агломераційної машини. Такому розміщенню запобігає спікання шихти з матеріалом візків і прогар ґрат. Висота укладених матеріалів повинна забезпечувати оптимальну газопроникність шихти. Займання і нагрів шихти забезпечують просмоктуванням через її шар продуктів спалювання газоподібного або рідкого палива і повітря. Процес спікання

мінеральних компонентів шихти йде при горінні її твердого палива (1100 - 1600°C). Агломераційні гази видаляють під розрідженням 7 - 10 кПа [6].

При утилізації і переробці твердих відходів використовують різні методи **термічної обробки**, як початкових твердих матеріалів, так і отримуваних на їх основі продуктів. Ці методи включають **різні прийоми піролізу** (наприклад, відходів пластмас, деревини, гумотехнічних виробів, шлаків нафтопереробки), **переплавки** (наприклад, відвальних металургійних шлаків, відходів термопластів, металобрухту), **випалення** (наприклад, деяких шлаків кольорової металургії, піритових огарків, ряду залізовмісних шлаків і пилу) і **вогняного знешкодження (спалювання)** багатьох видів твердих відходів на органічній основі.

Підводячи підсумок вищевикладеному, слід зазначити, що проблема утворення і переробки твердих відходів є актуальною. Існуючі способи їх утилізації не можуть, з різних причин, запобігти накопиченню техногенних відходів.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. Що розуміють під охороною водних ресурсів?
2. В чому різниця між профілактичними і оперативними заходами охорони гідросфери?
3. Які Ви знаєте методи очищення стічних вод? Чи існує в Україні проблема очистки використаної води?
4. Які існують методи утилізації твердих відходів?
5. Коли застосовується метод укрупнення твердих відходів?
6. Які переваги методу високотемпературної агломерації?
7. Чи вирішують існуючі методи переробки проблему утилізації твердих відходів?



Рекомендована література

1. Красавцев Г. И., Ильичев Ю.И., Кошуба А.И. Рациональное использование и защита водных ресурсов в черной металлургии. - М.: Металлургия, 1989.—285с.

2. Техника защиты окружающей среды. 2-е изд., перераб. и доп. / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
3. Промислова екологія / С.О. Апостолук, В.С. Джигерей, А.С. Апостолук та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
4. Батлук В. А. Основы экологии и охрана окружающей природной среды. / Науч.-метод. центр высш. образования; Нац. ун-т "Львов. политехника". - Львов: Афиша, 2001. - 333 с.: ил.
5. Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник. Т. 3. / Моск. гос. ун-т инж. экологии. - Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. - 1020 с.: ил.
6. Общая металлургия. / Воскобойников В. Г., Кудрин В. А., Якушев А. М. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. - 767 с.: ил.

Розділ 4. ОЦІНКА ВПЛИВУ ДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

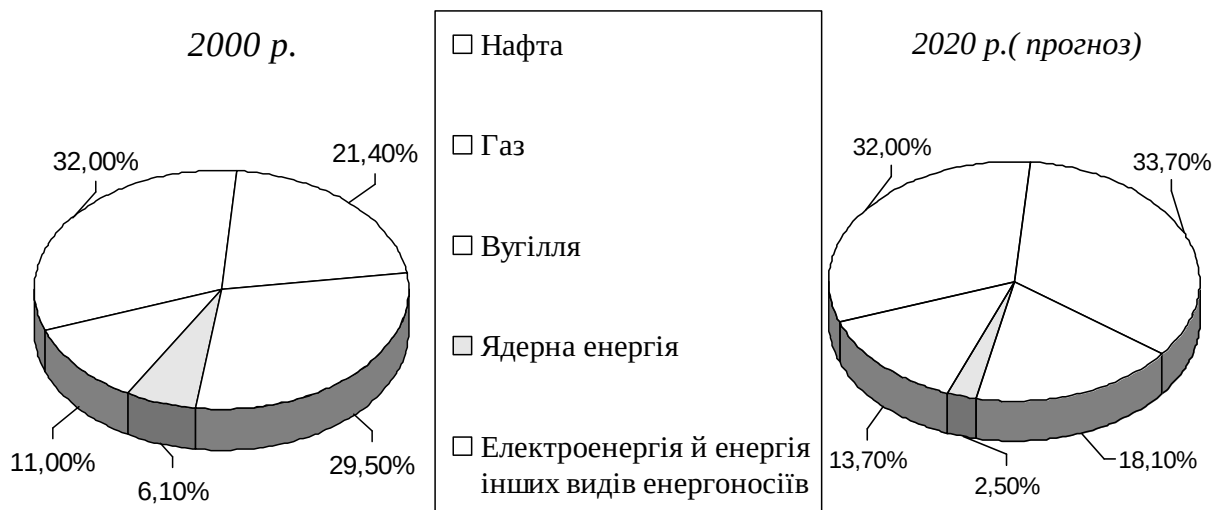
4.1 Видобування нафти і газу

Основними підгалузями добувної промисловості, які забруднюють навколишнє середовище є нафтогазова та вугільна галузі (світовий енергобаланс показаний у вигляді діаграми на мал. 4.1). Нафта і газ є важливими джерелами енергії, тому буде правомірним розглянути вплив виробництв цих основних енергоносіїв на довкілля [1].

Нафта - це масляниста темно-коричнева рідина з червоним чи зеленуватим відливом, інколи чорна, синя чи світла, іноді майже прозора (наприклад: Бакинське родовище), з характерним різким запахом.

Розрізняють легкі та важкі нафти (густина легкої до $0,9 \text{ г/м}^3$, важкої - до $1,04 \text{ г/м}^3$). Дуже рідко нафта буває щільною, напівтвердою, в якій багато парафінів (Карпатські родовища та родовища Каліфорнії).

З легкої нафти отримують бензин, гас; з важкої - різні мастильні матеріали, дизельне паливо, бітум, мазут. Легкі нафти добувають насосами чи фонтанним способом, а важкі - навіть шахтним способом.



Мал. 4.1 - Світовий енергобаланс

Температура застигання нафти від +11 до 20°C, температура початку кипіння - близько 100°C. На відміну від інших корисних копалин, нафта і газ не утворюють самостійних пластів, вони заповнюють порожнини в породах.

За своїм складом нафта - суміш вуглеводнів (парафіни, нафтени, ароматичні вуглеводні). Основні види нафти містять 80 - 87% вуглецю, 10 - 14% водню, 0 - 5% сірки, 0 - 3% кисню, 0 - 2% азоту.

Питома теплотворна здатність нафти як палива складає 37,6 - 49,3 МДж/кг (чим менша густина, тим більша теплотворна здатність). У сирому стані нафту майже не використовують. Її використовують після очищення (видалення води, шкідливих домішок) та термічної перегонки на фракції: при нагріванні до 40 - 180°C виділяються пари авіабензину, при 200 - 300°C - гасу, 270 - 350°C - газойлю. Після світлих нафтопродуктів виділяють спочатку мазут, потім гудрон. Всього з нафти виробляють більше 560 різних нафтопродуктів.

Нафта широко використовується в хімічній промисловості для виробництва пластмас, синтетичного каучуку, синтетичних волокон, жирів, спирту, органічних кислот, розчинників, мастильних матеріалів, білка та іншого.

Відомі лікувальні якості нафти, багатої нафтовими та ароматичними вуглеводнями з незначним вмістом в ній легких фракцій.

Газ поділяють на природний (видобувається самостійно) та супутний (знаходиться у нафті в розчинному стані; на 1 т нафти попутно отримують 100 - 150 м³ газу).

Супутний та природний газ складається з вуглеводнів з домішками азоту, вуглекислого газу, сірководню, в невеликій кількості аргону та гелію. Газ - найбільш економічний вид палива. Його теплотворна здатність становить до 41,8МДж/м³. Він використовується як паливо підприємствами чорної та кольорової металургії, цементної промисловості, енергетики та в комунальному господарстві. Газ використовується як сировина для виробництва синтетичних волокон, каучуку, пластмас, спиртів, жирів, азотних добрив, аміаку, ацетилену, вибухових речовин, ліків.

Застосування газу в енергетиці дозволяє значно скоротити витрати на транспортування палива та використовувати більш дешеве та низькоякісне вугілля.

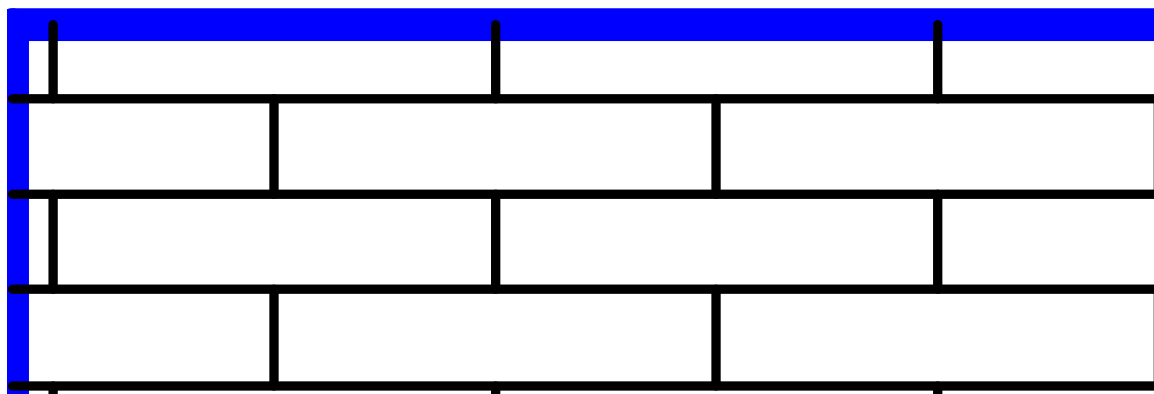
Нафта та газ мають осадове походження і накопичуються в осадових породах, які покривають сталі ділянки Землі - давні і молоді платформи, їхні

плити, вони примикають до передгірних западин і крайових прогинів. Промислові родовища нафти і газу відомі у різних відкладеннях: від докембрію до неогенових товщ. Нафта відома людству близько 5 - 6 тис. років, газ - декілька десятиріч.

Збільшенню видобутку нафти великою мірою сприяв винахід двигуна внутрішнього згоряння. Нафта знаходить використання як універсальне паливо. Новим поштовхом для збільшення видобутку нафти у 30 - 50 рр. XX ст. стало застосування її для отримання полімерних матеріалів.

Існує дві гіпотези утворення нафти: з органічних речовин та абіогенним шляхом. Це питання остаточно не з'ясоване.

Нафта і газ утворюються в материнських породах (вапняки та темнозабарвлені глини), а потім перетікають та накопичуються в промислових кількостях у так званих колекторах (пористих та проникних породах). Тут ці копалини переміщуються в горизонтальному та вертикальному напрямках, поки не потрапляють в так звані структурні пастки. В цих пастках, коли колектор знизу і зверху обмежений водотривкими шарами (найчастіше глиняними), відбувається накопичення нафти і газу, витиснених знизу підземними водами (мал. 4.2).



Мал. 4.2 – Умови залягання нафти та газу

У цих пастках газ, нафта та вода залягають окремими шарами, оскільки нафта не розчиняється у воді і легша за воду, а газ розміщується над нафтою. В 1 м³ піщанику міститься до 130 - 250 кг нафти.

Перспективні на нафту і газ території займають близько половини площі суші. Сьогодні відомо біля 160 нафтогазових басейнів, передбачають, що їх близько 600. В основному нафта та газ розміщені на глибинах понад 3 км.

Найбільші запаси нафти відомі у таких країнах: Саудівська Аравія - 24 млрд. т, Кувейт - 11, Мексика - 8, Іран - 6,5, Ірак - 6, США - 4,5, ОАЕ - 4, Венесуела - 4, Лівія - 3, Нігерія – 2 [2].

Україна має відносно невеликі запаси нафти і газу, які не можуть задовольнити її потреб, але має великі перспективні нафтогазоносні площі. За оцінками спеціалістів, тут можливі відкриття родовищ світового масштабу. Насамперед, це стосується шельфу Чорного моря.

Відомі три нафтогазові провінції: Дніпропетровсько-Донецька западина, Карпатська і Кримсько-Причорноморська. Перша, відкрита ще у 1937 році (Ромни), включає близько 50 нафтогазових родовищ, які дають близько 80% видобутку нафти і газу. Карпатська провінція охоплює Закарпаття, Українські Карпати, Прикарпаття з частиною Волині. Останньою була відкрита Кримсько-Причорноморська провінція з шельфом Чорного та Азовського морів.

На сьогодні людство видобуло близько 110 млрд. т нафти і при нинішніх темпах видобування щорічно споживається біля 2,5% доведених запасів нафти.

Добування нафти з надр землі здійснюється за рахунок енергії двох видів - природної енергії пласта та енергії, яка подається у свердловину тим чи іншим способом. *Спосіб експлуатації нафтової свердловини, при якому використовується енергія пласта, називається **фонтанним**. Фонтанний спосіб застосовується у початковий період експлуатації, коли пластовий тиск покладу досить великий. Фонтанний спосіб найбільш економічний. Свердловини, що експлуатуються фонтанним способом, обладнують спеціальною арматурою, яка дає змогу герметизувати горло свердловини, регулювати та контролювати режим її роботи, забезпечувати повне закриття свердловини під тиском.*

Способи добування, при яких нафта підіймається на земну поверхню за рахунок підведеної ззовні енергії, називають механізованими. Існують два різновиди механізованого способу експлуатації - компресорний і насосний.

При **компресорному або газліфтному методі** у свердловину компресором закачують газ, який змішується з нафтою. Густина нафти знижується, забійний тиск стає нижчим за пластовий, що викликає рух рідини до поверхні землі. Іноді у свердловину подають газ під тиском з розташованих поблизу газових пластів (метод безкомпресорного газліфта). На деяких старих родовищах існують системи ерліфта, в котрих як робочий агент використовують повітря. Недоліки цього методу - необхідність спалювання попутного нафтового газу, змішаного з повітрям, підвищена корозія трубопроводів. Газліфтний метод застосовується на родовищах Західного Сибіру, Туркменії, Західного Казахстану.

При **насосному способі** експлуатації на визначену глибину спускають насоси, які приводяться в дію за рахунок енергії, що передається різними способами. На більшості нафтодобувних підприємств світу набули поширення штангові насоси.

Нафта, яка надходить з надр на поверхню землі, містить супутний газ (50 - 100 м³/т), воду (200 - 300 кг/т), мінеральні солі (до 10 - 15 кг/т), механічні домішки. Перед транспортуванням та подачею на переробку газу, механічні домішки, основна частина води і солей мають бути видалені з нафти.

На нових нафтових родовищах експлуатуються герметизовані високонапірні системи збору нафти, газу і води.

Сира нафта від горла свердловини рухається під власним тиском по викидних лініях довжиною 1 - 3 км до **групових замірних установок (ГЗУ)**. На ГЗУ відбувається відокремлення нафтового газу від рідини та автоматичне вимірювання кількості одержаних продуктів. Потім газ знову змішують з водою і нафтою; суміш по колектору довжиною до 8 км переміщується на дожимну насосну станцію, у складі якої є сепаратори першого ступеня для відокремлення газу від нафти. Газ із сепараторів під власним тиском надходить на ГПЗ, а частково дегазована нафта подається на **установку підготовки нафти (УПН)**. На УПН здійснюються другий і третій ступені сепарації газу від нафти, збездювання та знесолювання нафти. Газ з УПН подають на ГПЗ, а воду - на установку очищення води. Очищену воду насосами кушової насосної станції закачують через нагнітальні свердловини у пласт.

В Україні розміщені і функціонують шість основних нафтопереробних заводів (НПЗ) — Кременчуцький, Лисичанський, Херсон-140, Одеський, Дрогобицький, Надвірнянський. Відносно новими і надпотужними заводами є Кременчуцький та Лисичанський. Перший з них побудований у 1966 р., його

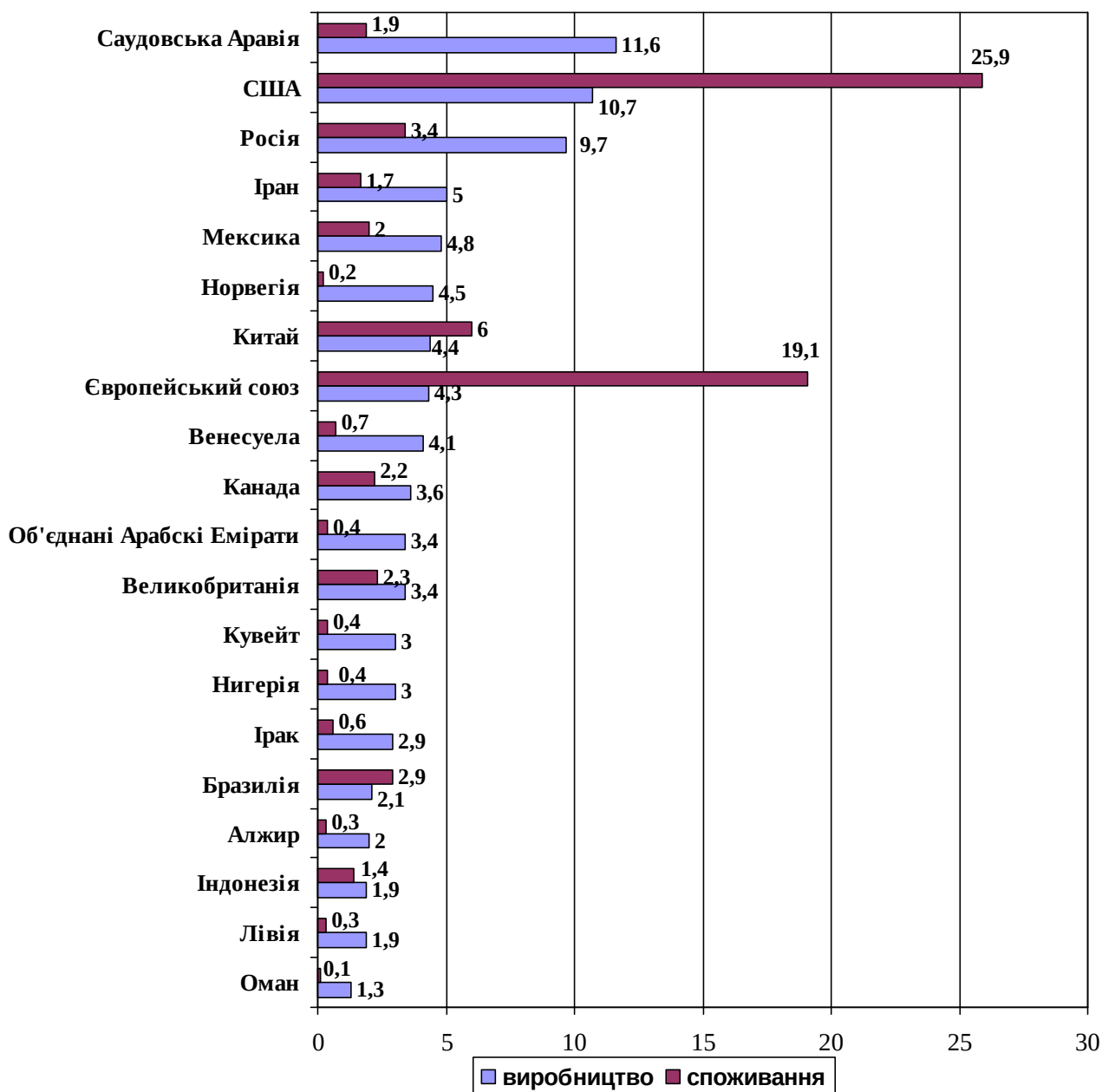
потужність з первинної переробки нафти становить зараз 18,6 млн. т. за рік. Другий побудований у 1976 р. і має потужність 16,0 млн. т за рік. Решта заводів (крім Дрогобицького) споруджені ще в довоєнні роки і мають значно меншу потужність. У повоєнний період в результаті реконструкції їх потужності зросли до 2,7—7,1 млн. т за рік (1997 р.). Разом з тим глибина переробки нафти в країні залишилась досить низькою — до 60%. У Західній Європі вона досягла узагальнено 80%, а у США — понад 90%. Зазначені дані по Україні свідчать про те, що значна частка обсягу вироблених нафтопродуктів припадає на паливний мазут. Сумарна потужність вторинних процесів (по всіх НПЗ) становить приблизно 35% потужності первинних процесів (близько 12% з 35% — поглиблення переробки нафти, 23% облагородження нафтопродуктів), що, звичайно, недостатньо, виходячи з сучасного світового рівня розвитку нафтопереробки.

Світовим лідером по вжитку нафти є США – більше 2,6 млн. тонн/день. Ледве менше споживають країни Європейського союзу – приблизно 1,9 млн. тонн/день (мал. 4.3) [2].

Родовища горючих газів поділяють на власне газові, в яких скупчення газів не пов'язане з іншими корисними копалинами; газонафтові, де газоподібні вуглеводні розчинені в нафті або знаходяться над нафтовим покладом у вигляді так званої газової шапки; газоконденсатні, у яких газ збагачений рідкими вуглеводнями. Добування горючих газів включає їх видобування з землі, збір, облік, підготовку до транспортування споживачу.

Газ, як і нафту, видобувають із землі через мережу свердловин. Оскільки він знаходиться в земних надрах під високим тиском, для його добування застосовують, як правило, фонтанний спосіб. Щоб газ почав надходити на поверхню, досить відкрити свердловину, пробурену в газоносному пласті. При вільному витіканні газу нераціонально витрачається енергія пласта, можливе руйнування свердловини. Тому на голівці свердловини встановлюють штуцер (місцеве звуження труби), обмежуючи надходження газу. Розробка газового покладу триває 15 - 20 років, за цей час видобувається 80 - 90% запасів.

Газ, що надійшов із свердловини, безпосередньо на промислі підготовляють до транспортування. З нього видаляють механічні домішки, водяні пари, важкі вуглеводні, в разі необхідності очищають від сірковмісних сполук.



Мал. 4.3 - Виробництво і споживання нафти в різних країнах світу

Газова промисловість найінтенсивнішого розвитку набула у першій половині 70-х років (табл. 4.1) [3].

Сьогодні в галузі відмічається цілий ряд проблем. Однією з головних є застаріле обладнання та відсталі технології. Десятками років комплекс не переоснащувався. Тому близько 90 % обладнання фізично і морально спрацьовано.

У період спаду виробництва та складної економічної кризи в Україні майже не відбувається технічне й технологічне переозброєння паливно-енергетичного комплексу, що негативно позначається на техніко-економічних показниках.

Таблиця 4.1 - Динаміка видобутку природного газу в Україні

| Роки | Видобуток, млрд. м ³ | В % до досягнутого рівня у 1975 р. | Роки | Видобуток,мл рд. м ³ | В % до досягнутого рівня у 1975 р. |
|------|------------------------------------|---------------------------------------|------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 1940 | 0,5 | 0,07 | 1992 | 20,9 | 20,9 |
| 1960 | 14,3 | 20,03 | 1993 | 19,2 | 19,2 |
| 1970 | 60,9 | 89,65 | 1994 | 18,3 | 18,3 |
| 1975 | 68,0 | 100,00 | 1995 | 18,2 | 18,2 |
| 1980 | 56,7 | 83,38 | 1996 | 18,1 | 18,1 |
| 1985 | 42,9 | 63,88 | 1997 | 18,1 | 18,1 |
| 1990 | 28,1 | 28,1 | 1998 | 18,0 | 18,0 |
| 1991 | 24,3 | 24,3 | 1999 | 18,1 | 18,1 |

4.2 Забруднення навколишнього середовища при видобутку нафти і газу

У більшості країн світу багато забруднювачів повітря утворюються в результаті діяльності промисловості по переробці нафти або систем, де нафтопродукти використовуються як паливо. Біля 60% від їх загальної кількості припадає на автомобільний транспорт. Ці забруднювачі характеризуються як первинні, що під дією водяної пари, кисню, світла та інших домішок утворюють вторинні забруднювачі, такі як сульфати, озон, нітрати й органічні сполуки. Спільна присутність у повітрі первинних і вторинних забруднювачів створює так званий смог. Первинні і вторинні забруднювачі впливають не тільки на природу, але й на людину.[4].

Низький технічний рівень виробництва нафтопереробної промисловості України, недосконалість технологічних схем НПЗ, випуск неякісних нафтопродуктів викликають інтенсивне забруднення навколишнього середовища. Основними забрудниками від нафтопереробних заводів є сірчані сполуки, оксиди вуглецю, сірки, азоту, сажа тощо.

Отже, одна з першопричин забруднення повітряного середовища - наслідки використання нафтопродуктів і нафти. Але вони відчутні не тільки в повітрі, потерпає від них і гідросфера.

Вода - засіб гасіння пожежі - може горіти. Вода - символ чистоти - може бути найпідступнішою отрутою. Вода - символ осереддя першостворення життя - може стати смертельним ворогом живого. Але в цьому сама вода найменше винна. Причиною тому можуть бути нафта і нафтопродукти, що потрапили у воду. Нафта, що потрапила у воду, - біда глобального масштабу, яка торкається усієї екосистеми в цілому. Існує думка, що основними джерелами забруднення води нафтою є танкерний флот, нафтопроводи, бурові платформи. Але це помилка. Просто ці джерела більш очевидні на перший погляд. Статистика показує, що з тих мільйонів тонн нафти, яка потрапляє у Світовий океан, лише половина надходить із транспортних магістралей, що проходять по океану, а інша половина потрапляє в нього зі стоками рік із суші. Нафта забруднює океан при аварійних ситуаціях, що виникли на танкерах, розривах морських трубопроводів, аваріях на морських бурових. Масштаби цих катастроф відомі. Гігантські нафтові плями розливаються по поверхні води, покривають сотні кілометрів плівкою нафтопродуктів. У результаті цих аварій у 1980 р. в океан було викинуто біля 200 тис. т нафти. [5].

Припустима норма вмісту нафтопродуктів у воді 0,005 мг/л, при більш високій цифрі все живе може загинути.

Не можна сказати, що нічого не робиться для запобігання забрудненню нафтою Світового океану. У портах можна зустріти судна збирачі нафти, розлитої по акваторії. Вчені розробили технологію очищення танкерів із застосуванням ефективних миючих засобів. На нафтопереробних підприємствах упроваджується безвідхідна технологія, вивчаються методи вилучення нафтопродуктів із води.

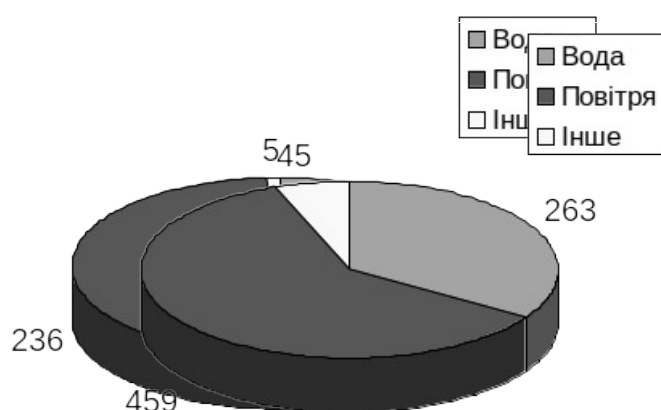
Зараз використовують ефективні методи боротьби з нафтою, розливою на поверхні води. Оскільки нафта являє собою рідину, що не змішується з водою, а розтікається тонкою плівкою, її можна прибрати за допомогою спеціальних суден. Нафту збирають у спеціальні ємкості, а чисту воду зливають у море. Суміш піску з крейдою, попадаючи на нафтову пляму, сорбує нафту. Потім ця маса осідає на дно. Поверхнево-активні речовини перешкоджають розтіканню нафтової плями і сприяють її видаленню. Піднявши нафту на поверхню Землі, людина не порушила природної рівноваги - пустоти в покладах заповнилися водою і структура планети не зазнала змін. Але, приступивши до переробки нафти і до її використання, людина завдала природі великої шкоди. Для прикладу оцінимо витрати США на зниження різноманітних забруднень (за даними Європейської і соціальної ради

ООН, див. мал. 4.4). За чистотою вод здійснюється міжнародний контроль із супутників і кораблів [6].

Не меншу небезпеку для навколишнього середовища являють газові викиди при переробці нафтопродуктів. При згорянні нафтопродуктів, що містять сірку утворюється оксид сірки (IV), який слугує причиною виникнення дощів, що містять сірчану кислоту, сульфіти і сульфати амонію.

Поряд з очищенням димових газів зараз велика увага приділяється процесам гідрознесірчування нафти. Це не тільки сприяє охороні навколишнього середовища, але і покращує наступну переробку нафти. Сутність цього процесу полягає в каталітичному гідрогенолізі зв'язку вуглець-сірка у сполуках, які мають в собі сірку.

Сьогодні масштаби гідрознесірчування бензинів, гасів і палив досягають 500 млн. т на рік. За рахунок гідроочищення ціна нафтопродукту підвищується на 3%, процес видалення сірки таким шляхом широко впроваджується. Гідроочищення здійснюють при підвищеному тиску водню і температурних режимах біля 400°C. Каталізаторами цього процесу є оксиди і сульфід вольфраму, нікелю, кобальту. Особливо варто сказати про продукт згоряння нафти - оксид вуглецю (IV) - вуглекислий газ. Він є ланкою в ланцюзі кругообігу речовин у природі. Відомо, що якби вуглекислий газ зник з атмосфери, загинуло б і життя. Господарська діяльність людини стрімко збільшує ресурси CO₂.



Капіта Валові щорічні витрати на зниження
забр забруднення (млн. \$ США)

Мал. 4.4 - Схема витрат США на зниження забруднень навколишнього середовища

Основним споживачем палива, а отже, і головним "винуватцем" забруднення повітряного басейну є промислові підприємства, електростанції і транспорт.

Заміна твердого і рідкого палива газоподібним різко скорочує у відхідних газах котельних установок вміст шкідливих речовин -сажі, сірчистого ангідриду, окису вуглецю. Так, якщо прийняти забруднення атмосфери при спалюванні вугілля за 100%, то при спалюванні мазуту забруднення складе 60%, а при спалюванні газу тільки 20% [5].

Вміст шкідливих речовин у продуктах згоряння, що викидаються в атмосферу котлами великої продуктивності при спалюванні різноманітних видів палива, наводиться в табл. 4.2.

Переведення електростанцій, котельних, промислових підприємств і печей житлових будинків на газове опалення різко зменшує забруднення повітря і навколишнього середовища населених пунктів. За кольором диму з труби відразу можна визначити вид спалюваного палива - влітку при газовому паливі диму взагалі не видно, а взимку із труби виходить дим білого кольору.

Оцінюючи вплив нафтогазової галузі на довкілля, не слід забувати і про забруднення літосфери. Розташування нафтових свердловин змінює природний ландшафт, що веде до змін у рослинному та тваринному світі. До аналогічних результатів приводить будівництво нафто- та газопроводів, необхідних для транспортування природних копалин.

Таблиця 4.2 - Вміст шкідливих речовин у продуктах згоряння котлів, г/м³

| | Вугілля | Рідке паливо | Природний газ |
|---------------|------------|--------------|---------------|
| Сажа, пил | 0,6 - 3 | 0,07 - 0,35 | 0,07 - 0,0035 |
| Сірчистий газ | 1,07 - 7,7 | 0,7 - 4,0 | Сліди |
| Оксиди азоту | 0,25 - 2,2 | 0,2 - 1,1 | 0,8 - 1,7 |
| Оксид вуглецю | 0,004 | 0,056 | 0,015 |

4.3 Основні процеси гірничого виробництва

Вугільна промисловість - це найбільш розвинена галузь паливної промисловості України, яка за обсягом видобутку палива в натуральному вираженні посідає перше місце серед інших галузей паливно-енергетичного комплексу. Тут зосереджена більшість працівників (93%) і основних фондів (78%) паливної промисловості. Вугільна промисловість є, по суті, базою для розвитку електроенергетики, коксохімії, металургії.

Відкритими вугільними роботами називається комплекс робіт, при якому всі виробничі процеси, необхідні для видобування корисної копалини з надр землі, здійснюються на поверхні. При сучасній техніці відкритим способом можна розробляти родовища твердих корисних копалин будь-якої форми, розташованих нижче рівня земної поверхні.

Переваги відкритого способу порівняно з підземним:

- Застосування більш потужної техніки, в результаті чого досягаються більш високі техніко-економічні показники: продуктивність праці на кар'єрах значно вища, а собівартість видобутих корисних копалин нижча, ніж при підземній розробці.
- Більш високі темпи росту продуктивності праці і зниження собівартості видобутку.
- Менші втрати корисних копалин, кращі умови роздільного виймання.
- Легше збільшити, при необхідності, виробничу потужність кар'єру, ніж шахти.
- Більш висока безпечність праці і кращі виробничі умови.

Недоліки відкритого способу:

- Необхідність виймання, переміщення і складування у відвали великих об'ємів порожніх порід.
- Потрібні великі площі для розміщення відвалів порожніх порід.
- Деяка залежність від кліматичних умов і пори року.

Переваги відкритого способу добування вугілля в більшості випадків переважають над недоліками, і тому відкритий спосіб нині найбільш ефективний і перспективний.

Глибина відкритих кар'єрів досягає 400 метрів. Умови залягання родовищ відкритих розробок: горизонтальні, пологі, нахилені, штокоподібні, залягання у вигляді антиклінальних та синклінальних складок на узвишші, чи залягання висотно-глибинного типу.

Розробка корисних копалин підземним способом - це комплекс робіт, при якому всі виробничі процеси, необхідні для видобування корисної копалини з надр землі, здійснюються під поверхнею землі.

Видобування вугілля підземним способом відбувається в шахтах - це самостійна виробничо-господарча одиниця гірничого підприємства. Рудні родовища, які розробляються підземним способом, представлені лінзами, штоками, пластами, куполами, жилами.

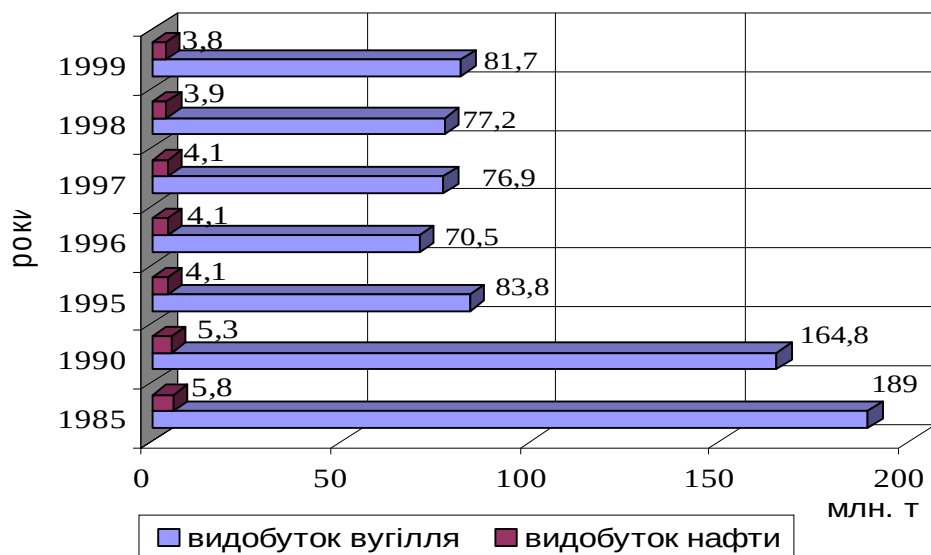
При проведенні горизонтальних гірничих виробок здійснюється ряд загальних та допоміжних операцій у встановленій технологічній послідовності. Загальні операції включають буріння, заряджання та вибух шпурів, провітрювання, прибирання породи, кріплення виробки та прокладення шляху. До допоміжних операцій відносять нарощування труб для подачі стисненого повітря і води, налаштування водовідвідних каналів. Перед початком буріння шпурів перевіряють правильність напрямку виробки, відмічають середину забою, а за реперами - рівень ґрунту. Після цього за допомогою шаблонів і висків розмічають розташування шпурів відповідно до паспорту буровибухових робіт. При проведенні горизонтальних виробок застосовують вогневий та електровогневий вибух за допомогою капсулів-детонаторів та вогнепровідного шнура, а також електропідривання за допомогою електродетонаторів миттєвої та короткоуповільненої дії.

Після транспортування вугілля на збагачувальну фабрику відбувається його переробка. Дроблення пластів: крупне - до 350 - 100 мм, середнє - до 100 - 40 мм, дрібне - 20 - 5 мм. Сортуння проводиться способом самостійного грохотіння, щоб виділити готовий продукт. В процесі збагачення вугілля брикетується.

Поклади кам'яного вугілля в Україні зосереджені в Донецькому та Львівсько-Волинському басейнах. Найбільші центри Донецького басейну - Донецьк, Макіївка, Єнакієве, Горлівка, Торез. Частина басейну, яка знаходиться на лівому березі Дніпра Дніпропетровської області, називається Західним Донбасом. Його почали освоювати в післявоєнні роки. Вугілля Донбасу дуже висококалорійне. Майже половина його запасів - коксівне. Донбас - основна кам'яновугільна база України. В межах Донбасу налічується близько 300 шахт і 20 збагачувальних фабрик.

У Донбасі можна освоювати 78 розвіданих ділянок із можливим сумарним видобутком 127 млн. т вугілля на рік. Оскільки в Донбасі шахтний фонд значно застарів, необхідно технічно переоснастити і реконструювати його підприємства.

Зниження обсягів виробництва не тільки вугільної та й нафтової промисловостей спостерігалось у 90-х роках (мал. 4.5). Видобуток вугілля та прогнозні дані наведені у табл. 4.3.



Мал. 4.5 - Динаміка видобутку вугілля та нафти в Україні

Таблиця 4.3 - Видобуток вугілля в Україні та прогнозні дані, млн. т.

| Роки | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Видобуток | 83,8 | 70,5 | 76,9 | 77,2 | 81,7 | 85 | 92 | 100 | 105 |

4.4 Добувна промисловість та довкілля

При отриманні енергії у вугільно-паливному циклі (ВПЦ) спектри факторів, які діють на персонал та населення, а також масштаби їх дії дуже широкі та різноманітні. Вплив ряду факторів до цього часу вивчено недостатньо, і кількісна оцінка їх ефектів важка або навіть неможлива. Багато речовин, наприклад, органічні сполуки, які утворюються при спалюванні вугілля та особливо при його перетворенні на рідке чи газоподібне паливо, залишаються навіть не ідентифікованими. У ВПЦ основна дія на довкілля обумовлена викидами в

атмосферу на етапі використання, тобто спалювання палива. Останні етапи циклу обумовлюють локальний вплив при видобутку, переробці і транспортуванні вугілля.

При відкритому способі видобування вугілля продуктивність праці одного робітника стає в 6 разів вищою, ніж при шахтному способі, проте з природокористування виводяться тисячі гектарів землі та створюються величезні території відвалів порожньої породи. У середньому видобуток 1 млн. т вугілля відкритим способом супроводжується знищенням 20 га природних угідь, а видобуток такої ж кількості вугілля шахтним способом - лише 5 га. В результаті порушуються геологічні структури масивів гірських порід, виникають кар'єрно-відвальні комплекси, породо- та шламосховища, рови. Змінюється ландшафт величезних територій. Крім руйнування придатних для сільськогосподарського використання земель, існує шумове та вібраційне забруднення. Сила шумового тиску у шахтах дорівнює 100 дБ.

Одним з найбільш багатообіцяючих способів видобутку, що дозволяють істотно знизити капітальні затрати та витрати виробництва, є підземна газифікація вугілля. Дуже перспективні дослідження ведуться ще в декількох напрямках. В результаті цих досліджень можуть статися істотні зміни в методах розробки вугільних родовищ і використання вугілля.

В останні роки набули вирішення проблеми транспортування вугілля, що мають дуже серйозний характер у випадку освоєння нових районів вугледобування, розташованих, як правило, далеко від центрів енергоспоживання. В наш час дедалі популярнішою стає можливість створення комплексних транспортних інфраструктур для перевезення вугілля. Наприклад, затрати при транспортуванні баржами будуть найменшими з усіх на відстань, що більша за 160 км. Залізниці більш доступні, ніж баржі, і зниження дальності перевезень може скоротити загальні транспортні витрати.

Альтернативним способом транспортування вугілля на далекі відстані є трубопроводи, але до цього часу вони не набули широкого розповсюдження. В пневматичних трубопроводах для переміщення вугілля застосовують тиск повітря; взагалі вони можуть стати найбільш ефективним засобом транспортування вугілля на відстані не менше 24 км. Зовсім недавно розпочалася експлуатація трубопроводів для транспортування вугільної пульпи на більш далекі відстані, при цьому виявилася їх висока ефективність. Щоб підвищити ефективність

транспортування вугілля, краще за все використовувати вищевказані засоби комбіновано, застосовуючи кожний з них там, де це економічно доцільно.

Другий підхід до проблеми транспортування вугілля привів до створення комплексів: вугільна шахта - електростанція, електроенергія від яких передається на далекі відстані по лініях електропередачі високої напруги. Цей підхід особливо важливий для країн з великими запасами бурого вугілля, тобто вугілля з низькою теплотворною здатністю. Вирішенню проблеми транспортування вугілля може сприяти також будівництво у районах видобутку енергокомплексів, що виробляють електроенергію, синтетичні рідкі та газоподібні палива і хімічні продукти.

Іншим та, імовірно, найважливішим напрямком є вдосконалення технології використання вугілля. Одним з перспективних методів вважається спалювання вугілля в "киплячому шарі". Цей метод ґрунтується на використанні нової технології роботи котлоагрегату, який полягає в тому, що вугілля спалюється у вигляді шару часток, підтримуваних у "киплячому шарі" потоком повітря, який також забезпечує надходження кисню, необхідного для процесу горіння. При використанні "киплячого шару" наявність однорідної температури в топці котла дозволяє отримувати високу ефективність спалювання вугілля при середніх температурах (800 - 900°C), в результаті чого не відбувається розплавлення золи і наступного відкладення її на поверхні нагріву. Більш того, є можливим використання газів, що утворюються в процесі горіння і не викликають корозії в газовій турбіні, для виробництва електроенергії. Всередині "киплячого шару" може бути досягнута дуже висока інтенсивність теплопередачі, в результаті чого виникає сприятлива можливість введення труб котлоагрегату всередину "киплячого шару" і, звідси, скорочення їх довжини. Розрахунки та експерименти показують, що при спалюванні вугілля в "киплячому шарі" досягається високий термічний ККД - у межах 78% - 95%. На ряді дослідно-промислових установок був досягнутий термічний ККД 99% при порівняно низьких викидах забруднюючих газів. Крім того, використання в "киплячому шарі" вапняку чи інших аналогічних матеріалів забезпечує уловлення і видалення диоксиду сірки, в самому "киплячому шарі" в процесі спалювання; це важлива перевага при використанні вугілля з високим вмістом сірки. Таким чином, з точки зору захисту навколишнього середовища спалювання в "киплячому шарі" є одним з найбільш перспективних способів використання вугілля, розроблюваних в даний час.

Синтетичні палива з вугілля можуть відкрити нову еру в історії його використання і замінити паливо з природної нафти і газу у двигунах. Теоретично хімічні процеси отримання синтетичної нафти і газу добре відомі, і зараз головним завданням в цій галузі є подальша розробка промислової технології. В принципі перетворення вугілля в газоподібне чи рідке паливо полягає в додаванні водню до вуглецю, який міститься у вугіллі, при особливих високотемпературних умовах, інколи в присутності каталізаторів, щоб забезпечити більш ефективний перебіг реакції.

Існує два способи отримання газоподібного палива з вугілля. Один з них пов'язаний з реакцією вугілля з водяною парою при високому тиску та температурі в реакторі. При цьому способі додаткова енергія надходить через часткове окислення вугілля. Продукт, отримуваний у цьому процесі, називається низькокалорійним газом; його теплота горіння – 4 - 9 МДж/м³. Цей газ може бути економічно використаний на місці в багатьох областях. Якщо при газифікації замість атмосферного повітря використовується чистий кисень, одержується газ з більшою теплотою горіння – 9 - 20 МДж/м³. Можливе також виробництво газу з теплотою горіння, близькою до теплоти горіння природного газу. Це досягається при застосуванні каталітичної реакції, яка називається метанація. Інший спосіб отримання висококалорійного газу являє собою безпосередню реакцію між вугіллям і воднем - гідрогенізація.

Підземна газифікація вугілля є одним з найдешевших способів вилучення вугілля. На відміну від газифікації, вилучення вугілля не потребує спеціального промислового обладнання для виробництва синтетичного газу. Через цю особливість підземна газифікація вугілля привертає до себе особливу увагу. Підземну газифікацію вугілля особливо доцільно застосовувати в тих випадках, коли вугільні прошарки залягають надто глибоко, щоб забезпечити його економічне добування традиційними засобами. Зазвичай газифікація відбувається або шляхом вдування під тиском кисню, в результаті чого створюється низькокалорійний газ, або шляхом подачі потоку з суміші кисню з парою для отримання синтетичного газу з більш високою теплотою горіння. В більшості випадків з метою отримання висококалорійного газу можливо також здійснювати подачу водневого потоку.

Підсумовуючи вище викладене, можна сказати, що найбільше потерпає від діяльності підприємств вугільної промисловості літосфера Землі. Не слід забувати

і про забруднення атмосфери, яке має місце при транспортуванні та складуванні вугілля.

Сьогодні проблеми екології охопили усі країни та континенти, торкнулися інтересів та потреб кожного мешканця на планеті, набули загального, глобального характеру. Цей стан обумовлений рядом обставин, з числа яких слід виділити наступні:

- співвідношення за масштабами прояву та ступеня впливу на навколишнє середовище процесів та виробництв, які створюються руками та волею людини, з природними процесами, які протікають в природі;
- в забрудненні навколишнього природного середовища значна частка припадає на гірничо-добувний комплекс.

Вплив гірничого виробництва на природне середовище починається з геологорозвідувальних робіт. Тут можна виділити такі види порушень навколишнього середовища:

- механічні (зміни природної структури гірського масиву, рельєфу місцевості, поверхневого шару землі, ґрунтів, у тому числі вирубування лісів, деформація поверхні);
- гідрогеологічні (зміна запасів, режиму руху, якості та рівня ґрунтових вод, водного режиму ґрунтів, винесення у ріки та водойми шкідливих речовин з надр землі);
- хімічні (зміна складу і властивостей атмосфери та гідросфери, в тому числі й підкислення, засолення, забруднення вод, збільшення фітотоксичних елементів у воді та повітрі);
- фізико-механічні (забруднення повітря, його підігрів, зміна властивостей ґрунтового покриву та інше);
- шумове забруднення, вібрація ґрунту та гірського масиву, викиди породи при вибухах; погіршення прозорості атмосфери та інші можливі явища, які супроводжують гірничі розробки, негативно впливаючи на навколишнє середовище.

Вирубування лісів та порушення рослинності відбувається в місцях відкритих розробок, при складуванні на поверхні розкривних порід та відвалів мінеральної сировини, при прокладенні доріг та будівництві споруд для обслуговування гірничодобувних підприємств.

Порушення земної поверхні відбувається при розкритті корисних копалин в місцях створення кар'єрів, розміщення стволів шахт та надшахтних споруд, при підземному добуванні корисних копалин внаслідок осідання поверхні. При вилученні порід просідає поверхня ґрунту. Западини, що утворюються, заповнюються водою. Таке явище спостерігається в Прикарпатті при розробці калійних солей. Водойми, що там утворились, досягають глибини 3 метрів. Гірничі розробки порушують гідроекологію ґрунту, призводять до збільшення стоку рудникових та шахтних вод, які несуть значну кількість забруднювачів: хлористі сполуки, сірчану кислоту, розчинні солі заліза, марганцю, міді, цинку, нікелю та інших. Особливо небезпечними для людини є важкі метали: Co, Mo, Mn, Be, а також метали-отрути - Hg, As, Se, Pb.

Порушення гідрології ґрунтів призводить до зниження врожайності оброблюваних культурних площ, які прилягають до гірничих відводів, де ведеться добування корисних копалин. При відкритому способі розробки навколо кар'єрів зростає депресійна воронка, скорочується живлення водними розчинами ґрунтового шару з усіма його наслідками. Так, в районі Курської магнітної аномалії зона активного впливу відкритого добування розповсюджується на 5 - 15 км. Поблизу кар'єрів у радіусі 1,5 - 2 кілометрів врожайність полів знизилася на 30-50% внаслідок підлужування ґрунтів до рН=8, зростання в них у 2 - 3 рази шкідливих домішок металів, які випадають з газопилових викидів та скорочення живлення водою.

Забруднення атмосфери при веденні гірничих робіт відбувається головним чином за рахунок пилу та газів, які утворюються при вибухах, а також природного газовиділення на шахтах та рудниках. Підраховано, що в середньому в світі щорічно при здійсненні вибухів виділяється біля 8 млн. т газів, що значно менше природного газовиділення, тому що лише на вугільних родовищах в атмосферу потрапляє більше 90 млн. т метану.

З наведеного короткого огляду зрозумілим є вплив гірничого виробництва на навколишнє середовище. Значення цього фактору з часом буде зростати.

Експлуатація надр спричиняє відчутний вплив на навколишнє середовище. Виводяться з користування великі площі сільськогосподарських угідь, завдається шкода ґрунтам, лісам, змінюється і гідрологічний режим великих територій та знижується їх продуктивність, змінюється навіть рельєф місцевості та рух повітряних потоків. Видобуток мінеральної сировини призводить до створення на

значних площах антропогенно-гірничопромислового ландшафту, для якого характерні як поверхневі нагромадження гірничих мас (терикони, шламосховища), так і від'ємні форми рельєфу - кар'єри, зони просадок поверхні над шахтними полями тощо. У цих районах відбувається перебудова всієї поверхні, різко збіднюється склад первинної рослинності, падає біологічна продуктивність земель, вичерпуються ґрунтові води. Зони просадок на рівнинних територіях часто, навпаки, заболочуються і вибувають з народногосподарського користування.

Значним джерелом забруднення навколишнього середовища є шкідливі гази, а також мінералізовані води, що відкачуються з шахт, кар'єрів та скидаються в поверхневі водостоки. Всі поверхневі нагромадження гірських порід стають активним джерелом тонкодисперсного пилу. Шахтні породи в териконах, схильні до самозагоряння, забруднюють повітря та ґрунти продуктами горіння, і перш за все сірчаними сполуками.

У найбільших гірничопромислових районах світу розробки корисних копалин ведуться на площах, що охоплюють тисячі га землі. В Україні найбільші масштаби гірничих робіт на Криворіжжі. Тут порушено близько 18 тис. га земель, зокрема відвалами, шламосховищами зайнято близько 12 тис. га.

Прогресивною технологією ведення гірничих робіт, що включає створення відвалів породи і забруднення навколишнього середовища, є підземна розробка родовищ з закладанням виробленого простору породою. Повинна проводитися робота щодо рекультивації порушених земель, роботи по гасінню, розрівнюванню і озелененню териконів (у Донбасі, Львівсько-Волинському басейні), по збереженню родючого ґрунтового шару.

З інтенсивним відкачуванням підземних вод, нафти, газу пов'язані значні осідання земної поверхні, що нерідко супроводжується деформацією споруд, заболочуванням місцевості, затопленням прибережних територій. Відкачування підземних вод викликає зниження їх рівня на всій прилеглої території, що призводить до загибелі лісів, зниження родючості ґрунтів.

Методи видобутку мінеральної сировини, що застосовуються, та економічні фактори дозволяють здійснювати лише часткове вилучення багатьох корисних копалин. На ряді шахт при розробці родовищ в надрах залишається значна кількість вугілля, залізної руди, кольорових металів, калійних солей та інших видів сировини.

При видобутку вугілля залишаються в надрах від 20 до 45% його розвіданих запасів, чорних металів біля 20 - 25%, руд кольорових металів 20% і більше. При видобутку нафти невилученою залишається більша частина запасів, що коливається від 55 до 70%. Розмір втрат значною мірою залежить від способу розробки родовищ, а також від техніки та технології гірничих робіт.

Підвищенню повноти вилучення сировини найбільше сприяє відкритий, кар'єрний спосіб розробки родовищ, на розвиток якого орієнтується гірничо-промисловість. Розмір втрат при цьому знижується до 3 - 8% і лише для складних родовищ досягає 10 - 12%. Зниження втрат при шахтному видобутку забезпечується закладкою виробленого простору порожньою породою. Розробляти родовище - значить максимально використовувати не лише головну корисну копалину, що складає рудне тіло, а й усі породи, які добуваються супутньо, перш за все розкривні породи, при кар'єрному способі розробки.

За рахунок комплексної розробки родовищ в Україні вже виробляються вапнякові добрива, формувальні матеріали для литва, дорожній щебінь, керамзит, цементна сировина.

На п'яти залізорудних гірничозбагачувальних комбінатах Кривбасу щорічно скидається у відвали майже 200 млн. м³ твердих скельних порід зі складу розкривних та рудовмісних пластів. Їх використання для виробництва будівельної та дорожньої щебілки нерентабельне. На Нікопольських марганцеворудних комбінатах у відвали щорічно скидається біля 200 млн. м³ розкривних порід. В їх складі 7,8 млн. м³ керамзитових глин, будівельні вапняки, кварцові піски, цегляні глини.

Площі, зайняті відвалами, як і всі землі, порушені гірничими роботами, підлягають рекультивації. В Україні гірничодобувними виробництвами зайнято близько 190 тис. га землі. Щорічно з цією метою виділяється ще 7 - 8 тис. га, причому до 40 - 50% усіх земельних ділянок займається відвалами [7].

Рекультивація земель після проведення гірничих робіт передбачає збереження земельних багатств країни та забезпечення населенню нормальних санітарно-гігієнічних умов життя.

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.

Найважливішими етапами відновлення порушених земель є гірничотехнічна та біологічна рекультивація.

Гірничотехнічна рекультивація передбачає гасіння териконів, формування плоских відвалів, згладжування схилів, засипання понижень. Сплановані поверхні перекриваються глинистою породою, будь-якою ґрунтоутворюючою породою і ґрунтом. Породи ґрунтового покриву ще до початку гірничих робіт зрізаються і зберігаються в спеціальних відвалах.

Біологічна рекультивація включає в себе заходи по відновленню 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 при добуванні марганцевих руд, здійснюють у Дніпропетровській області, при добуванні залізних руд - в АР Крим, 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 розкритими породами і після планування поверхні засипається чорноземом, що зберігається в спеціальних відвалах-запасниках. З метою охорони навколишнього середовища від забруднення при проведенні геологорозвідувального буріння використовуються герметичні покриття, утилізуються стічні води, буровий шлам відвозиться в шламовідвали.

Значне місце відводиться контролю за охороною підземних вод від виснаження та забруднення, вивченню їх режиму, розвитку екзогенних геологічних процесів. В останні роки проводяться заходи щодо підвищення

ефективності освоєння родовищ, використання природних ресурсів та охорони надр.

Знизилися втрати корисних копалин в надрах, широко використовується відкритий спосіб розробки родовищ, залучаються нові прогресивні технологічні схеми з метою підвищення продуктивності праці та рівня вилучення корисних копалин при добуванні; залучаються в експлуатацію нові, в тому числі великі родовища, запаси під забудованими територіями та природними об'єктами, які охороняються; створюються та залучаються прогресивні технологічні схеми переробки та збагачення корисних копалин; спостерігається деяке покращення у використанні гірських порід, які добуваються супутньо, як сировина для виробництва будівельних матеріалів.

В різних галузях гірничодобувної промисловості досягнені успіхи в промисловій реалізації розробленої комбінованої піро-, гідрометалургійної та збагачувальної технології переробки бідних руд, концентратів та промпродуктів збагачення, методів утилізації відходів та організації маловідхідного виробництва.

Пропонуються нові перспективні технологічні процеси переробки збалансованих та важкозбагачуваних руд, концентратів та підходів, методи фотометричного, рентгенолюмінесцентного, радіометричного, радіорезонансного сортування, вибіркового подрібнення, осадження та сухої магнітної сепарації подрібненого матеріалу. Підвищенню уваги галузевих міністерств до проблеми повноти використання родовищ сприяло посилення державного нагляду за раціональним використанням та охороною надр, удосконалення планування рівня вилучення корисних копалин при добуванні та переробці, встановлення економічних санкцій за наднормативні втрати корисних копалин при добуванні, стимулювання раціонального використання надр [8].

Зараз задачею багатьох країн є перетворити ресурсозбереження у вирішальне джерело задоволення зростаючих потреб народного господарства. Слід досягти того, щоб приріст потреб у паливі, енергії, сировині та матеріалах на 75 - 80% задовольнявся за рахунок їх економії. Звідси стає зрозумілою необхідність посилення робіт по комплексному використанню надр та мінеральної сировини.

Вже зараз за рахунок утилізації відходів об'єми гірської маси, яка спрямовується у відвали, можна скоротити на 20 - 25% і зберегти таким чином певну кількість грошей. Економія буде досягнена за рахунок скорочення капіталовкладень в індустрію будівельних матеріалів, зменшення площ земель, які

зайняті порожньою породою, та інше. Комплексне використання сировини потребує перебудови технологій на шахтах (рудниках) та гірничо-збагачувальних комбінатах.

При сучасних масштабах гірничих робіт виникла гостра суспільна та екологічна проблема створення гірничих підприємств, які здатні здійснювати комплексну переробку гірських порід з максимальною віддачею суспільству корисної мінеральної продукції і, разом з тим, вони повинні з перших же днів своєї діяльності забезпечувати рекультивацію та відтворення земельних угідь за рахунок невикористаної гірської маси.

В цілому для вирішення проблеми комплексного освоєння ресурсів твердих корисних копалин, супутніх газів, вод та підземного простору необхідною є наукова розробка принципів та основ нових гірничих технологій, технічних засобів, системи управління та організації ефективного та комплексного гірничого виробництва з урахуванням вимог екології.

Настав час створювати великі територіальні комбінати з добування корисних копалин, де цех чорної металургії працював би на природній сировині, а цех кольорової металургії - на його відходах, хімічний же цех - на відходах першого та другого і т.д. Хоча така робота потребує певних зусиль, вона може бути втілена в життя. А головне, вона дуже потрібна для радикального вирішення проблеми утилізації відходів на основі повного, екологічно доцільного використання усіх другорядних відходів виробництва як сировини суміжних та одночасних процесів.

Основні пріоритети в структурній політиці будуть визначатися наступними факторами:

- скороченням залучення у мінерально-сировинну сферу трудових та матеріальних ресурсів;
- зміщення пріоритетів на підвищення якості і розширення асортименту товарної продукції;
- акцентом на задоволення життєво необхідних соціальних і економічних потреб населення;
- ширшим залученням техногенних джерел сировини (зі складу відходів).

Більше того, обсяги промислових запасів і їх видобутку знаходяться в такому співвідношенні, яке значно перевищує економічно доцільні норми і свідчить про надлишковість розвіданих запасів. Але багато в чому така оцінка є формальною і не відповідає цілям прогнозу. Особливістю мінерально-сировинного балансу

України є низька якість майже всіх видів сировини і більш глибоке залягання у порівнянні з аналогами у країнах ринкової економіки (практично ніде в світі вугілля і залізна руда не видобуваються з таких глибин, як в Україні).

Резервний фонд родовищ обмежений, і головним завданням щодо традиційних корисних копалин стане в наступні роки підтримка потужностей діючих гірничодобувних підприємств, підвищення якості їх продукції.

Ресурси нафти і природного газу дозволяють принаймні вдвічі збільшити їх видобуток. Але представлені вони переважно дрібними і глибокозалягаючими родовищами, що обмежує форсоване збільшення видобутку. Незважаючи на важковидобувний характер ресурсів вуглеводнів, нафтогазова галузь буде належати до найбільш рентабельних.

Освоєння Чорноморського та Азовського шельфу, за оцінками, може дати значну частину приросту видобутку. За оцінкою експертів, нафтовидобуток в Україні може зрости з 4,1 млн. т у 1997 році до 8,0 - 8,5 млн. т у 2015 році. Але для цього слід нарощувати обсяги експлуатаційного та розвідувального буріння, освоювати нові родовища (у тому числі в акваторії Чорного та Азовського морів), впроваджувати нові технології тощо.

Видобуток природного газу теж можна і потрібно збільшити до 35 – 40 млрд. м³ у 2015 р., тобто до такого рівня, що перевищить рівень 1997 року у 1,9 - 2,2 рази і забезпечить половину теперішніх потреб України у природному газі. Це вимагатиме вирішення ряду проблем, які характерні також для нафтовидобувної промисловості (інтенсифікація геологорозвідувальних робіт із застосуванням технічних засобів, впровадження ефективних технологій буріння і розробки родовищ, у тому числі на шельфі морів тощо).

Найбільш нагальними проблемами подальшого розвитку вугільної промисловості, цієї особливо масштабної галузі, є її реструктуризація та поновлення шахтного фонду. В разі їх вирішення створяться умови для поступового нарощування вуглевидобутку: за прогнозом - до 100 - 105 млн. т у 2015 році (у 1997 році - 75,9 млн. т) [9].

Створений у вугільній промисловості резервний фонд ділянок для нового будівництва та реконструкції діючих шахт (більше 120 дільниць з запасами до 13 млрд. т) повністю знімає питання про ресурсне забезпечення галузі на весь прогнозний період. Причому нові об'єкти освоєння забезпечать сприятливі гірничо-геологічні умови ведення робіт.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. З яких хімічних речовин складається сира нафта?
2. Де застосовується у народному господарстві природний газ?
3. Де в світі розташовані найбільші запаси нафти?
4. Які Ви знаєте способи видобування нафти?
5. В чому полягає небезпека потрапляння нафти у воду?
6. Якими речовинами забруднюється атмосфера при переробці нафти?
7. Які існують два способи видобутку вугілля?
8. Де в Україні розташовані запаси кам'яного вугілля?
9. На Ваш погляд, якій частині навколишнього завдає найбільшої шкоди вугільна промисловість?
10. Які Вам відомі методи зниження антропогенного тиску добувної промисловості на довкілля?



Рекомендована література

1. Войлошников В.Д., Войлошникова Н.А. Книга о полезных ископаемых. - М.: Недра, 1991. - 175 с.: ил.
2. Урбоекологія. / В.П. Кучерявий - Львів: Світ, 2001. - 439 с.: іл.
3. Клименко Л.П. Техноекологія. 2-е вид., перероб. – С.: Таврія, 2000. – 543 с.
4. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. / В.С. Бесков, В. С. Сафронов - М.: Химия, 1999. - 470 с.: ил.
5. Блон Ж. Великий час океанов. - Т. 2. - Атлантический океан; Тихий океан; Полярные моря / Пер. с фр. А.М. Григорьева. - М.: Славянка, 1993. - 446 с.
6. Химия нефти и газа. / А.И. Богомоллов, А.А. Гайле, В.В. Громова и др.; Под ред. В.А. Проскурякова, А.Е. Драбкина. - 2-е изд., перераб. - Л.: Химия, 1989. - 424 с.

7. Пыльнева Т.Г. Природопользование. - М.: Финстатинформ, 1997. - 144 с.
8. Как осваивать недра в условиях рыночных хозяйственных отношений // Безопасность труда в промышленности. - 1991. - № 8. -С. 21-22.
9. Методологічні засади комплексного розвитку і розміщення продуктивних сил регіонів. - К.: РВПС Україна НАН України, 1998. - 161с.

Розділ 5. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ НА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Теплові електростанції. Принцип роботи ТЕС

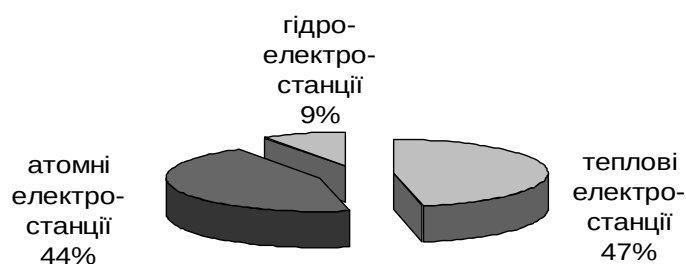
Розгляд цієї теми почнемо з визначення поняття енергетика і її основної складової – електричної станції.

Енергетика - це галузь господарства, котра охоплює енергетичні ресурси, добування, перетворення, передачу і використання різноманітних видів енергії.

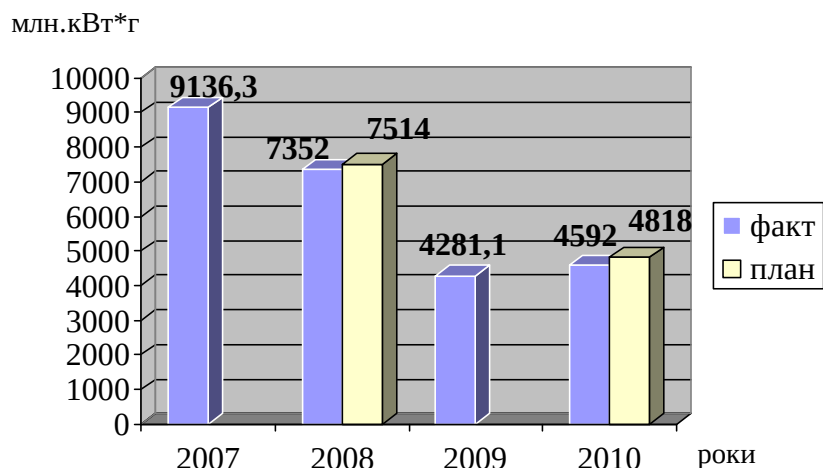
Електрична станція - це сукупність установок, обладнання та апаратури, які використовуються безпосередньо для виробництва електричної енергії, а також необхідні для цього споруди та будівлі, розташовані на певній території. Тобто, підприємства, призначені для виробництва електричної енергії, називають електростанціями. [1]

Сьогодні більшість електричної енергії в Україні виробляється на теплових електростанціях (мал.5.1). Таким чином, теплові електростанції виробляють 47% електроенергії в Україні і є найбільшим джерелом електроенергії на сучасному етапі розвитку електроенергетики країни. Однак обсяги виробництва електроенергії за останні роки значно скоротилися (мал. 5.2). [2]

Теплові електростанції (ТЕС) перетворюють хімічну енергію палива (вугілля, нафти, газу тощо) послідовно в теплову, механічну і електричну енергію. За енергетичним устаткуванням ТЕС поділяють на паротурбінні, газотурбінні та дизельні електростанції.



Мал. 5.1 - Структура виробництва електроенергії в Україні



Мал. 5.2 - Динаміка виробництва електроенергії теплоелектростанціями України (в середньому протягом одного місяця)

Паротурбінні електростанції (ТПЕС) – класичний варіант ТЕС, виробляючий електричну енергію за рахунок перетворення хімічної енергії палива в електричну. Основне енергетичне устаткування: котлоагрегати чи парогенератори, парові турбіни, турбогенератори, а також пароперегрівачі, постачальні, конденсаторні та циркуляційні насоси, конденсатори, повітропідігрівачі, генератори, електричне розподільне обладнання. Паротурбінні електростанції поділяють на конденсаційні електростанції (КЕС) та теплоелектроцентралі (ТЕЦ).

Особливістю теплоелектроцентралі (ТЕЦ) є реалізація споживачам електроенергії та теплової енергії у вигляді пари або гарячої води. На відміну від конденсаційних станцій, на 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 1 кВт•год виробленої ними електроенергії.

Конденсаційні електростанції (КЕС) розрізняють за типом енергії, що відпускається (енергетичним призначенням). На КЕС тепло, яке отримали при спалюванні палива, передається у парогенератори водяної пари, котра потрапляє у конденсаційну турбіну. Внутрішня енергія пари перетворюється в турбіні у механічну енергію, а потім електричним генератором в електричний струм. Відпрацьована пара відводиться у конденсатор, звідки конденсат пари

перекачується насосами знов у парогенератор. Таким чином, особливість КЕС – багаторазове використання пари.

У 50-70-х роках в електроенергетиці з'явилося електроенергетичне устаткування з газовою турбіною.

Газотурбінні електростанції (ГТЕС) використовуються як резервні джерела енергії (потужність 25 - 110 МВт) для покривання 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.

Дизельна електростанція (ДЕС) - енергетична установка, обладнана одним або декількома паливоелектричними генераторами, вал яких рухається за рахунок енергії, отриманої при згорянні у дизельному двигуні і перетворенні хімічної енергії дизельного пального в механічну. Великі ДЕС мають потужність до 5000 кВт і більше.

На стаціонарних дизельних електростанціях встановлюють 4-тактні дизель-агрегати потужністю від 110 до 750 кВт. Стаціонарні дизельні електростанції та енергопотяги устатковуються декількома дизель-агрегатами та мають потужність до 10 МВт. Пересувні дизельні електростанції мають потужність від 0,2 до 5000 кВт, а потужністю 25 - 150 кВт розташовуються звичайно в кузові автомобіля або на окремих шасі, або на залізничній платформі та вагоні. Дизельні електростанції використовують у сільському господарстві, в лісовій промисловості, у пошукових партіях тощо як основне, резервне або аварійне джерело електропостачання силових та освітлювальних мереж. На транспорті дизельні електростанції застосовуються як основне енергетичне обладнання (дизель-електровози, дизель-електроходи).

Теплові електростанції є основою електроенергетики (табл. 5.1). Паливо, що використовується на ТЕС - вугілля, природний газ, мазут, сланці, дрова. Підвищення одиничної потужності ТЕС обумовлює ріст абсолютної витрати палива окремими електростанціями [3].

Таблиця 5.1 – Обсяги виробництва електроенергії різними видами електростанцій протягом 2008 року

| Джерела генерації | Виробіток за планом | | Фактичний виробіток | |
|-------------------|---------------------|------|---------------------|------|
| | млн.кВт | % | млн.кВт | % |
| АЕС | 89 287,0 | 46,2 | 89 841,4 | 46,9 |
| ТЕС і ТЕЦ | 95 192,2 | 48,9 | 90 496,8 | 47,2 |
| ГЕС та ГАЕС | 9 410,0 | 4,9 | 11 345,6 | 5,9 |

Для визначення основних етапів перетворення хімічної енергії палива в електричну енергію розглянемо складові теплової електростанції. До складу ТЕС входять: паливне господарство та система підготовки палива до спалювання; котельне обладнання - сукупність котла та допоміжного обладнання; установки водопідготовки та конденсатоочистки; система технічного водопостачання; система золошлаковидалення; електротехнічне господарство; система управління енергообладнанням.

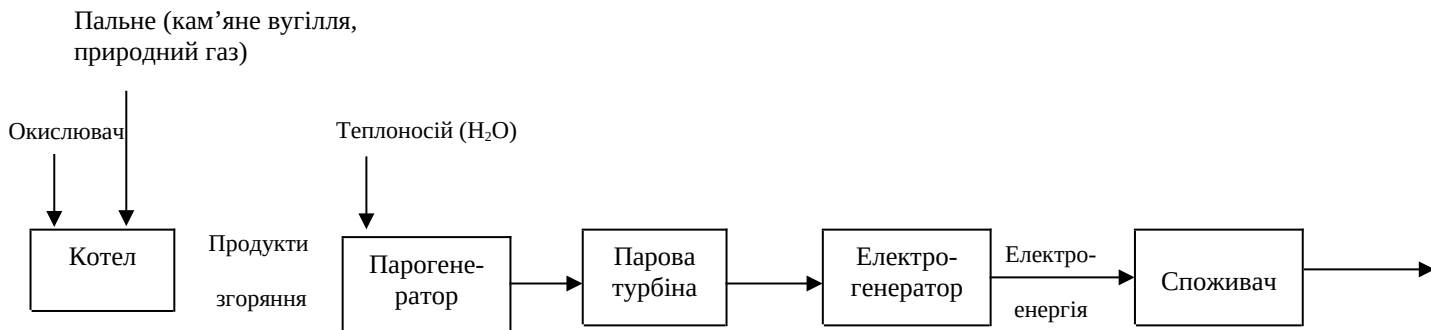
Паливне господарство містить приймально-розвантажувальні прилади; транспортні механізми; паливні склади твердого та рідкого палива; прилади для попередньої підготовки палива (дробильні для вугілля). У склад мазутного господарства входять також насоси для перекачування мазуту та підігрівачі.

Підготовка твердого палива до спалення складається з розмелу та сушіння його у пилоприготувальній установці, а підготовка мазуту полягає в його підігріві, очистці від механічних домішок, іноді в обробці спеціальними присадками. Підготовка газового палива зводиться в основному до регулювання тиску газу перед надходженням його до парогенератора.

При спалюванні палива хімічно зв'язана енергія перетворюється в теплову, утворені продукти спалювання, котрі у поверхнях нагріву котла віддають теплоту воді та парі, яка з неї утворюється. Сукупність обладнання, окремих його елементів, трубопроводів, по яких рухається вода та пара, утворює водопаровий тракт станції.

У котлі вода нагрівається до температури насичення, випаровується, а утворена з киплячої (котлової) води насичена пара перегрівається, і з котла

перегріта пара ($\sim 540^{\circ}\text{C}$) направляється по трубопроводах у турбіну, де її теплова енергія перетворюється в механічну (тиск 3,5 - 6,5 кПа), що передається валу турбіни. Відпрацьована в турбіні пара потрапляє до конденсатора, віддає теплоту охолоджувальній воді і конденсується. На мал. 5.3 схематично показана принципова робота ТЕС.



Мал. 5.3 – Принципова схема роботи ТЕС

Термодинамічні основи роботи ТЕС: на паротурбінних електростанціях базуються на тому, що ротори електричних генераторів приводяться до обертання паровими турбінами, у яких теплова енергія пари перетворюється в кінетичну, що передається роторові турбіни. Таким чином, водяна пара є робочим тілом паротурбінної електростанції. Пара з необхідними параметрами утворюється у котлі за рахунок теплоти, що виділяється при спалюванні органічного палива.

5.2 Характеристика впливу на навколишнє середовище теплових електростанцій

Взаємодія енергетичного підприємства з навколишнім середовищем відбувається на всіх стадіях використання палива, перетворення та передачі енергії.

Для згорання палива необхідний кисень повітря. Продукти згорання передають основну частину теплоти робочому тілу енергетичної установки, частина теплоти розсіюється в навколишнє середовище, а частина виноситься з

продуктами згоряння крізь димову трубу в атмосферу. Типові викиди ТЕС представлені у табл. 5.2

Робота обладнання у змінному режимі, особливо із зупинками блоків, призводить до суттєвого підвищення витрат палива та сумарних викидів.

Видалені з топки зола та шлаки утворюють золошлаковідвали на поверхні літосфери. У паропроводах від парогенератора до турбогенератора, у самому турбоагрегаті відбувається передача тепла навколишньому повітрю. У конденсаторі, а також в системі регенеративного підігріву води теплота конденсації та переохолодження конденсату сприймається охолоджувальною водою. Крім конденсаторів турбоагрегатів, споживачами охолоджувальної води є маслоохолоджувачі, системи змиву та інші допоміжні системи, які виділяють зливи на поверхню або в гідросферу.

Одним з факторів впливу вугільних ТЕС на навколишнє середовище є викиди систем складування палива, його транспортування, пилоприготування та можливе не тільки забруднення пилом, але і виділення продуктів окислення палива [3]. По-різному (в залежності від прийнятої системи золошлаковидалення) впливає на навколишнє середовище видалення шламу і золи.

Розповсюдження перелічених викидів в атмосфері залежить від рельєфу місцевості, швидкості вітру, перегріву їх по відношенню до температури навколишнього середовища, висоти хмарності, фазового стану та їх інтенсивності. Так, капельні градирні в системі охолодження конденсаторів ТЕС суттєво звожують мікроклімат в районі станції, сприяють утворенню низької хмарності, туманів, зниженню сонячної освітленості, викликають мряку, а взимку - іній та ожеледицю. Взаємодія викидів з туманом призводить до утворення стійкої сильно забрудненої дрібнодисперсної хмари - смогу, найбільш щільної біля поверхні землі. Одним з видів впливу ТЕС на атмосферу є збільшення споживання повітря, необхідного для спалювання палива.

Взаємодія ТЕС з гідросферою характеризується в основному споживанням води системами технічного водопостачання, в тому числі необоротним споживанням води. Витрати води залежать від початкових та кінцевих параметрів пари та від системи технічного водопостачання. За деякими оцінками, на перспективу можна приймати такі витрати води на охолодження конденсаторів на ТЕС - 120 кг/кВт · год.

Таблиця 5.2 - Викиди та витрати палива ТЕС, тис. т/рік (потужність 1000МВт)

| Викид | Вид палива, який вживає ТЕС | | |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| | Газ, $1,9 \cdot 10^9 \text{ м}^3$ | Мазут*, $157 \cdot 10^6 \text{ т}$ | Вугілля**, $2,3 \cdot 10^6 \text{ т}$ |
| SO _x | 0,012 | 52,66 | 139,00 |
| NO _x | 12,08 | 21,70 | 20,88 |
| CO _x | Незначне | 0,08 | 0,21 |
| Тверді частки | 0,46 | 0,73 | 4,49 |
| Гідрокарбонати | Незначне | 0,67 | 0,52 |

* Вміст: S^p = 1,6 %, Ag = 0,05%.

** Вміст: S^p = 3,5 % (15 % залишається в золі), Ag = 9%; коефіцієнт золовловлювання 97,5 %.

Виходячи з цього, при рівні споживання енергії в 2000 році на охолодження конденсаторів усіх ТЕС та АЕС України використано близько 7 км³ води. При промивці поверхонь нагріву котлоагрегатів утворюються розбавлені розчини соляної кислоти, натрію, аміаку, солей амонію, заліза та інших речовин. В цілому вплив ТЕС на водний басейн залежить від організації, системи технічного водопостачання, конструкції фільтрів та скидних пристроїв. Основними факторами впливу ТЕС на гідросферу є викиди теплоти, наслідками котрих можуть бути: постійне локальне підвищення температури у водоймищі; тимчасове підвищення температури; зміна умов льодоставу, зимового гідрологічного режиму; зміна умов паводків; зміна розподілу залишків випаровувань, туманів. Поряд з порушенням клімату теплові викиди призводять до заростання водойм водорослями, порушення кисневого балансу, що створює загрозу для життя мешканців рік та озер.

Основними факторами впливу ТЕС на літосферу є осадження на її поверхні твердих часток та рідких розчинів продуктів викидів в атмосферу, споживання ресурсів літосфери, в тому числі вирубування лісів, добування палива, вилучення з сільськогосподарського обороту орних земель та лугів під будівництво ТЕС та золовідвалів. Наслідком цих перетворень є зміна ландшафту.

Електростанція потужністю 100 МВт, працююча на вугіллі, навіть з можливостями знешкодження до 80% двоокису сірки, буде мати річні викиди в атмосферу близько 5000 тонн SO₂, та 10000 тонн NO_x [4]. На поверхні Землі в районі електростанції утворюється близько 400000 тонн золи, в якій приблизно 80

тонн важких металів, включаючи миш'як, свинець, кадмій, ванадій та ін. Теплова електростанція потужністю 1 тис. МВт при спалюванні палива витрачає таку кількість кисню, яку виділяє 101 тисяча гектарів лісу.

Проблема запобігання забрудненню навколишнього середовища продуктами згоряння органічних палив ускладнюється процесом урбанізації, який сприяє економічному розвитку.

Таким чином, задача запобігання шкідливому тепловому забрудненню водного басейну для ТЕС - це скорочення теплових скидів, які безперервно збільшуються, шляхом підвищення економічності електростанцій та раціональна організація розсіювання тепла у просторі з перетворенням його частини у прихований стан випаровуванням нагрітої води. Такий захід є аналогічним запобігання утворення в атмосфері недопустимих концентрацій забруднюючих речовин викидом газів крізь високі труби і перемішування їх з повітрям, перед тим як вони досягнуть земної поверхні.

Одним з найбільш перспективних та радикальних напрямків у запобіганні викидам забруднюючих речовин в атмосферу та природні водойми є зміна технології виробництва електроенергії, котра дозволила б значно скоротити шкідливі викиди.

Цікавим є виробництво електроенергії на базі магнітно-динамічних генераторів, що дає змогу підвищити коефіцієнту корисної дії (ККД) енергетичної установки приблизно до 50 - 60% і тим самим знизити питомі витрати палива та обмін виробництва з навколишнім середовищем. Ефект та масштаби застосування цієї нової технології виробництва електроенергії у галузі захисту навколишнього середовища будуть залежати від можливості використання у цих установках твердого палива, а також запобігання викидам в атмосферу окислів азоту, які інтенсивно утворюються при високих температурах, характерних для магніто-гідродинамічних генераторів, а також від вдосконалення очищення продуктів згоряння від твердих часток присадок (карбонат калію, ізотоп котрого є радіоактивним). [5]

Проблема запобігання забрудненню водних басейнів може бути вирішена більш просто та досконало, ніж захисту атмосферного повітря, оскільки основними відходами енергетичного виробництва є газоподібні продукти, котрі викидаються в атмосферу. На шляху регенерації відпрацьованих вод

електростанцій немає принципових перешкод, та здійснення замкнених технологічних схем водовикористання неможливе.

Окремо поставлено питання про запобігання забрудненню земельних угідь золовідвалами. Для зменшення забруднення місцевості ТЕС твердими відходами необхідно вживати заходів щодо поставки на електростанції палив з меншим вмістом пустої породи, а також збільшувати масштаби використання у народному господарстві золи та шлаку. Актуальними є проблеми створення нефільтрованих золовідвалів, а також біологічні та агротехнічні питання, пов'язані з рекультивацією відпрацьованих золовідвалів.

Усі вище означені заходи є дуже важливими для подальшого отримання електричної енергії на теплових електростанціях. Сьогодні для зниження антропогенного тиску на довкілля, для зменшення забруднення атмосфери на електростанціях застосовуються *електрофільтри, мокрі золоуловлювачі, батарейні циклони* [6].

Для досягнення найбільш глибокого очищення димових газів в основному на великих енергоблоках потужністю 300 МВт та більше встановлюються електрофільтри, принцип дії яких ми розглянули раніше.

Мокрі золоуловлювачі з трубами Вентурі, які працюють при маленьких питомих витратах води та невеликих перепадах тиску, встановлюються за котлоагрегатами середньої паропродуктивності, якщо цьому не перешкоджають процеси утворення відкладень на поверхнях апаратів, обумовлені особливим складом золи спалюваного палива.

Результатом роботи газоочисного обладнання є накопичення великої кількості вловленої золи. Використання золи визначається її складом та властивостями. Золи, які містять значну кількість окису кальцію, практично без додаткової переробки можуть бути використанні для луження кислих ґрунтів та в якості добрива, бо містять 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 при виробництві залізобетонних конструкцій тощо.

Вищезазначене газоочисне обладнання якісно працює лише для зменшення кількості завислих частинок. Але при роботі ТЕС утворюється багато токсичних газоподібних речовин. Основними з них є оксиди сірки та азоту.

Для очищення від окисів сірки використовується сухий вапняковий спосіб очищення, який полягає у додаванні до твердого палива перед його роздробленням вапняку або доломіту.

На деяких теплових станціях також застосовуються *мокрі способи очищення* димових газів від оксидів сірки:

- вапняковий спосіб – поглинання оксиду сірки II дешевими лужними речовинами, наприклад, гідроксидом або карбонатом кальцію (ступінь очищення — до 97,0%);
- магнезитовий спосіб - нейтралізація оксиду сірки II суспензією оксиду магнію в скрубєрі (ступінь очищення – 90 - 92%).

Для зменшення кількості викидів оксидів азоту застосовують аналогічні газоочисні апарати з іншими хімічними реагентами.

Доцільно впроваджувати також *заходи технологічного характеру*, які дозволяють зменшити утворення токсичних речовин, а саме: 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, впорскування води або пари та ін.

Для скорочення забруднення водоймищ використовують як технологічні так і водоочисні засоби [7]. Вода після охолодження конденсаторів турбін та повітроохолоджувачів несе теплове забруднення, оскільки її температура на 10°C перевищує температуру води у водоймищі. Однак охолоджувальні води можуть вносити у природні водойми багато речовин, тому що до системи охолодження входять також і маслоохолоджувачі, порушення роботи котрих може призводити до проникнення нафтопродуктів (масел) до охолоджувальної води. Найбільш надійним напрямком вирішення проблеми забруднення охолоджувальних вод нафтопродуктами є виділення системи охолодження таких апаратів, як маслоохолоджувачі та подібних до них, в особливу автономну систему, відокремлену від системи охолодження "чистих" апаратів.

На ТЕС, які використовують тверде паливо, видалення значної кількості золи та шлаку звичайно виконується гідравлічним способом, що потребує багато води. Тому основним напрямком в цій галузі є створення оборотної системи гідрозоловидалення.

У теперішній час на теплових станціях очищення стічних вод складається з трьох етапів: скиду всіх відпрацьованих розчинів та відмивних вод в усереджувач, виділення з рідини токсичних речовин другої групи з наступним збезводнюванням осаду, який утворюється, очищення від речовин третьої групи. Застосовують осадження (враховується рН) з підлуженням або без нього. Також може використовуватися біологічне очищення (в основі лежать процеси що протікають у природі - самоочищення води), очищення аерацією та інші методи.

Для запобігання тепловому забрудненню водоймів використовуються такі методи: обмеження температур змішаної води та води, яка скидається (застосування водозбірних приладів ежекторного або струменевого - дифузорового типу для зменшення розмірів зони підвищених температур, завдяки турбулентному перемішуванню), градирні (для охолодження теплої води) та інші.

Таким чином, при комплексному плануванні та фінансуванні всіх засобів запобігання забрудненню навколишнього середовища та розвитку науки і техніки в цій галузі є реальні можливості забезпечити необхідні етапи росту енергетичного виробництва, з дотриманням санітарних норм чистоти атмосферного повітря та вод природних водойм.

5.3 Атомні електростанції. Принцип роботи

Ядерна енергетика ґрунтується на перетворенні внутрішньоядерної енергії в інші види: теплову, механічну та електричну, а потім використанні її для промислових та побутових потреб. На атомних електростанціях (АЕС) ядерна енергія перетворюється в електричну: АЕС використовує теплоту, котра утворюється в ядерних реакторах внаслідок ланцюгової реакції поділу ядер деяких важких елементів, і потім перетворює її в електричну енергію.

Атомна енергетика - це не тільки атомні електростанції, а й комплекс підприємств, які потрібні для забезпечення їх паливом. Це рудники, де добувають уранову руду, заводи по її переробці і виділенню окислу урану, підприємства, на яких відокремлюють ізотопи урану і створюють тепловиділяючі елементи. Після того, як ці елементи з ураном використають на атомній електростанції, їх транспортують на завод, де з цього використаного палива відокремлюють

продукти поділу і неспалене паливо. Цей цикл закінчується захороненням або утилізацією решток поділу та інших радіоактивних елементів.

В природі існує тільки один елемент, який сам ділиться, - це уран. Тому саме він є основним паливом для атомних станцій. Уранова руда складається з трьох ізотопів: урану-234, урану-235 та урану-238; і тільки уран-235 підходить як паливо для ядерних електростанцій. До складу руди входить не більше 0,7% урану-235. Кількість ізотопу збільшується в процесі збагачення приблизно до 90% урану-235.

Сьогодні на основі досліджень стала реальною задача комплексного використання атомних станцій для виробництва електричної та теплової енергії. Тобто, на базі розміщення атомних електростанцій поблизу міст та промислових об'єктів. Вплив атомної енергетики на природне середовище відносно невеликий: виробництво енергії на АЕС не супроводжується використанням кисню, забрудненням атмосфери SO_2 , NO_x , золою, а викиди в атмосферу радіоактивних речовин значно нижчі від встановлених норм. Вплив АЕС на довкілля дуже великий у "тепловому" відношенні, забрудненні води та підвищенні її температури.

Атоменергопромисловий цикл складається з двох окремо територіально розташованих блоків: добування і збагачення урану в районах його покладів і функціонування АЕС і АТЕЦ в районах споживання їхньої електроенергії.

Можливість розташування АЕС у потрібному районі завдяки абсолютній транспортабельності палива сприяє розвитку поблизу станцій електро- і теплоємних виробництв. Наприклад: виплавлення алюмінію - Запорізька АЕС, алюмінію та нікелю - Кольська АЕС.

Взагалі АЕС розташовують незалежно від паливно-енергетичного фактору та орієнтують на споживачів у районах з напруженим паливно-енергетичним балансом. Оскільки АЕС водоемкі, їх споруджують біля водних джерел.

За даними МАГАТЕ, у світі діє 445 реакторів загальною потужністю 220 млн. кВт у 33 країнах. Продовжують будувати нові АЕС Японія, Росія, Франція, Німеччина, Корея, Україна.

В Україні функціонує 5 АЕС, на яких встановлено 17 енергоблоків. В 1996 році вони виробили 44% електроенергії країни. Це Запорізька - 6 млн. кВт, Хмельницька та Південноукраїнська - по 3 млн. кВт, Чорнобильська - 2 млн. кВт та Рівненська - 818 МВт [8]. Будівництво Кримської та Чигиринської АЕС зупинено.

Основним технологічним агрегатом атомної електростанції є ядерний реактор.

Ядерний реактор - пристрій для здійснення і підтримання ядерної реакції поділу ядер важких елементів вільними нейтронами. Поділ супроводжується виділенням енергії, яка перетворюється в теплову в результаті зупинення осколків ядер.

В центральній частині реактора розташована активна зона, в якій проходить ядерна реакція. Вона складається з уповільнювача з технологічними каналами, всередині яких знаходяться тепловиділяючі зборки (ТВЗ). ТВЗ складаються з тепловиділяючих елементів (ТВЕЛів), стержнів, серцевина яких вироблена з ядерного палива, охоплених оболонкою, або конструкційним матеріалом. Теплота, яка виділяється в ТВЕЛах і складає більше 90% усієї ядерної енергії поділу, виводиться з реактора потоком рідкої чи газоподібної речовини - теплоносієм по системі тепловідбору. Активній зоні надають форму кулі або циліндра і поміщають її в корпус, що дозволяє робити ТВЕЛи однакових розмірів. Щоб реакція не зупинилась і не стала надкритичною, в активну зону вводять компенсуючі стержні з матеріалів, які добре поглинають нейтрони. Пуск і зупинка реактора, перехід з одного рівня потужності на інший і підтримання його в критичному стані забезпечуються регулюючими стержнями. При аварійних ситуаціях в роботу вступають стержні аварійного захисту. Ядра U^{238} , які не розділились після захоплення нейтронів, перетворюються в ядра $P1^{239}$. З метою отримання якомога більшої кількості $P1^{239}$ активну зону екранують і називають зоною відновлення. 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.

В теперішній час ядерні реактори поділяють за декількома ознаками [2]:

За призначенням:

- **енергетичні** - для отримання енергії;
- **транспортні** - для силових установок транспортних засобів;
- **виробничі** - для отримання радіоактивних ізотопів ($P1^{239}$, U^{233});
- **дослідницькі** - для наукових дослідів.

За ядерно-фізичним процесом:

- **реактори на теплових нейтронах;**

- **реактори на "швидких" нейтронах** (перевага останніх в тому, що коефіцієнт відновлення значно більший одиниці, а перших - 0,5 - 0,8).

За структурою активної зони:

- **гомогенні** - паливо і сповільнювач утворюють рівномірну суміш;
- **гетерогенні** - вони розділені, а розміщення палива всередині ТВЕЛів поліпшує радіаційну обстановку.

За видом ядерного палива:

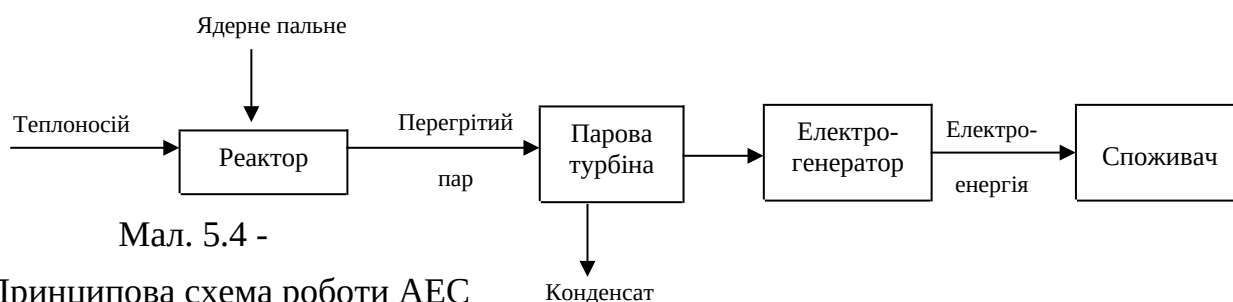
- **на природному урані;**
- **на збагаченому урані;**
- **на керамічному та металевому паливі.**

За видом теплоносія і сповільнювача:

- **графітно-водяний;**
- **графітно-газовий;**
- **водо-водяний;**
- **титано-водяний.**

На АЕС отримана в реакторі теплота перетворюється в електроенергію за допомогою парових турбін і електричних генераторів. Схема основних трансформацій енергії в технологічних агрегатах атомної електростанції представлена на мал. 5.4. В парових турбінах використовують водяний пар як робоче тіло. Принцип отримання теплової енергії в реакторах різних типів однаковий, але використання теплоти в залежності від призначення - різне.

Основним видом палива для атомних електростанцій є уран. Ресурси сучасної паливної бази для ядерної енергетики визначаються вартістю добування урану при витратах, які не перевищують 130,00 \$ за 1 кг U^{238} .



Сьогодні ресурси добування урану за цією вартістю в зарубіжних країнах оцінюються в 2,7 млрд. т, а світові геологічні ресурси - від 5 до 20 млн. т. Ця ядерна сировина може бути використана в легководних реакторах з тепловими

нейтронами. Більше 28% ресурсів ядерної сировини припадає на США і Канаду, 23% - на Австралію, 14% - на ПАР, 7% - на Бразилію. В інших країнах запаси урану незначні.

5.4. Вплив АЕС на екологію регіону

При нормальному експлуатуванні АЕС дають значно менше шкідливих викидів в атмосферу, ніж ТЕС, які працюють на органічному паливі. Робота АЕС не впливає на вміст кисню і вуглекислого газу в атмосфері, не змінюючи таким чином її хімічного складу.

Основний фактор забруднення - радіоактивність. Радіоактивність контуру ядерного реактора обумовлена активністю продуктів корозії і проникнення продуктів поділу в теплоносії. Це стосується майже всіх речовин, які взаємодіють з радіоактивним випромінюванням. Прямий вихід радіоактивних відходів попереджується багатоступеневою системою захисту.

Найбільшу небезпеку становлять аварії АЕС і безконтрольне розповсюдження радіації. Аварія на Чорнобильський АЕС призвела до глобальної катастрофи, наслідки якої відомі всім і детально описані в науковій, технічній та популярній літературі.

Друга проблема експлуатації АЕС - теплове забруднення. Основне тепловиділення відбувається в конденсаторах паротурбінних установок. Скид охолоджувальної води ядерних енергетичних установок не виключає їх радіаційного впливу на водне середовище. Використання повітря на АЕС визначається необхідністю розбавлення забруднюючих викидів і забезпечення нормальних умов роботи персоналу.

Важливими особливостями впливу АЕС на довкілля є переробка радіоактивних відходів, також необхідність їх демонтажу і захоронення елементів обладнання. Все це негативно відбивається на стані літосфери планети Земля.

5.5. Гідроелектростанції. Принцип роботи

Головною особливістю гідроенергетики є її базування на відновлюваних джерелах енергії – гідроенергетичних ресурсах.

Гідроенергетичні ресурси - запаси енергії річкових потоків і водойм, які лежать вище рівня моря. Загалом гідроенергетичні ресурси становлять близько 60% всієї енергії поверхневого стоку. Вони належать до відновлюваних природних ресурсів. Розрізняють такі гідроенергетичні ресурси (ГР): потенціальні, технічно можливі для використання на даному рівні розвитку науки і техніки, а також економічно доцільні для використання.

Потенціальні гідроенергетичні ресурси України дорівнюють 44,7 млрд. кВт·год. З цієї кількості на технічно можливі для використання гідроресурси припадає 21,5 млрд. кВт·год (з них 46% - на басейни Дніпра, по 20% - на басейни Дністра і Тиси, 14% - на всі інші річки країни). Економічно доцільні для використання ГР становлять 16 млрд. кВт·год. З цієї кількості припадає – на басейн Дніпра - 9,8 млрд. кВт·год, Тиси - 3,5 млрд. кВт·год; Дністра - 2,7 млрд. кВт·год.

Об'єм та якість ГР залежать від характеру стоку річок. Для сезонного і багаторічного регулювання стоку на річках створюють греблі та великі водосховища. На базі ГР в Україні споруджено 47 ГЕС. Найпотужніші з них - на Дніпрі (Дніпрогес ім. В.І.Леніна, Каховська, Дніпродзержинська, Кременчуцька, Канівська, Київська), Дністрі (Дністровський комплексний вузол), в басейні Тиси (Теребле-Ріцька).

ГР України обмежені, тому їх використовують здебільшого для покриття пікових навантажень діючої енергосистеми. З цією метою на річках створюють системи гідроакумулюючих електростанцій (ГАЕС). До найбільших з них належать: діюча Київська ГЕС -ГАЕС; Канівська ГАЕС, каскад ГЕС - ГАЕС на Дністрі, а також Південноукраїнський енергокомплекс.

Вироблення електроенергії на ГЕС приводить до економії органічного палива, перш за все нафтового, яке при спалюванні дає велику кількість шкідливих речовин, забруднюючих довкілля. ГЕС не забруднюють атмосферу, як теплові електростанції. Тому доцільне використання енергетичного потенціалу річок в структурі енергетичного балансу країни.

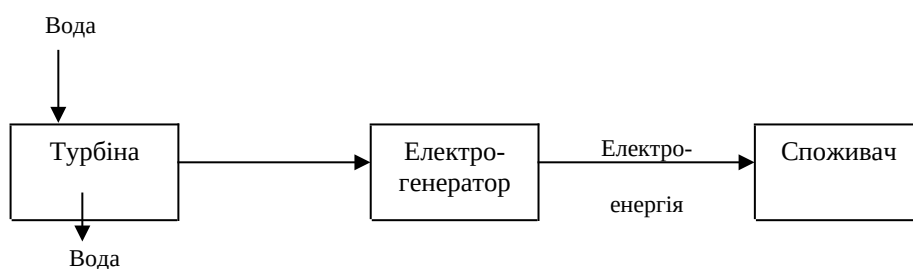
Треба зазначити, що основним ресурсом для ефективної роботи гідроелектростанцій є достатня кількість води. Зростаючі потреби суспільства у водних ресурсах та енергії обумовлюють необхідність спорудження великих гідротехнічних об'єктів. Гідротехнічне та енергетичне будівництво пов'язане з реконструкцією існуючих та створенням нових водоймищ та водотоків. Зараз

функціонує і вводиться в експлуатацію велика кількість водосховищ різного розміру та призначення, водоймищ-охолоджувачів ТЕС та АЕС; споруджена велика мережа водопостачальних каналів та трубопроводів, регулюється стік річок.

Сучасні греблі бувають бетонні, наливні, насипні та кам'яно-накидні. До насипних відносяться найвищі у світі греблі Нурекської ГЕС (Таджикистан, 300м), Саяно-Шушенської ГЕС (Росія, 242 м) та гребля Оровілл Дем (США, 234 м).

Основним агрегатом, завдяки якому генерується електрична енергія на гідроелектростанціях, є гідротурбіна. Велика частина гідротурбін приводиться в дію енергією води перекритих греблями річок, які протікають по гірській місцевості. Турбіни обертають генератори електричного струму, перетворюючи механічну енергію обертання в електричну. Технологічна схема роботи ГЕС представлена на мал. 5.5.

Гідротурбіни можуть також працювати при невеликому напорі води, створеному припливом. Необхідно тільки ув'язувати години припливів та пік навантаження, але ж припливні електростанції досягатимуть повної потужності, коли електричне навантаження мінімальне.



Мал. 5.5 - Технологічна схема роботи ГЕС

5.6. Характеристика впливу на довкілля

Гідротехнічне будівництво, яке проводиться в усіх державах світу для задоволення зростаючих потреб населення, промисловості, сільського господарства у воді, впливає на водні об'єкти. Воно призводить не тільки до

позитивних, але й до негативних наслідків, які завдають непоправної шкоди водним екосистемам, порушують їх природні умови, погіршують якість води, знижують біопродуктивність.

Основними факторами, які впливають на водні об'єкти при гідротехнічному будівництві, є водний режим, гідродинамічні та морфометричні характеристики, термічний режим, а також об'єм та вміст різних речовин, що надходять з водами, які охолоджують теплові та атомні енергооб'єкти [8]. Вони діють на абіотичні параметри та біоту водних екосистем, викликаючи гідрофізичні, гідрохімічні та гідробіологічні зміни, дуже впливаючи на процеси, що визначають якість води та її біопродуктивність.

Характер та ступінь впливу гідротехнічного будівництва в різних водних об'єктах різні. Штучне регулювання русла річок впливає на їх водний режим як вище, так і нижче греблі; змінюється об'єм стоку, його розподіл в часі, швидкість течії, розподіл потоку за поперечним та повздовжнім профілем водного об'єкту.

Ці зміни гідрофізичних та морфометричних факторів дуже впливають на структурно-функціональні характеристики суспільств гідробіонтів, процеси біологічного самоочищення та забруднення, що призводить до зміни показників якості води, її біопродуктивності, і, взагалі, умов господарського використання річок.

Як зазначалося вище, стабільна робота гідроелектричних станцій забезпечується наявністю водосховищ. Але створення водосховищ ГЕС пов'язано з великим впливом на рельєф, клімат, господарську діяльність людини в районах затоплення. Економічні наслідки створення водосховищ можуть оцінюватися двома видами різнохарактерних витрат. Перший - це витрати, необхідні для компенсування завданого збитку, коли уникнути його неможливо. Другий - це витрати на компенсацію коштів, призначених для попередження або обмеження, по можливості, та подавлення очікуваних негативних наслідків будівництва.

Таким чином використання гідроенергетичних станцій наносить шкоду як гідросфері так і літосфері. Але цей вплив не можна порівнювати з екологічними проблемами які виникають при отриманні електроенергії на теплових та атомних електростанціях. Тому ГЕС можна віднести до екологічно чистих енергетичних виробництв.

5.7. Самовідновлювані джерела енергії

Самовідновлювані джерела мають меншу концентрацію енергії, вона не сконцентрована в якихось місцях, а розсіяна на великому просторі. Самовідновлювані джерела енергії найбільш раціонально можуть бути використані в безпосередній близькості від споживача, без передачі енергії на значну відстань. З цих джерел в теперешній час людиною використовуються енергія сонячного проміння, енергія вітру, геотермальна енергія, енергія припливів та відпливів [10].

Енергія сонячного проміння може бути використана як теплова. Це дуже важливо, оскільки на долю теплової енергії зараз припадає приблизно 75% усієї споживаної людством енергії. Однак при побудові схем енергозабезпечення від самовідновлюваних джерел енергії, в тому числі сонячної, слід брати до уваги, що енергія сонячного проміння, морських хвиль, вітру змінна з часом та в просторі [11].

Сонце являє собою віддалену від Землі на відстань 149,6 млн. км зірку, де відбуваються термоядерні реакції, при яких випромінюється енергія. Центр Сонця має температуру ~ 15 млн. К.

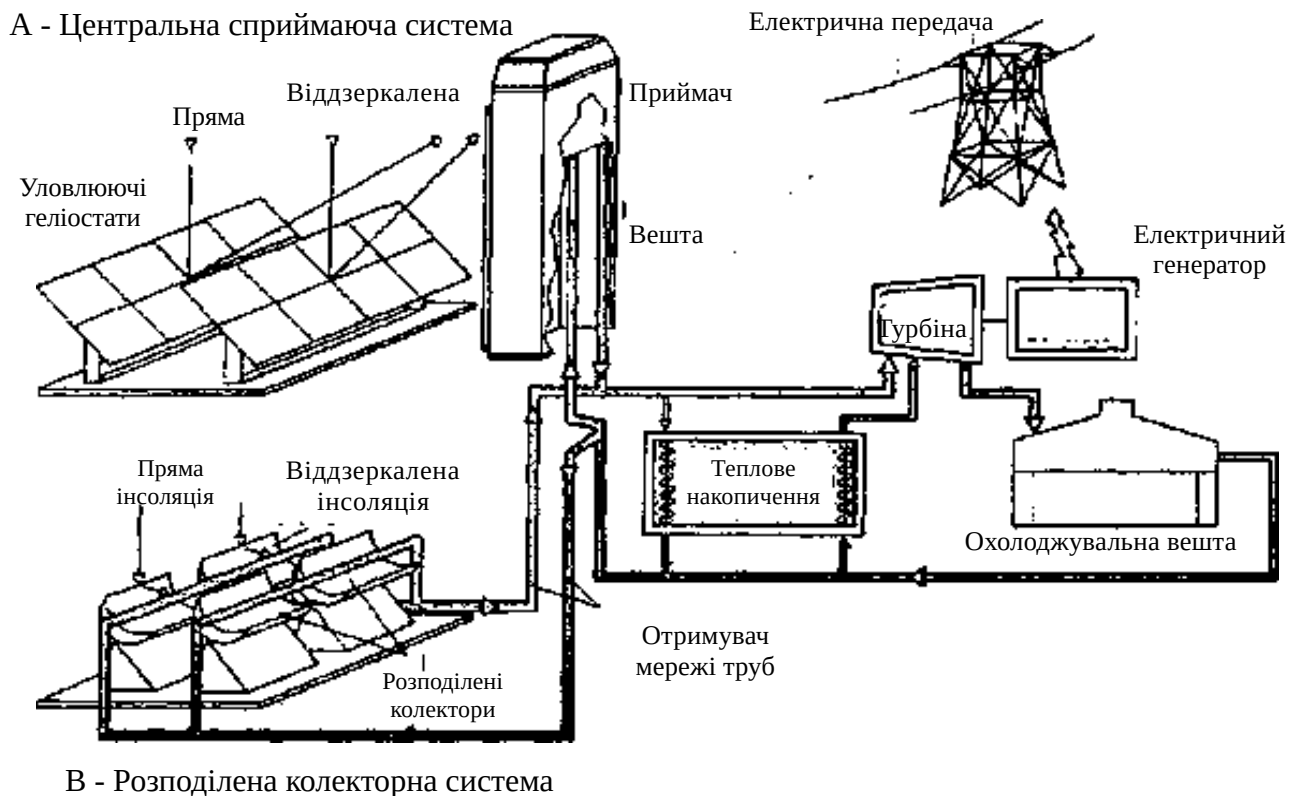
Енергія потрапляє на Землю головним чином у формі електромагнітного випромінювання в спектральному діапазоні від коротких радіохвиль довжиною 30 м до рентгенівських променів з довжиною хвилі 10^{-10} м.

В цілому радіаційний режим території України, особливо її південних районів, сприятливий для практичного використання сонячної енергії.

В експериментальних системах величезні матриці керованих комп'ютером дзеркал простежують сонце і фокусують сонячне світло на центральному пункті збору випромінювання, звичайно на горі високої вежі. Це висококонцентроване сонячне світло може забезпечити підвищення температури теплоносія, достатньої для здійснення виробничих процесів або створення руху з великим тиском, обертання турбіни і виробництва електричного струму.

Тобто, сонячно-термічні енергетичні системи спочатку перетворюють сонячну енергію у високу теплову, а потім - термальну енергію в механічну енергію, що обертає турбіну. Внаслідок цього турбіна генерує електрику. Схема перетворення сонячної енергії у електричну представлена на мал 5.6.

Іншим шляхом використання сонячної енергії є отримання фотоелементів. Сонячні, або фотогальванічні, елементи (вічка) виробляють електрику безпосередньо, коли на них потрапляють сонячні промені. Вони не мають рухомих частин, не споживають палива, не робляють забруднення протягом роботи і можуть бути зроблені з одного з найбільш розповсюджених елементів на Земній кулі - кремнію. Коли фотогальванічне вічко засвічується сонячними променями, електрони, вибиті з власних місць, не потрапляють в дірки, а замість цього прямують лінією найменшого опору з *n*-типового шару і крізь зовнішню мережу знов потрапляють по *p*-типового шару. Цей потік електронів викликає електричний струм, і потік триває, поки сонячне світло падає на вічко.



Мал. 5.6 - Схема сонячної електростанції

Фотогальванічні вічка все ще продовжують бути надто матеріально витратними для того, щоб створювати конкуренцію умовно виробленою електроенергією на територіях з електричною мережею. Проте в місцях, розташованих далеко від центральної генеруючої мережі, фотогальванічні системи конкурують з іншими джерелами енергії. Важливі території з раннім

застосуванням фотогальванічних систем включають морські та повітряні навігаційні цілі, монітори і сенсори для навколишнього середовища.

Масштаби використання сонячної енергії залежать від метеорологічних умов - кількості сонячних днів на рік, річної кількості сонячної радіації та її розподілу по сезонах тощо. В районах, котрі мають більше 1800 годин сонячного сіяння в рік, треба використовувати сонячну енергію для теплозабезпечення будівель.

Зараз у світі в експлуатації знаходиться більше 5 млн. сонячних водонагрівачів, котрі використовуються в індивідуальних житлових будинках, централізованих системах гарячого водопостачання житлових та громадських будівель, включаючи лікарні, готелі, будинки відпочинку тощо. Налагоджено промислове виробництво сонячних водонагрівачів в Японії, Ізраїлі, Кіпрі, США, Австралії, Індії, Франції, ПАР та інших країнах [11].

Іншим видом самовідновлюваних джерел енергії є **енергія вітру**. За кордоном вітрова енергетика стала одним з напрямків використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії, які найбільш динамічно розвиваються в Данії, Англії, США, Австралії, Новій Зеландії, Франції, Німеччині. Там експлуатується понад 1 млн. вітроустановок одиничною потужністю 5 - 200кВт [12].

Причиною виникнення вітрів є поглинання земною атмосферою сонячного випромінювання, що призводить до розширення повітря і появи конвекційних течій. В глобальному масштабі на ці термічні явища накладається ефект обертання Землі, що спричиняє появу напрямків вітру.

Енергія вітру в механічних установках (млини, водяні насоси) використовується вже декілька століть. З 1930 р. інтенсивно розробляються різні конструкції вітроенергетичних установок (ВЕУ). Однією з основних умов при проектуванні вітрових установок є забезпечення їх захисту від руйнування дуже сильними поривами вітру [13].

Для характеристики ефективності вітрової енергії в Україні можна використати дані наведені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 - Середня швидкість вітру по регіонах

| Зона | Середньорічна швидкість вітру, м/с |
|---------------|------------------------------------|
| Причорномор'я | 5,6 |

| | |
|----------|-----------|
| Степ | 4,5 |
| Донбас | 5,0 |
| Лісостеп | 4,0 |
| Полісся | 3,0 - 4,0 |

У січні, наприклад, максимум часу можливого використання енергії вітру спостерігається в приморській зоні, південному степу, в Донбасі, гірських районах Криму та Карпат. Найменша вітрова ефективність припадає на середню течію Дніпра та північно-західну частину України.

У співвідношенні до середніх швидкостей вітру розподіляється і кількість енергії, яку можна отримати за допомогою вітродвигунів. Так, в районі Донбасу і Причорноморської низини запаси вітрової енергії дорівнюють 2000 - 2500 кВт·год на 1 м² площі, яка обдувається, в Поліссі та на Волино-Подільському плато – 1000 - 1200 кВт·год.

В Україні будуються та вже діють декілька крупних ВЕС. П'ять станцій знаходяться в Криму, де особливо гостро стоїть проблема енергопостачання. Найбільшою є Донузлавська ВЕС (53 вітрових агрегати, у 1997 р. вироблено 2,3 млн. кВт·год електроенергії); до експериментальних належать Акташська (14 вітрогенераторів), Чорноморська (4), Сакська (23) та Євпаторійська (1 вітроагрегат потужністю 420 кВт). У Миколаївській області вже виробляє енергію Ажжигільська ВЕС (3), на Львівщині - Трускавецька (7), на Херсонщині - Асканійська (3) та Новооатовська (12). У 1999 році введена в дію найпотужніша в Україні Маріупольська ВЕС. Усі вітрові станції виробили у 1997 р. близько 4 млн. кВт·год електроенергії, що становить 0,0025% від загального вироблення її в Україні.

Спорудження вітрових і сонячних установок в пустельних місцевостях, використання їх енергії для водозабезпечення цих місць може дати додатковий ефект в господарському освоєнні та інтенсифікації використання цих земель, відновленні та створенні рослинних ландшафтів [14].

Іншим нетрадиційним джерелом енергії є **біоенергія**. Основа біомаси (з чого складаються рослини, тварини) - органічні сполуки вуглецю, які в процесі з'єднання з киснем при згорянні чи в результаті природного метаболізму виділяють тепло. За допомогою хімічних чи біологічних процесів біомаса може

бути трансформована у паливо - газоподібний метан, рідкий метанол, тверде деревне вугілля. При згорянні енергія біопалива розсіюється, але продукти згоряння можуть знов перетворюватися у біопаливо за допомогою природних екологічних чи сільськогосподарських процесів. Тому використання промислового біопалива може не давати забруднення і забезпечити неперервний процес отримання енергії.

Світовий досвід показує, що найбільш ефективний напрямок використання енергії біомаси - це анаеробна переробка з використанням біогазу та добрив. Одночасно вирішується важлива екологічна проблема по знезараженню відходів. Важливою є також розробка та використання термохімічних технологій переробки твердої біомаси в газоподібне паливо.

В ядрі нашої планети максимальна температура досягає 4000°C . Вихід тепла через тверді породи суші та океанського дна відбувається головним чином за рахунок теплопровідності (**геотермальне тепло**) та рідше - у вигляді конвективних потоків розплавленої магми чи гарячої води. Середній потік геотермального тепла через земну поверхню складає приблизно $0,06 \text{ Вт/м}^2$ при температурному градієнті менше ніж 30°C/км . Однак, є райони зі збільшеними градієнтами температури, де потоки складають приблизно $10\text{-}20 \text{ Вт/м}^2$, що дозволяє реалізувати геотермальні станції (ГеоТЕС) тепловою потужністю 100 МВт/км^2 та тривалістю терміну експлуатації до 20 років.

Якість геотермальної енергії звичайно невелика і краще її використовувати для опалювання будівель та інших споруд чи для попереднього підігріву робочих тіл звичайних високотемпературних установок. Такі опалювальні системи вже діють в багатьох країнах світу. Якщо тепло з надр виходить при температурі приблизно 150°C , то є сенс говорити про перетворення його в електроенергію. Декілька важливих достатньо потужних ГеоТЕС вже запущені в Італії, Новій Зеландії, США.

Масштаб використання геотермальної енергії визначають декілька факторів, насамперед капітальні витрати на спорудження свердловини, ціна яких зростає зі збільшенням їх глибини. Оскільки температура збільшується з глибиною, а видобуток енергії збільшується зі збільшенням температури, то оптимальна глибина свердловини - 5 км.

Загальну кількість тепла можна збільшити за рахунок повторної закачки відпрацьованої та частково охолодженої води. Це ефективний спосіб позбутися скидних вод, які можуть бути сильно мінералізовані (до 15 кг/м^3 солей).

Таким чином, геотермальна енергія має декілька особливостей, поперед за все, температура теплоносія значно менша за його температуру при спалюванні палива. Це спрощує необхідне для використання цієї енергії обладнання. Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок, що найкращий спосіб використання геотермальної енергії - комбінований режим (видобуток електроенергії та обігрів) [13].

Величезні кількості енергії можна отримати від морських хвиль. Потужність, яка переноситься хвилями по глибокій воді, пропорційна квадрату їх амплітуди і періоду. Тому найбільший інтерес становлять довгоперіодні ($T \sim 10$ сек) хвилі великої амплітуди ($h \sim 2 \text{ м}$), котрі дозволяють знімати з одиниці довжини гребеня в середньому $50\text{-}70 \text{ кВт/м}$ енергії.

Можливість перетворювати енергію хвиль в електроенергію доведено вже давно. В останні роки зацікавленість до хвильової енергетики різко зросла в Японії, Англії, країнах Скандинавії.

Не слід забувати і **про енергію припливів**. Припливні коливання рівня у велетенських океанах планети можна прогнозувати. Основні періоди цих коливань - добові (24 години) та напівдобові (12 годин 25 хвилин). Різниця рівнів між послідовними найвищими та найнижчими рівнями води - висота припливу. Діапазон зміни цієї величини складає $0,5\text{-}10 \text{ м}$. Під час припливів і відпливів рух водних мас утворює припливні течії, швидкість яких у прибережних протоках і між островами більше 5 м/с .

Підняту на максимальну висоту під час припливу воду можна відділити від моря дамбою чи греблею в басейні. Потім, під час відпливу, пропустивши цю масу води через турбіни, можна отримати корисну потужність.

Перетворення енергії припливів використовується завдяки створенню малопотужних припливних електростанцій (ПЕС). Найбільш відомі великомасштабна ПЕС Ране потужністю 240 МВт , що розташована в естуарії річки Ла Ранс, яка впадає в затоку Сен Мало (Бретань, Франція); та дослідна станція потужністю 400 кВт в Кислій Губі на узбережжі Баренцевого моря (Росія).

Висота, хід і періодичність припливів у більшості прибережних районів добре описані та проаналізовані. Поведінка припливів може пуги попереджена з

похибкою менше 4%. Таким чином, припливна енергія здається дуже надійною формою відновлюваної енергії. [13]

Щодо **впливу на навколишнє середовище енергетики на відновлюваних джерелах**, слід сказати, що вона використовує потоки енергії, які вже існують у довкіллі. Тому теплове забруднення довкілля, обумовлене викидом у нього будь-якої частки перетвореної енергії, незначне. З цієї ж причини незначні й інші види забруднення повітря і води, а також об'єми відходів. В екологічному відношенні енергія відновлюваних джерел має переваги над звичайним паливом чи атомною енергією. Винятком є забруднення повітря недосконалою технологією спалювання деревини.

При використанні сонячної енергії сумарна небезпека для здоров'я людей обумовлена, перш за все, необхідністю переробки сировини для виробництва великої кількості високоякісних матеріалів (вилучення рідкісних елементів для сонячних батарей тощо), великими працевитратами. Говорити про вплив геліоустановок на природний тепловий режим планети не потрібно, тому що ці установки можуть використовувати лише маленьку частку сонячного тепла, що перепадає планеті, отримана (вилучена) енергія після її перетворення повертається у природне середовище у вигляді тепла. Наземні перетворювання енергії, пов'язані з концентрацією сонячного випромінювання, потребують відторгнення території. Так, на 1 МВт баштової сонячної електростанції потрібна площа обертових дзеркал $0,035 \text{ км}^2$ - це можна порівняти з відторгненням території (не завжди непридатні землі) для будівництва і експлуатації АЕС і ТЕС, включаючи земляні розробки по добуванню палива і складуванню продуктів його згоряння. Для задоволення комунально-побутових потреб площа геліоприймачів складає $2 - 5 \text{ м}^2$ /людину, всього $2 - 5 \text{ км}^2$ на місто з 1 млн. людей. Основний шкідливий вплив геліоустановок непрямий - це технологічні процеси виробництва нових сполук, в тому числі на основі рідкісноземельних елементів, які містяться в земних породах в дуже малих концентраціях.

Застосування геотермічної енергії характеризується різноплановим впливом на природне середовище. Так, в атмосферу надходить додаткова кількість розчинених в підземних водах сполук сірки, бору, миш'яку, аміаку, ртуті, на поверхню викидаються водяні пари, що створює локальне підвищення вологості і супроводжується акустичним впливом. Вивід на поверхню великої кількості води порушує баланс підземних водотоків, змінює температурні поля підземних

горизонтів, може призвести до забруднення та ерозії ґрунту. При інтенсивному виводі на поверхню підземних вод можливе локальне обширне опускання земної поверхні - це веде не тільки до порушення стійкості будівель, але і до зміни ландшафту, що особливо погано для низинних районів. Опускання поверхні разом із пониженням пластових тисків може підвищити сейсмічність районів інтенсивного використання підземного тепла [14]. Також слід пам'ятати, що при експлуатації цього джерела енергії на поверхню виводяться значні за об'ємом кількості високомінералізованої води. При відсутності можливості їх зворотної закачки в пласт виникає проблема засолення ґрунту в зазначеному районі. [15]

Таким чином, основним з екологічного боку недоліком енергоустановок на відновлюваних джерелах є порушення ними природних ландшафтів. Це властиво установкам, робота яких ґрунтується на використанні потоків енергії, що циркулюють у довкіллі, а саме - коли довкілля є необхідним елементом процесу перетворення енергії. Спорудження водосховищ чи дамб на річках, ерозія ґрунту, погіршення його якості, порушення нормального ведення землеробства. Але цей вплив не можна порівняти з навантаженням на довкілля від діяльності традиційної енергетики. [14]



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. Як поділяються теплові електростанції за використанням енергетичним устаткуванням?
2. Що використовується в якості палива на ТЕС ?
3. За рахунок використання яких технологічних агрегатів хімічна енергія палива перетворюється у електричну енергію на теплових електростанціях?
4. Якої шкоди завдає робота ТЕС навколишньому середовищу? За рахунок чого зменшуються викиди до атмосфери від теплових електростанцій?
5. Скільки атомних електростанцій працює в Україні у теперішній час?
6. Що є паливом для атомних електростанцій?
7. Які перетворення видів енергії відбуваються при роботі АЕС?
8. На Вашу думку, що є найбільш шкідливим фактором для довкілля на атомній електростанції?

9. Які є способи запобігання порушенню екологічного балансу атомними електростанціями?
10. Що розуміють під гідроенергетичними ресурсами?
11. Як утворюється електрична енергія на гідроелектростанціях?
12. Якої шкоди навколишньому середовищу завдає робота ГЕС?
13. Що відносять до самовідновлюємих енергетичних ресурсів?
14. Які з самовідновлюємих джерел енергії використовують у теперішній час?



Рекомендована література

1. Большая Советская Энциклопедия / А.М. Прохорова. - 3-е изд. - М.: Советская энциклопедия, 1974.
2. Клименко Л.П. Техноекологія. 2-е вид., перероб. – С.: Таврія, 2000. – 543 с.
3. Основы экологии энергоиспользования. / Л.Ю. Осипова - Запорожье: ЗГИА, 2004. - 217 с.: ил.
4. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды. / А.Ф. Порядин, А.Д. Хованский. – М.: НУМЦ Минприроды России, Издательский Дом «Прибой», 1996. – 350 с.
5. Клушин Ю.А. Тепловые электростанции: Введение в специальность. - М.: Энергоиздат, 1982. - 144 с.
6. Промышленная экология. / К.А. Черепанов, М.В. Темлянцев, Е.Н. Темлянцева; Федеральное агентство по образованию. ГОУ ВПО "СибГИУ". - Новокузнецк: СибГИУ, 2005. - 213 с.: ил.
7. Внуков А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: Справ. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 176 с.
8. Сухарев С.М., Чундук С.Ю., Сухарева О.Ю. Техноекологія та охорона навколишнього середовища. – Львів: «Новий світ-2000», 2004. – 256 с.
9. Промислова екологія / С.О. Апостолук, В.С. Джигерей, А.С. Апостолук та ін. – К.: Знання, 2005. – 474 с.
10. Джигерей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. - 5-те вид., випр. і доп. - К.: Знання, 2007. - 422 с.: іл.

11. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 208 с.
12. Использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии / Я.Б. Кумыгин и др. - Николаев, 1989. - 94 с.
13. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл и др. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 392 с.
14. Экологические проблемы энергетики / А.А. Кошелев, Г.В. Ташкинова, Б.Б. Чебаненко. - Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1989. - 322 с.
15. Энергетика и природа / Козлова В.Б. - М.: Мысль, 1982. - 94 с

Розділ 6. МЕТАЛУРГІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ДОВКІЛЛЯ

6.1 Виробництво чавуну. Загальна характеристика

Металургією називають такі галузі науки і промисловості, що пов'язані з первинним отриманням металів. Як наука вона вивчає теоретичні основи одержання металів, необхідні для виробництва, фізико-хімічні і технологічні умови, розробляє нові технологічні процеси. Як галузь промисловості металургія займається одержанням металів із руд та інших видів сировини, що містить метали.

Металургія є матеріальною основою для розвитку всіх без винятку галузей народного господарства. Основною кінцевою метою металургійного виробництва є одержання металів з перероблюваної сировини у вільному металевому стані або у вигляді хімічної сполуки. На практиці це вирішується за допомогою спеціальних технологічних операцій і прийомів, що забезпечують відокремлення компонентів порожньої породи від цінних складових сировини. Ці операції і прийоми називаються металургійними процесами. Першим з основних металургійних процесів є отримання чавуну.

Чавун - високовуглецевий (2,14 - 6,67% С, звичайно 3 - 4,5% С) нековкий сплав заліза з вуглецем, містить домішки марганцю (Mn, до 3%), кремнію (Si, до 4,5%), сірки (S, не більше 0,12%), фосфору (P, до 2,5%). Має добрі ливарні якості, твердне з утворенням евтектики. [1]

Чавун найважливіший первинний продукт чорної металургії, використовується для переробки при виробництві сталі та як компонент шихти при вторинній плавці в чавунно-ливарному виробництві. Чавун вторинної плавки - один з основних конструкційних матеріалів; використовується як ливарний сплав. Широкому використанню чавуну в машинобудуванні сприяють його міцність і добрі ливарні якості. В сучасному машинобудуванні на долю чавунних деталей припадає близько 75% від загальної маси заготовок. Крім чавуну в доменній печі виплавляють феросплави, феромарганець доменний (70 - 75% Mn і до 2% Si), його використовують для розкислення сталі.

Чавун, отриманий з доменних печей, поділяють:

- на переробний чавун (використовується для переробки в сталь);
- ливарний чавун (один з компонентів шихти в чавуноливарному виробництві).

Одержання чавуну в доменній печі та переробка чавуну на сталь - основа металургії.

Металургійний цикл (шлях від залізної руди до готового металу) починається з підготовки руди. Для одержання чавуну використовують червоні, бурі та магнітні залізняки (оксиди заліза) і залізний шпат (карбонат заліза). Первинна підготовка сировини має велике значення: чим ретельніше підготувати руду до доменної плавки, тим вища продуктивність печі, нижчі витрати палива та вища якість чавуну, що виплавляється. Схема цього процесу складна і має такі принципові процеси: подрібнення, магнітна сепарація, флотація, усереднення, окускування залізної сировини, отримання окатишів.

Основним паливом для доменних печей є кам'яновугільний кокс. Для зниження витрат та інтенсифікації виплавки чавуну в доменну піч вдувають природний газ, а також додають мазут та вугільний пил.

В усіх залізних рудах, а також в золі від коксу містяться кремній та глинозем у надлишкових кількостях, тому в шихту як флюс подають вапняк або доломіт, вони сприяють шлакуванню шкідливих домішок.

Одержання чавуну можна описати загальною схемою: підготовка руди - завантаження печі - доменний процес - чавун.

Кінцевими продуктами доменної плавки є чавун, шлак, що випускається з печі у вогненно-рідкому стані, та доменний газ. Чавун є основним продуктом виробництва, а шлак і доменний газ - побічні. Мета доменного виробництва полягає в отриманні чавуну.

Доменний шлак - другорядний продукт плавки, утворюється в доменній печі з флюсів, золи коксу, пустої породи руди та агломерату; його кількість визначається складом шихти та вмістом Fe і необхідної основності. Чим бідніша на Fe шихта, тим вища основність і більший вихід шлаку з печі. Звичайно при виплавленні переробного та ливарного чавунів вихід шлаку складає 0,3 - 0,6 т на 1т чавуну. З гранульованого шлаку виготовляють шлакобетон, шлакову цеглу, при гранулюванні парою - шлакову вату для теплової ізоляції. Але це часткове

використання, тому що більша частина шлаків забруднена токсичними для людини речовинами.

Доменний газ (колошниковий) – це газ, що виходить з печі через її верхню частину - колошник. Він складається: CO (25 - 34%), H₂ (1 - 3%), решта CH₄, CO₂, N₂ та інші. Після очистки від пилу доменний газ використовується як паливо для підігріву насадок повітронагрівачів, сталевих зливків, коксових батарей, для опалення котлів та ін. Теплота згоряння 3500 - 4000 кДж/м³.

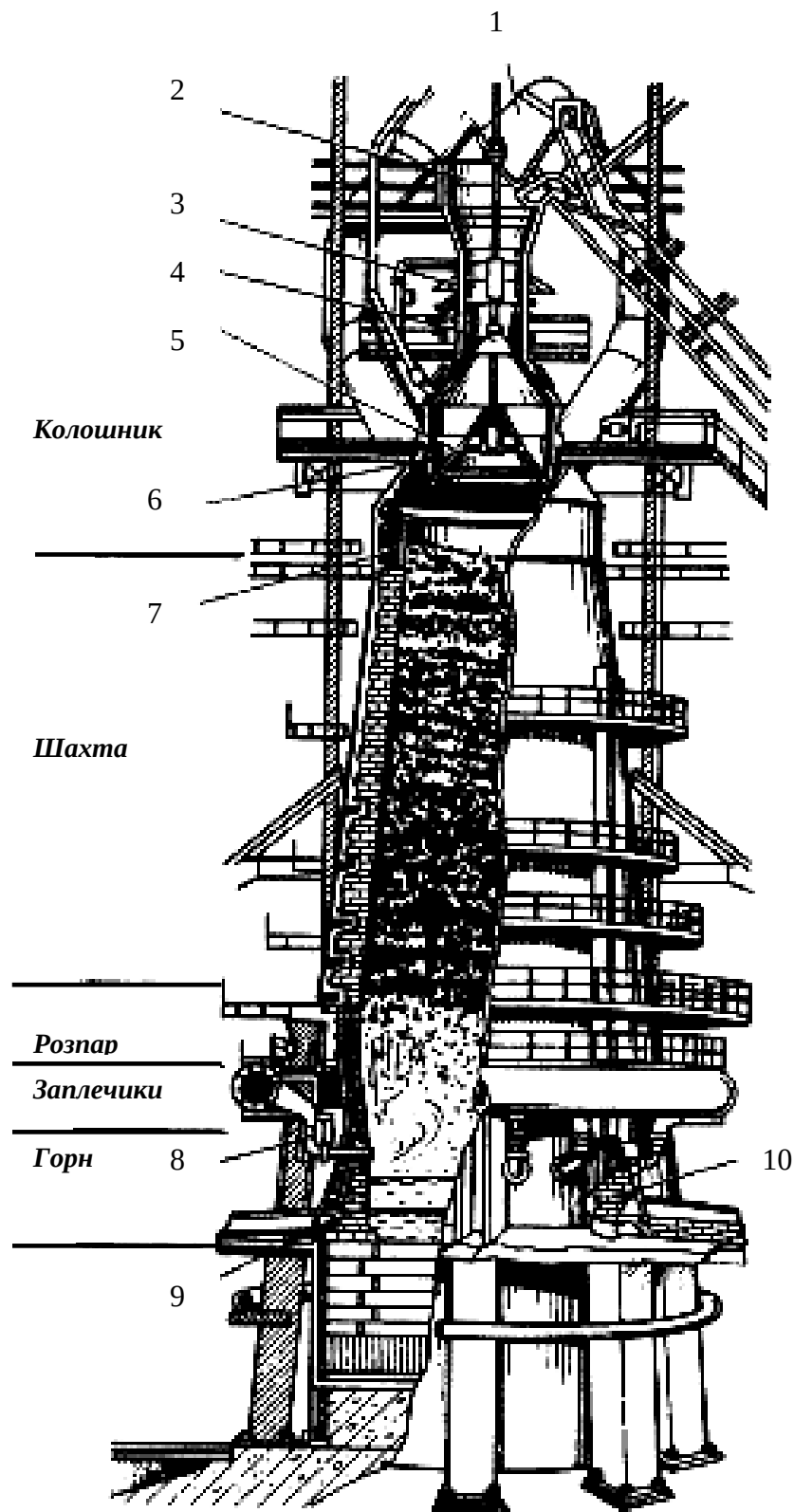
Основними факторами розміщення підприємств повного металургійного циклу (з випуском чавуну, сталі та прокату) - їх в Україні 12 – є близькість до місць залягання залізної руди та коксівного вугілля. Це викликано великою паливно-сировинною залежністю виробництва. При такому розташуванні виробництва досягається економія на транспортних витратах, і виробник отримує продукцію найнижчої собівартості. Наявність водних ресурсів, зручне транспортно-географічне розташування та інші фактори лише конкретизують локалізацію металургійних підприємств. В Україні виробництва повного циклу розміщені в таких районах:

- Наддніпрянщина (Дніпродзержинськ, Дніпропетровськ, Запоріжжя);
- Криворіжжя (Кривий Ріг);
- Донбас (Донецьк, Макіївка, Комунарськ, Костянтинівка, Краматорськ, Єнакієве, Алчевськ);
- Приазов'я (Маріуполь, Керч).

Найбільшими металургійними комбінатами є "Криворіжсталь", "Азовсталь" (Маріуполь), "Запоріжсталь".

6.1.1 Основні процеси доменної плавки

Доменний процес - основний процес виробництва чавуну. Агрегатом, у якому відбувається доменний процес, є доменна піч. Доменна піч (мал. 6.1) є шахтною піччю. В ній виділяють: колошник, шахту, розпар, заплечики та горн. Через колошник в доменну піч завантажують шихту. Шахта має конусоподібну форму, що дозволяє вільно опускатися шихті. На рівні розпару та заплечиків утворюється губчасте залізо, яке потім науглецьовується, плавиться і стікає в горно. Заплечики звужуються до горна і утримують тверду шихту в розпарі та шахті.



- 1 – скіп; 2 – приймальна воронка; 3 – розподільник шихти; 4 – малий конус;
 5 – великий конус; 6 – воронка великого конуса; 7 – захисні сегменти;
 8 – повітряна фурма; 9 – чавунна лъотка; 10 – шлакова лъотка

Мал. 6.1 – Розріз доменної печі

В горні на лещаді накопичується рідкий чавун. Його щільність 6900 кг/м^3 , а щільність шлаку приблизно 2500 кг/м^3 , тому над чавуном знаходиться шар шлаку.

Накопичені шлак та чавун випускаються у чавуновозні та шлакові ковші, через льотки, розташовані в нижній частині горна. Температура чавуну при випуску – $1300 - 1450^\circ\text{C}$, шлаку - на $40 - 80^\circ\text{C}$ вища.

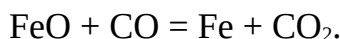
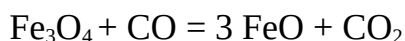
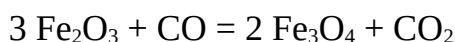
Окислювальне повітря (дуття) для горіння палива подається крізь фурми під тиском до 500 кПа , попередньо воно підігрівається в регенеративних печах - повітрянагрівачах. На колошнику знаходиться засипний апарат та газовідвід для доменного газу.

Доменний процес що протікає в доменній печі, умовно можна поділити на етапи: горіння вуглецю палива; розкладення компонентів шихти; відновлення оксидів; навуглецювання заліза; шлакоутворення. Ці етапи процесу відбуваються в печі одночасно, але з різною інтенсивністю та на різних рівнях печі.

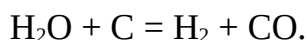
В печі безперервно рухаються: згори донизу - потік шихти, знизу догори - потік газів, які утворюються при горінні палива та реакціях із складовими шихти.

Суть доменної плавки полягає у відновленні заліза з оксидів, які містяться у руді, навуглецюванні заліза та окислюванні пустої породи і золи палива.

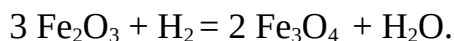
Відновлення оксидів та утворення чавуну починається з відновлення оксидів заліза оксидом вуглецю (II) в середній частині шахти. При опусканні шихти до розпару ці реакції розвиваються і протікають швидше:



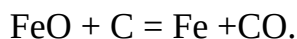
Гігроскопічна волога шихти в колошнику та у верхній частині шахти випаровується і зноситься в склад колошникового газу. Гідратна (конституційна) волога виділяється з мінералів при $t = 400 - 1000^\circ\text{C}$ та розкладається, як і водяна пара, що входить у склад дуття, вуглецем за реакцією:



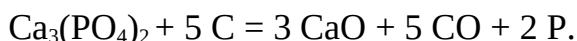
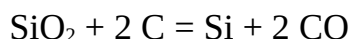
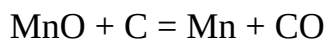
Утворений водень також є відновлювачем руди:



Реакції відновлення оксидів заліза газами називають реакціями непрямого відновлення; вони протікають при температурі 450 - 550°C. В розпарі та на верхніх шарах заплечиків при температурі 1000 - 1200°C закінчується відновлення губчастого (пористого) заліза за реакцією:



Сполуки марганцю та фосфору з рудних матеріалів, а також кремнію з порожньої породи частково відновлюються в області заплечиків вуглецем:



Навуглецювання заліза починається в шахті відразу за його відновленням з утворенням карбїду заліза (Fe_3C). Окрім вуглецю, в залізі одночасно розчиняються відновлені марганець, кремній, фосфор, а також сірка з коксу, внаслідок чого і утворюється чавун. В міру розчинення домішок знижується температура плавлення утвореного сплаву; якщо для чистого заліза вона становить 1539°C, то для чавуну – 1100 - 1350°C в залежності від кількості домішок. Утворений чавун збирають в горні печі.

Для виробництва чавуну, крім доменних печей, необхідні повітронагрівачі. Для продуктивної праці доменної печі об'ємом 2700 м³ в неї необхідно вдувати приблизно 8 млн. м³ повітря щодобово та 500000 м³ кисню додатково. Ця суміш нагрівається до 900 - 1200°C, змішується з доменним газом і направляється в камеру горіння. Охолоджені гази випускаються через нижню частину повітронагрівача в димар.

6.1.2 Характеристика впливу на навколишнє середовище

Спожиті ресурси доменного виробництва впливають на навколишнє середовище.

Чавуноплавильні агрегати є одним з основних джерел забруднення атмосфери. В ливарному виробництві повітря забруднюється, головним чином, пилом, оксидом вуглецю та оксидом сірки. Джерелами інтенсивного пилоутворення є обладнання: решітки, барабани, дробилки, сита. Встановлено, що ливарний цех з річною програмою 100 тис. т литва, обладнаний

пиловловлювачами з ефективністю очистки 70 - 80%, викидає в навколишній повітряний басейн до 1000 т пилу щорічно. [2]

При утворенні коксу побічним продуктом є коксовий газ, який потрібно очистити перед використанням в якості палива. Для кращого горіння палива в доменну піч подається додаткове повітря, яке також потребує очищення від шкідливих речовин перед випуском через нижню частину повітрянагрівача в димар.

Газ, що викидається з доменної печі, має такий склад: 3,5 - 3,6% водню, 0,1-0,4% кисню, 0,1 - 0,6% метану, 55% азоту, 25 - 32% оксиду вуглецю (II), 10 - 11% оксиду вуглецю (IV) [3]. На кожен тону чавуну утворюється приблизно 2000 м³ доменного газу. Виходячи з його складу, він є добрим паливом, але потребує якісної очистки від пилу. Доменний газ використовується для опалення повітрянагрівачів, як додаток до газоподібного палива.

Джерелом надходження пилу в навколишнє середовище є також вентиляційні гази підбункерних приміщень доменних цехів. Ці гази містять 2 - 5 г/м³ пилу, для очистки від якого використовують електрофільтри; вони знижують вміст пилу в газах, що викидаються, до 60 - 80 мг/м³. Викиди ливарного двору, які містять пил та гази (CO₂, SO₂), також очищуються в електрофільтрах, ефективність пиловловлювання складає 93 - 95%.

Джерелами забруднення *стічних вод* від доменного виробництва є такі операції: очистка доменного газу, гідравлічне збирання осажденного пилу та просипів в підбункерному приміщенні, грануляція доменного шлаку та розлив чавуну.

Доменне виробництво скидає 17,5% від загальної кількості стічних вод металургійного виробництва [4].

Забруднені стічні води утворюються також на розливних машинах чавуну у кількості 350 м³/т; в газопроводах коксового та змішаного газу утворюється конденсат – 20 - 40 л на 1000 м³ газу; при грануляції доменного шлаку - 2 м³ на 1 т рідкого чавуну; під час гідроприбирання пилу в підбункерному приміщенні – 300 - 360 м³/т чавуну.

При очистці 1000 м³ газу утворюється 4 - 6 м³ стічних вод, які містять пил (часточки руди, коксу, вапняку, агломерату), хімічні сполуки (сульфати, хлориди), розчинені гази.

Для охолодження доменної печі води потрібно до 4000 м³/год. Однак очистити таку кількість води від накипоутворювачів та вапна практично неможливо.

Доменне виробництво утворює 1% брухту та відходів від усього металургійного виробництва. Джерелами утворення брухту та відходів головних переробок доменного виробництва є випуск та розлив чавуну на канавах та в чавуновізних ковшах (залишки, брак). Розглянемо це за видами продукції:

- при виробництві чавуну – 7 - 10 кг/т;
- чавунного литва - 350 кг/т;
- відливка чавунних труб – 170 - 200 кг/т.

Шлак - забруднювач поверхневого шару літосфери - ґрунту. Зараз ведуться роботи по використанню утворених шлаків.

Таким чином, доменне виробництво забруднює довкілля викидами пилу в атмосферу, скидами стічних вод, складанням доменних шлаків у відвали.

Для зменшення антропогенного впливу чавунного виробництва на навколишнє середовище потрібне вдосконалення виробничого процесу. Взагалі чавун виробляється для перетворення в сталь, (окрім ливарного), тому необхідно перебудувати процес так, щоб створити пряме відновлення заліза з руди для сталевих виробництва, минаючи чавунне виробництво. Крім цього, доцільним буде і заміна застарілих очисних споруд на нові, очищення газів, стічних вод, зменшення кількості брухту та шлаку, а також розробка заходів по вторинному їх використанню.

6.2 Виробництво сталі. Принципові технологічні процеси отримання сталі

Сталь є основним конструкційним матеріалом для машинобудування, промислового будівництва, виробництва транспортних засобів та ін. Швидкий розвиток промисловості і сільського господарства був би неможливий без задоволення потреб в сучасній машинній техніці і металевих матеріалах.

Внаслідок своєї розповсюдженості в природі та відносно малої вартості способів отримання заліза і його сплавів залізовмісні матеріали займають головне місце в народному господарстві [5].

Сталь - це сплав заліза з вуглецем та іншими хімічними елементами. В цьому сплаві залізо є основою (розчинником), а інші елементи - домішками, розчиненими в залізі. Домішки можуть впливати на властивості сталі як позитивно, так і негативно, тому їх поділяють на корисні і шкідливі. Корисні домішки в основному впливають на властивості кристалів (зерен), а шкідливі домішки погіршують міжкристалічні зв'язки. В сталях більшості марок корисною домішкою є вуглець. Такі сталі називають *вуглецевими*. Вміст вуглецю у вуглецевих сталях найчастіше становить 0,05 - 0,5%, але іноді може досягати 1,2% (теоретично до 2,14%). У вуглецевих сталях корисними домішками можуть бути марганець (0,3 - 0,6%) і кремній (0,15 - 0,3%). Вміст шкідливих домішок, якими звичайно є сірка, фосфор, кисень і азот, обмежується сотими і тисячними долями відсотка.

За використаною основною сировиною або технологічною схемою сталеплавильне виробництво має *два основні етапи розвитку*:

- Пряме отримання сталі із залізних руд так званим сиродутним процесом, тобто однокрокове виробництво за схемою залізна руда - сталь.
- Отримання сталі шляхом рафінування чавуну, тобто двокрокове виробництво за схемою залізна руда - чавун - сталь (почалося на межі XII і XIV століть н.е. і продовжується дотепер).

Розвиток виробництва сталі шляхом рафінування чавуну, що забезпечує найбільший технічний прогрес, в свою чергу має три важливих етапи розвитку, на кожному з яких, як правило, використовувалося *кілька способів отримання сталі*. [6]

Перший етап - переробка чавуну в сталь, отриману в тістоподібному стані у вигляді *криці* (зварювального заліза). Він почався з використання кричного процесу, на зміну якому прийшов пудлінговий процес (1784 р., Англія).

Другий етап - переробка чавуну в рідку сталь без додавання або з додаванням брухту (скрапу) в агрегатах періодичної (дискретної) дії без використання кисневого дуття. Початок цього етапу пов'язаний зі створенням бесемєрівського процесу (1855 - 1860 рр., Англія). Подальший його розвиток привів до розробки мартенівського (1864 - 1865 рр., Франція), томасівського (1877 - 1879 рр., Англія)

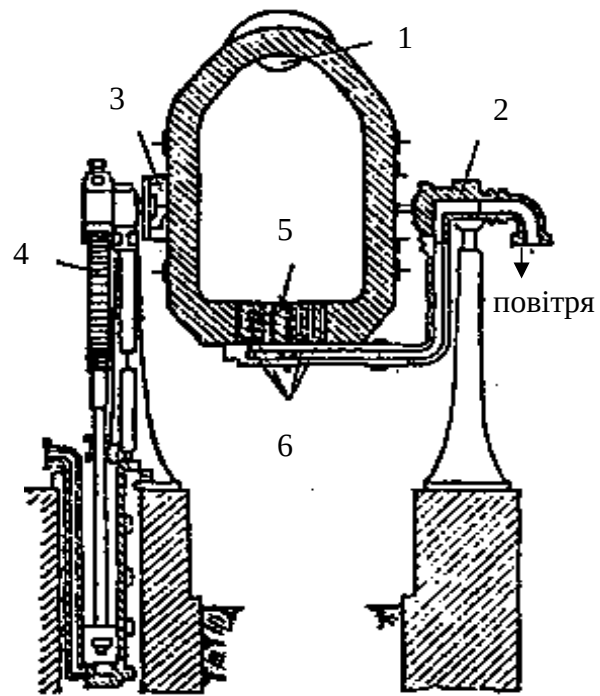
та електродугового (1900 р., Франція) процесів. Перехід до отримання сталі в рідкому стані дозволив покращити її якість.

Третій етап - переробка чавуну в рідку сталь в агрегатах періодичної дії з використанням кисневого дуття. Це сучасний етап розвитку сталеплавильного виробництва, що має такі особливості: впровадження та широке використання киснево-конверторного процесу (1952 - 1953 рр., Австрія); використання кисню для інтенсифікації мартенівського і електродугового процесів; широке використання з метою підвищення якості сталі способом ковшової обробки рідкої сталі - синтетичними шлаками або шлаковими сумішами, вакуумом, інертними газами, поєднаними з мікролегуючими порошками або без них, а також способом переплавки сталі в особливих умовах (електрошлакового, вакуумно-дугового, електронно-променевого, плазменно-дугового) [7].

Розглянемо сучасні принципові технологічні процеси отримання сталі більш детально.

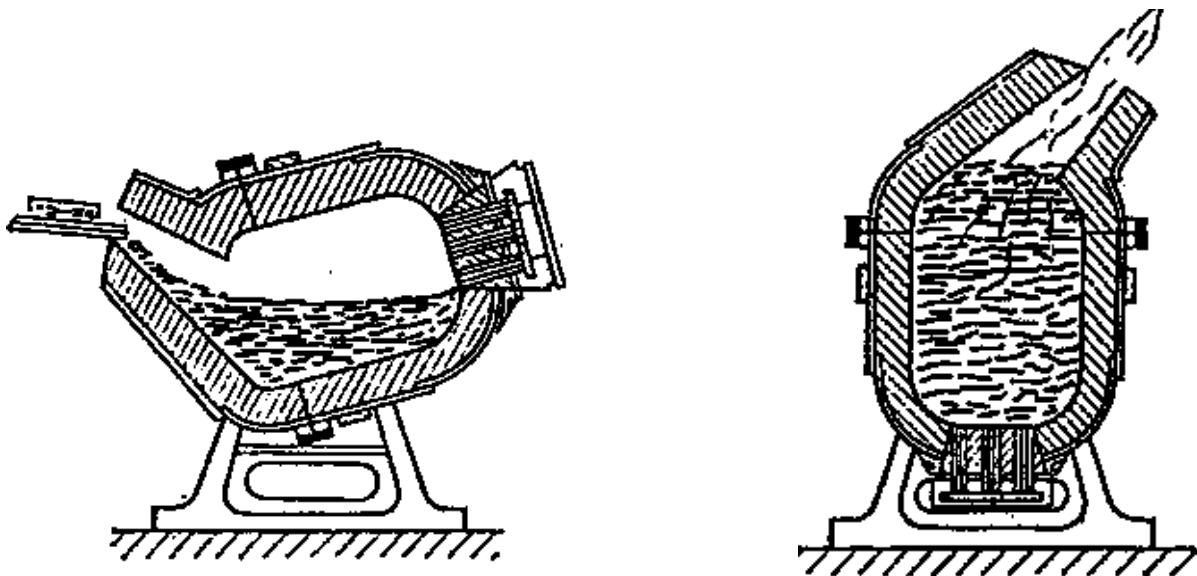
Сталь є основним сплавом, що використовується в усіх галузях сучасної техніки для виготовлення найрізноманітніших конструкцій, машин та їх деталей. Сталь, як і чавун, являє собою сплав заліза з вуглецем та іншими домішками, але відрізняється від чавуну меншим вмістом їх. Тому процес одержання сталі з чавуну зводиться до окислення домішок чавуну до потрібних меж чистим киснем або киснем повітря чи руди. Цього досягають двома способами: конверторним та мартенівським.

Суть **конверторного способу** полягає в тому, що через рідкий чавун, залитий у конвертор, продувається повітря, кисень якого окислює вуглець та домішки. Конвертор являє собою стальну посудину грушоподібної форми, викладену всередині вогнетривкою кладкою завтовшки 275 - 400 мм. У верхній частині конвертора (мал. 6.2) є горловина I. Середня частина конвертора оперезана зовні стальним кільцем. До кільця приєднано дві цапфи, які спираються на колони, встановлені на фундаменті. Через порожнисту цапфу 2 в конвертор надходить повітря з повітропроводу. На кінці другої цапфи 3 насаджене зубчасте колесо, з'єднане з зубчатою рейкою 4. Рейка переміщується від електродвигуна або гідроприводу. Під час руху рейки конвертор повертається на потрібний кут, набираючи горизонтального, вертикального або похилого положення.



1 – горловина; 2 – порожниста цапфа; 3 – цапфа; 4 – зубчата рейка; 5 – змінне днище; 6 – фурми

Мал. 6.2 - Конвертор (вертикальний розріз)



а)

б)

а - при заливанні чавуну; б - при продуванні чавуну

Мал. 6.3 - Положення конвертора

В нижній частині конвертора є змінне днище 5, зроблене з вогнетривкої цегли. У днищі є канали, в яких запресовано труби - фурми 6. Через фурми в конвертор вдувають повітря.

Для заливання чавуну і завантаження добавок конвертор повертають у горизонтальне положення, трохи нахиляють вниз горловиною (мал. 6.3, а) і заливають таку кількість чавуну, щоб рівень його був нижче рівня фурм. Потім починають вдувати повітря, повільно повертаючи конвертор. Тиск повітря поступово збільшують, доводячи до 0,25 МПа при вертикальному положенні конвертора (мал. 6.3, б).

При продуванні, внаслідок активного зіткнення рідкого чавуну з киснем повітря, відбувається процес окислення (вигоряння) домішок. Після закінчення процесу конвертор нахиляють у горизонтальне положення, а потім припиняють дуття. Після цього перевіряють склад одержаної сталі і виливають її в ківш.

Існує декілька видів конверторного процесу: *кислий - бесемерівський, основний - томасівський та киснево-конверторний*.

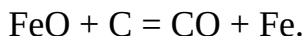
Бесемерівський процес одержання сталі, що його відкрив англійський винахідник Г. Бесемер у 1855 р., здійснюється в конверторах, внутрішня кладка яких зроблена з кислої вогнетривкої цегли -динасу.

Суть цього процесу полягає в тому, що кисень повітря, яке вдувається через рідкий чавун, окислює його домішки і при реакціях з інтенсивним перебігом утворюється така кількість тепла, якої цілком досить для перетворення чавуну на сталь протягом 10 - 13 хв.

Вихідним матеріалом для ведення процесу є переробний чавун. Процес у бесемерівському конверторі поділяють на три періоди.

Перший період - окислення основної маси рідкого заліза, а також кремнію, марганцю та вуглецю киснем повітря, яке вдувається.

Другий період характеризується активним окисленням вуглецю за реакцією:



Вуглець вигоряє зі значним поглинанням тепла, тому температура в конверторі трохи знижується. Утворений оксид вуглецю CO згоряє в CO₂. Полум'я при цьому сліпучо-біле. Вигоряння вуглецю триває 7 - 8 хв. У більшості випадків цим періодом закінчується плавлення, коли вміст вуглецю в одержаній сталі має дорівнювати 0,4 - 0,5%.

Третій період. Якщо потрібно виплавити сталь з дуже малим вмістом вуглецю, то процес вигоряння вуглецю продовжують. Факел полум'я зменшується, з'являється бурий дим - ознака горіння заліза з утворенням FeO; це триває 1 - 2 хв., і процес продування закінчується.

Конвертор нахиляють у горизонтальне положення, подавання повітря припиняють. Проте сталь ще не можна вважати готовою, бо в ній розчинена велика кількість FeO (оксиду заліза).

Кисень сталі є шкідливою домішкою, бо надає їй крихкості в гарячому стані - червоноламкості. Тому, щоб видалити кисень, сталь розкислюють феросиліцієм, феромарганцем або алюмінієм.

Конвертори бувають місткістю від 10 до 60 т. Продуктивність їх дуже велика (12000 - 13000 т на добу). Але при всіх позитивних рисах бесемерівський процес має ряд недоліків [8]:

- 1) бесемерівська сталь погано піддається електрозварюванню (в навколошовній зоні з'являються тріщини);
- 2) ця сталь має підвищену крихкість (особливо при мінусовій температурі);
- 3) бесемерівська сталь піддається старінню в результаті виділення нітридів заліза (підвищується міцність і знижуються пластичні властивості).

Ці різні властивості обумовлені головним чином підвищеним вмістом в цій сталі фосфору (до 0,06 - 0,07%), і особливо азоту (до 0,015 - 0,025%).

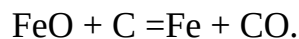
Щоб уникнути вищезазначених недоліків було запропоновано **томасівський процес** одержання сталі. Його відкрив у 1878 р. англійський металург С.Томас. Цей процес дає можливість переплавляти чавуни з високим вмістом фосфору (до 1,5 - 2,5%) і низьким вмістом кремнію (від 0,2 до 0,9%). На відміну від бесемерівського, томасівський конвертор викладено не кислим, а основним вогнетривом - доломітом. Томасівський конвертор розмірами трохи перевищує бесемерівський (розраховані вони на однакову кількість чавуну, що його

заливають), бо в ньому утворюється багато шлаку. Фосфор у томасівському процесі відіграє вирішальну роль (аналогічну тій, яку відіграє кремній у бесемерівському), бо він при вигорянні виділяє велику кількість тепла, потрібну для підвищення температури в конверторі. Перед заливанням чавуну в конвертор вводять вапняк (12 - 20% від ваги чавуну); після заливання чавуну роблять продування.

Томасівський процес також поділяють на *три періоди*.

Перший період - окислення кремнію, марганцю, заліза. Реакції проходять так само, як у бесемерівському процесі, але через те, що кремнію в томасівському процесі небагато, цей період закінчується раніше.

Другий період характеризує окислення вуглецю за реакцією:



Третій період - вигоряння фосфору, частково за рахунок вільного кисню, але головним чином за рахунок кисню з FeO.

У томасівському конверторі виплавляють здебільшого низьковуглецеву сталь, бо вигоряння фосфору починається тільки після повного вигоряння вуглецю. В деяких випадках, коли це потрібно, сталь наприкінці плавлення науглецьовують. Розкислюють так само, як у бесемерівському процесі, тільки спершу зливають шлак.

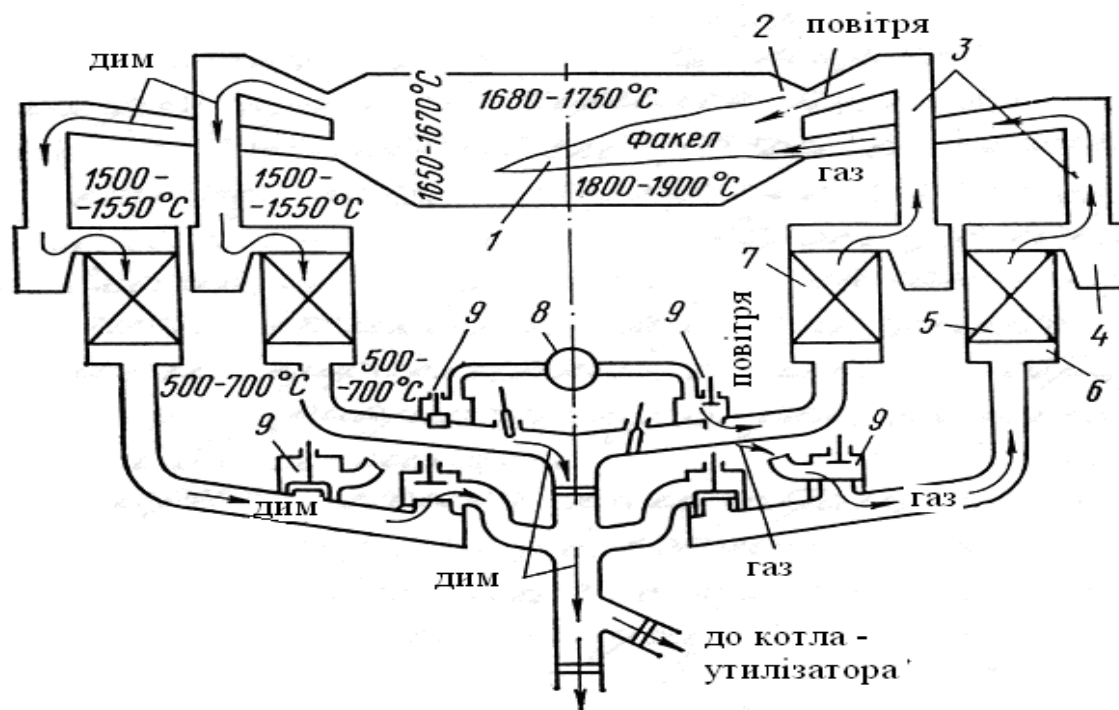
Позитивні властивості конверторної плавки - висока продуктивність, нескладне обладнання конвертора, відсутність потреби в паливі. Конверторна сталь - сталь звичайної якості. Вартість її невисока.

До недоліків способу слід віднести неможливість переплавлення металевих відходів; використання чавуну тільки певного хімічного складу; великий вигар металу, трудність одержання сталі заданого складу; велику кількість розчинених газів, що зменшують густину сталі. Томасівським способом сталь в Україні не виплавляється [9].

Мартенівський спосіб виробництва сталі дозволяє в якості сировини використовувати металевий лом. Цей спосіб може бути кислим або основним. На металургійних заводах країни мартенівська сталь виробляється основним скрап-рудним процесом, металева шихта якого складається з 55 - 65% рідкого чавуну і 45 - 35% залізосталю. Кислим мартенівським способом сталь виплавляють лише на деяких машинобудівних заводах. Мартенівський процес не може відбуватися без використання зовнішніх джерел тепла. Для опалення

мартенівських печей використовується газоподібне або рідке паливо - природний, коксовий і генераторний газ та мазут [10].

Одноканальна мартенівська піч (мал. 6.4) складається з верхньої будівлі (частина мартенівської печі, що знаходиться над робочим майданчиком) та нижньої будівлі (частина мартенівської печі, що знаходиться під робочим майданчиком).



- 1 – робочий простір печі; 2 – головки; 3 – вертикальні канали; 4 – шлаковик;
 5 – газовий регенератор; 6 – насадка; 7 – повітряний регенератор; 8 – вентилятор;
 9 – реверсивні і регулюючі клапани та заслони (шибери)

Мал. 6.4 – Схема мартенівської печі

До верхньої будівлі належить плавильний або робочий простір печі 1, який обмежений подом, відкосами, передньою та задньою стінками та склепінням; в торцях плавильного простору знаходяться головки печі 2, що служать для підведення палива і повітря та відводу продуктів згоряння; головки печі з'єднані за допомогою вертикальних каналів 3 з нижньою будівлею печі. До нижньої будівлі печі належать: частина вертикальних каналів під робочою площею; шлаковики 4, що служать для вловлювання часток пилу і шлаку з продуктів згоряння; регенератори 5, 7 з регенеративними решітками, що служать для акумуляції тепла,

яке виноситься продуктами згоряння, і для нагріву повітря (або повітря та газу); лежак 6, що служить для відводу продуктів згоряння і для відводу повітря (або повітря та газу); реверсивні і регулюючі клапани та заслони (шибери) 9, що служать для здійснення реверсування факела полум'я.

За мартенівськими печами знаходяться: котли-утилізатори, що служать для утилізації тепла відхідних продуктів згоряння; газоочисники для очищення продуктів згоряння від пилу; димарі для створення разом з димососами необхідного розрідження евакуації продуктів згоряння з печі, розсіювання шкідливих викидів.

Мартенівські печі симетричні за своєю конструкцією. Якщо ліва частина служить для відводу продуктів згоряння, то права частина - для підведення газу і повітря.

При реверсуванні факела призначення лівої та правої частин печі змінюється навпаки. Реверсування факела проводять через 5 - 20хв., залежно від періоду плавки і температури нагріву насадки регенераторів [11].

Підігрівання продуктів горіння забезпечує при згорянні палива в робочому просторі температуру близько 2000°C. При роботі на рідкому паливі регенератори підігрівають тільки повітря, а нафта або мазут подаються форсунками, що встановлені в каналах головок печей.

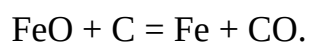
Процес одержання сталі в мартенівській печі поділяють на *три періоди*.

Перший період - плавлення - починається незабаром після початку завантаження. Після закінчення завантаження розплавлення відбувається інтенсивніше, бо зменшуються втрати тепла.

Під час плавлення треба вводити в піч якнайбільшу кількість тепла. Це захищає метал від розчинення в ньому газів і надмірного окислення.

Період плавлення характеризується окисними реакціями: окислюється кремній, марганець, залізо, фосфор. Одночасно утворюється велика кількість оксиду заліза FeO, який є основним окислювачем домішок - кремнію, марганцю, фосфору.

Другий період - окислення - характеризується енергійним окисленням вуглецю за рахунок FeO. Це окислення відбувається за реакцією:



Гази, що утворюються при цьому, намагаючись вирватися з ванни, приводять метал у стан кипіння, тому другий період плавки називається **періодом кипіння**.

Вигоряння вуглецю триває 2-3 год. Після одержання потрібного проценту вуглецю закінчується другий період плавки.

Третій період - розкислення. Мета розкислення та сама, що і при конверторному способі, і застосовуються ті самі розкислювачі: феросиліцій, феромарганець, алюміній. Важчі розкислювачі завантажують прямо у піч, легші - у жолоб або в ківш. Іноді для перевірки розкисленості сталі роблять пробу. Застиглий розжарений кусок сталі кують; при поганій розкисленості виникають тріщини. Коли в мартенівській печі виплавляють леговану сталь, після розкислення в неї вводять легуючі добавки: феротитан, ферохром, висококремнієвий феросиліцій та ін. Щоб одержати нікелеву сталь, вводять чистий нікель, феронікель чи нікелевий брухт.

Після закінчення плавки сталь випускають у ківш. Процес плавлення триває 5 - 8 год., при швидкісному сталеварінні строки зменшуються до 4,5 - 5,5 год. Найважливішим фактором підвищення продуктивності мартенівських печей є впровадження нової прогресивної технології, насамперед застосування кисню в мартенівській плавці.

Кисень вводять при плавці двома способами: а) збагачуючи факел полум'я в період завалки і розплавлення шихтових матеріалів; б) продуваючи рідину в ванні під час вигоряння вуглецю.

Застосування кисню підвищує продуктивність мартенівської плавки на 15 - 25%. Особливо ефективних результатів досягають у печах великої ємності.

У мартенівських печах виплавляють якісну вуглецеву конструкційну та інструментальну сталь, а також низьколеговану і середньолеговану. Сталь, виплавлену в мартенівських печах, застосовують для виготовлення прокату та поковок. З неї роблять рейки, ресори, балки та інші деталі машин. Отже, головною перевагою мартенівського процесу є його універсальність, а недоліками є велика тривалість процесу та значні витрати палива [9].

Досвід показує, що більш прогресивним способом виробництва сталі є киснево-конверторний. У зв'язку з цим в нашій країні та за її межами зупинено будівництво нових мартенівських печей, а нові заводи по виробництву сталі створюються шляхом будівництва киснево-конверторних цехів з агрегатами великої одиничної садки та високої річної продуктивності.

6.3 Захист довкілля від шкідливого впливу сталеплавильного виробництва

Чорні метали відіграють в народному господарстві країни надзвичайно важливу роль. Однак, всі відомі технологічні процеси виробництва сталі супроводжуються утворенням великої кількості відходів у вигляді шкідливих газів та пилу, шлаків, шламів, стічних вод, що містять різні хімічні компоненти, які забруднюють атмосферу, воду та поверхню землі.

Основним джерелом забруднення атмосфери викидами металургійних заводів є коксохімічне, агломераційне, сталеплавильне та інші виробництва.

Коксохімічне виробництво забруднює атмосферу 3,4-бенз(а)піреном, оксидами вуглецю (II) і (IV), диоксидом сірки. На 1 т перероблюваного вугілля виділяється близько 0,75 кг оксиду сірки (IV) і по 0,03 кг різних вуглеводнів та аміаку. Поблизу коксохімічних заводів середні рівні вмісту в повітрі оксиду сірки (IV) (сірчаного газу) складають від 0,05 до 0,2 мг/м³.

Джерелами забруднення повітряного басейну на аглофабриках є агломераційні стрічки, барабанні та чашеві охолоджувачі агломерату, випалювальні печі, вузли пересилки, транспортування, сортування агломерату та інших компонентів, що входять до складу шихти. Кількість агломераційних газів - 2,5 - 4,0 тис. м³ на 1 тонну отриманого агломерату з вмістом в них пилу від 5 до 10 г/м³. До складу газів входять оксиди сірки та вуглецю, а пил містить залізо і його оксиди, а також оксиди марганцю, магнію, фосфору, кальцію, іноді частинки титану, міді, свинцю.

Виробництво сталі супроводжується виділенням в атмосферу значної кількості газів та пилу. Виплавка однієї тонни сталі пов'язана з викидами в атмосферу 0,04 т твердих часток, 0,03 т оксиду сірки (IV) , близько 0,05 т оксиду вуглецю [12]. Пил містить сполуки марганцю, заліза, міді, цинку, кадмію, свинцю та інших сполук. При виплавці високо- та середньолегованих сталей в пил, крім оксидів заліза, потрапляють і оксиди кремнію, сполуки сірки, фосфору, оксиди ванадію, сполуки хрому, нікелю, молібдену, селену, телуру та ін. Кількість газів, що утворюються, і вміст в них твердих часток залежить від способу виробництва сталі, використання кисневого дуття та інших факторів.

Забруднення навколишнього середовища навколо підприємств чорної металургії в залежності від переважного напрямку вітрів відчувається в радіусі 20 - 50 км. На 1 км² цієї території на добу випадає 5 - 15 кг пилу.

Навколо металургійних заводів формуються своєрідні техногенні області, в усіх поверхневих утвореннях яких (у ґрунті, снігу, воді, рослинності) міститься широкий набір шкідливих речовин, який включає такі надзвичайно небезпечні, як свинець та ртуть.

Чорна металургія є одним з найбільших споживачів та забруднювачів води. Сучасний завод на виробництво 1 т сталі витрачає 180 - 200 м³ води. Незважаючи на те, що на металургійних заводах широко використовується оборотне водопостачання, кількість стічних вод дуже велика. Вони містять механічні домішки органічного походження, а також гідрооксиди металів, стійкі та легкі нафтопродукти, розчинені токсичні сполуки органічного та неорганічного походження. Стічні води мають приблизно однаковий якісний склад забруднення, однак концентрація забруднюючих речовин, як правило, змінюється в широкому діапазоні залежно від видів та особливостей технологічних процесів.

Стічні води аглофабрик містять залізо, оксид кальцію, вуглець. На коксохімічних заводах стічні води утворюються від хімічних цехів (фенольні стічні води) і від процесу гасіння коксу. Витрати свіжої води на одну тону коксу складають 1,2 - 1,6 м³ (при використанні фенольної води для гасіння коксу) [13]. В процесі очистки коксового газу від сірководню миш'якосодовим методом утворюється за годину 4 - 6 м³ стічних вод, в яких містяться феноли, аміак, сірководень, ціаніди, бензолні вуглеводи, що є канцерогенними речовинами.

Стічні води в процесі виробництва сталі утворюються при очистці газів мартенівських печей, конверторів, охолодженні та гідроочистці виливниць, пристроїв безперервного розливання сталі та обмивання котлів-утилізаторів. При киснево-конверторній виплавці сталі вміст завислих часток в стічній воді систем очистки газу досягає 7000 мг/л.

При скидах забруднених стічних вод металургійних підприємств у водоймищі збільшується кількість завислих часток, значна кількість яких опадає поблизу місця скиду, підвищується температура води, погіршується кисневий режим, від виносу з водою мастильних продуктів з прокатних цехів утворюється масляна плівка на поверхні водоймища. Потрапляння шкідливих речовин 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, що містяться в стічних водах металургійних підприємств.

При 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 зараз тисячі гектарів корисного ґрунту. В них накопичено близько 500 млн. т шлаків.

Шламопилові відходи утворюються практично на всіх стадіях металургійного виробництва. Зараз в нашій країні щорічно утворюється близько 80 млн. т доменних, сталеплавильних та феросплавних шлаків, а також 1 млн. т шламів, 110 тис. т пилу. Шлам містить велику кількість заліза (майже 50%).

При виробництві сталі шлаків утворюється в 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 [8]. 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 [14].

Велика кількість утворених при виробництві сталі відходів потребує прийняття заходів по зменшенню забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери.

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 в мартенівських печах при опаленні 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 оксиди вуглецю (II) і (IV), оксиди азоту та сірки, кисень, водень, азот, водяна пара та деякі інші речовини. Кількість оксидів сірки залежить від виду використаного палива і при опаленні коксодоменним газом може досягати 800мг/м³.

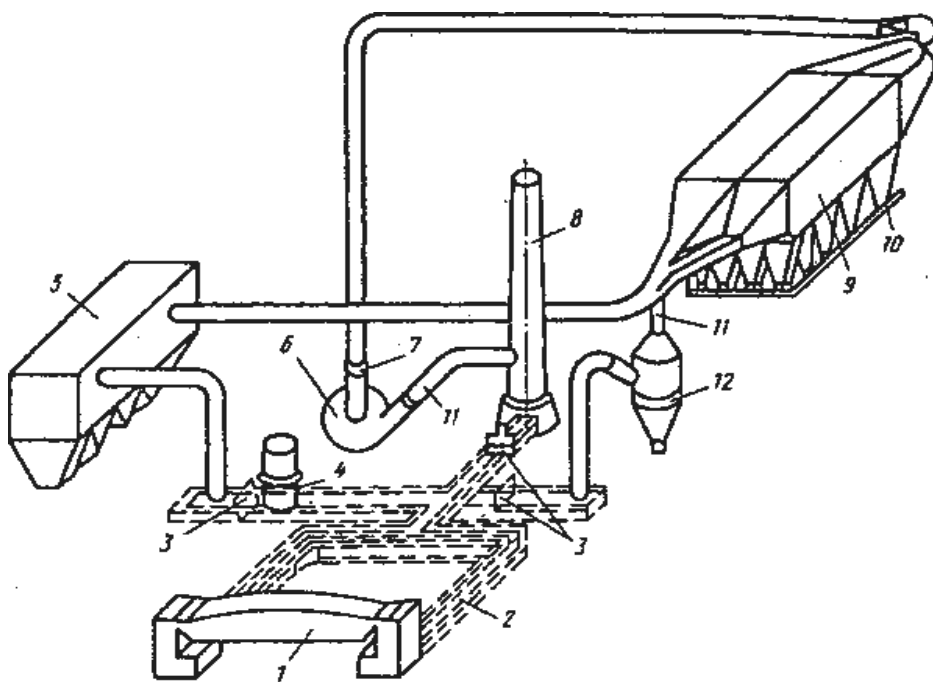
Виділений з мартенівської печі газ перед викидом в атмосферу підлягає обов'язковій очистці. Перед очисткою газ охолоджують в котлах-утилізаторах до 220 - 250°C.

В нашій країні найбільше розповсюдження отримали дві схеми очистки мартенівського газу [12]: суха в електрофільтрах (мал. 6.5) та мокра (мал. 6.6). Запиленість очищених за цими схемами газів не перевищує 100 мг/м^3 .

На приведеній на малюнку 6.5 схемі очистки мартенівського газу сухі пластинчасті електрофільтри встановлені після котла-утилізатора. Для запобігання вибуху оксид вуглецю, що міститься в газі, допалюється в спеціальній камері, що знаходиться перед котлом-утилізатором.

При мокрій очистці газу, що відходить від двованного сталеплавильного агрегату, в скруберах Вентурі його спочатку охолоджують до $700 - 800^\circ\text{C}$ шляхом вприскування води, потім направляють в котел-утилізатор. Охолоджені до $200 - 250^\circ\text{C}$ газу потрапляють далі в скрубери Вентурі, після них - в краплевловлювачі, а звідти за допомогою димососів - в димар. Ефективність вловлювання пилу досягає 99%.

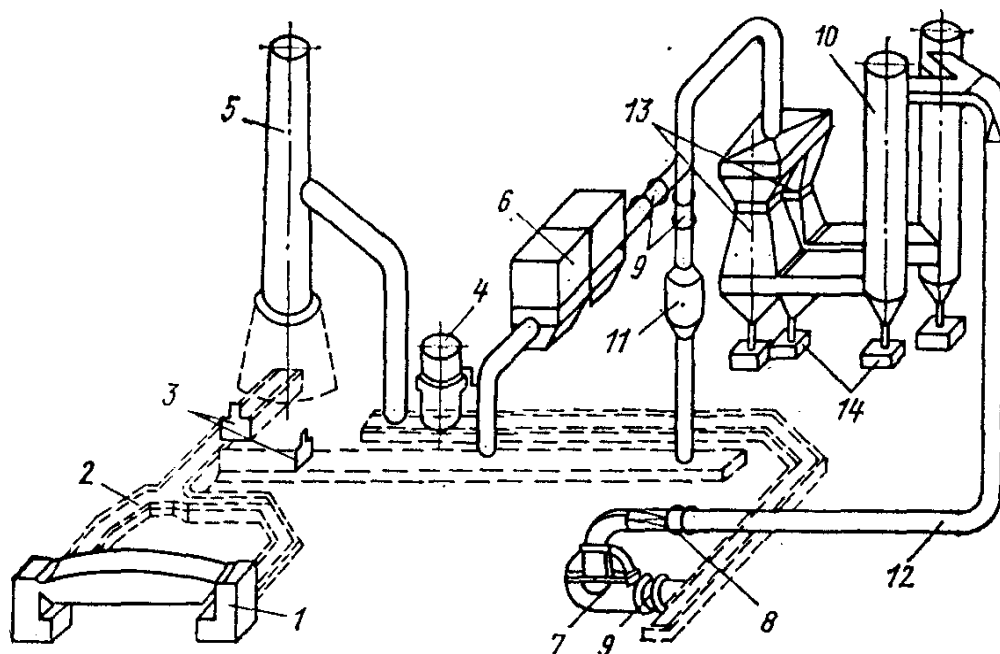
Зараз необхідно очищати мартенівські газу не тільки від пилу, але і від оксидів азоту. Для видалення їх опробовано аміачно-каталітичний метод. Підготовка газів до каталітичної очистки включає їх охолодження та очистку від пилу в тканинних або електричних фільтрах.



1 - мартенівська піч; 2 - лежак; 3 - шибер; 4 - камера для допалювання оксиду вуглецю; 5 - котел-утилізатор; 6 - димосос; 7 - направляючий апарат; 8 - димар;

9 - електрофільтр; 10 - лінія пневмотранспорту пилу; 11 - дросель-клапан; 12 - випаровувальний скруббер

Мал. 6.5 - Схема очистки мартенівських газів від пилу в сухих пластинчастих електрофільтрах



1 - мартенівська піч; 2 – лежак; 3 - шибер; 4 - пристрій для підігріву газу;
5 – димар; 6 - котел-утилізатор; 7 – димосос; 8 - направляючий апарат;
9 - дросель-клапан; 10 – скруббер - краплевловлювач; 11 - зрошувальна камера;
12 - газопровід очищеного газу; 13 - прямокутні труби Вентурі; 14 – гідрозатвор

Мал. 6.6 - Схема очистки мартенівських газів від пилу в трубах Вентурі (мокра очистка)

Процес відновлення оксидів азоту аміаком до елементарного азоту відбувається при температурі 280 - 320°C при наявності ванадієвого каталізатора.

В сталеплавильному виробництві стічні води утворюються в процесі очистки газів мартенівських печей, конверторів; при охолодженні та гідроочистці виливниць, пристроїв безперервного розливання сталі та обмивки котлів-утилізаторів. Стічні води містять багато твердих часток [15].

Для очистки стічних вод використовується механічний метод: відстоювання (освітлення) в радіальних відстійниках. Час осадження завислих часток із стічної

води при її відстоюванні залежить від періоду роботи печі. Періоди завалки, підігріву та заливки чавуну характеризуються повільним охолодженням часток. В періоди плавки, додавання чавуну та доводки, коли з печі виноситься найбільша кількість пилу, осадження часток в стічній воді іде інтенсивно.

Для інтенсифікації освітлення стічних вод у відстійниках використовують реагентну та магнітну коагуляцію. Використання як коагулянту поліакриламід у розрахунку 1 мг на 1 л або магнітного поля призводить до збільшення питомого гідравлічного навантаження на радіальний відстійник до $1,5 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$ та більше.

В сталеплавильному виробництві утворюється щорічно більше 25 млн. т шлаків, що містять залізо (до 24% у вигляді оксидів та до 20% в металевій формі); оксиди марганцю (до 11%); оксиди кальцію, кремнію, алюмінію, магнію, хрому, фосфору, сульфід заліза та марганцю. Половина маси перероблених шлаків іде на виготовлення каміння для будівництва, 30% використовується як оборотний продукт (у вигляді флюсів); 20% переробляється в добрива для сільського господарства; частина шлаків йде на виготовлення мінеральної вати (теплоізолюючих матеріалів); зовсім невелика кількість підлягає грануляції.

Залізовмісні шлами та пил після пилогазоочисних пристроїв використовуються як домішки в агломераційну шихту та при виробництві будматеріалів.

Зменшення кількості шкідливих викидів у сталеплавильному виробництві досягається використанням різних технологічних прийомів та пристроїв. Велике значення має механізація ручних операцій. Для зниження шкідливих викидів передбачається: механізоване завантаження шихти; підвісні бункери для сипких матеріалів та феросплавів; автоматизовані системи для завантаження цих матеріалів; обладнання для механізації робіт по обслуговуванню конверторів та міксерних пристроїв; механізація прибирання шлаків під конверторами та сміття на робочих майданчиках; механізація ломки зношеної футерівки основних агрегатів, прибирання відходів; механізація підготовки та ремонту набивної футерівки сталерозливних ковшів; обладнання ковшів шибєрними затворами.

Одна з основних умов, що дозволяють знизити викиди шкідливих речовин, - правильне, кваліфіковане ведення технологічних процесів у сталеплавильному виробництві. Це допоможе запобігти аварії та непередбаченим викидам шкідливих речовин.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. Дайте визначення чавуну як речовині.
2. Що таке металургійний цикл ?
3. Які продукти доменної плавки є основними, а які другорядними ?
4. Які речовини входять до складу доменного газу?
5. Назвіть основні технологічні процеси отримання сталі?
6. Які переваги конверторного методу перед іншими способами виробництва сталі?
7. Що є основним забруднюючим атмосфери при сталеплавильному виробництві?
8. За рахунок чого можна досягнути зниження антропогенного тиску на довкілля при виробництві сталі?



Рекомендована література

1. Петриченко А.М., Суходольская Е.А. Чугун: настоящее и будущее. - К.: Наукова думка, 1987. - 104 с.
2. Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основы экологии та охорона довкілля. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 394 с.
3. Алиев Г. М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: Справочник. - М.: Металлургия, 1986. - 312 с.
4. Охрана окружающей среды. / С.В. Белов. 2-е изд., испр. и доп. - М.: Высш. шк., 1991. - 319 с.
5. Энциклопедический словарь: В 3 т. - Т. 3 / Б.А. Веденского - М.: Советская энциклопедия, 1955. - 744 с.
6. Общая металлургия. / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2005. - 767 с.: ил.
7. Кудрин В.А. Металлургия стали. - М.: Металлургия, 1989. - 496 с.
8. Бигеев А.М. Металлургия стали. - Челябинск: Металлургия, 1980. – 437 с.

9. Остапенко М.М. Технологія металів. - К.: Металургія, 1972. - 347 с.
10. Борнацкий И.И. Теория металлургических процессов. – К.: Техника, 1978. - 430 с.
11. Борнацкий И.И. Производство стали. – М.: Металлургия, 1991. - 386 с.
12. Тимонин А. С. Инженерно-экологический справочник. Т. 1 / Моск. гос. ун-т инж. экологии. - Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2003. - 915 с.: ил.
13. Аксенов В.И. Замкнутые системы водного хозяйства металлургических предприятий. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1991. - 127 с.
14. Денисенко Г.Ф. Охрана окружающей среды в черной металлургии. - К.: Техника, 1990 - 246 с
15. Водоотводящие системы промышленных предприятий. / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю. М. Ласков. - М.: Стройиздат, 1990. - 510 с.

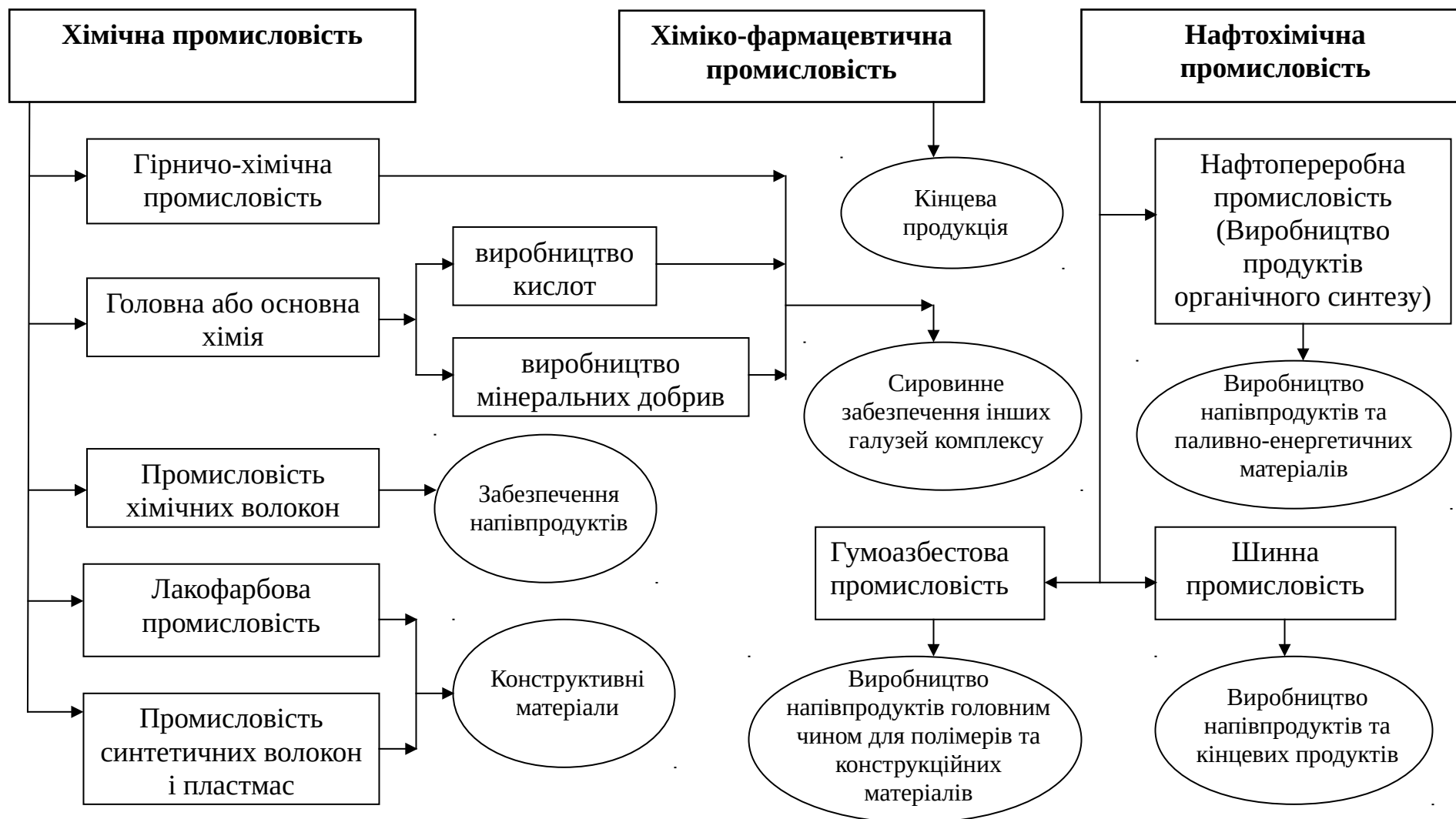
Розділ 7. АНАЛІЗ ВПЛИВУ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ДОВКІЛЛЯ

7.1 Загальна характеристика галузі. Основні технологічні процеси

Хімічна промисловість забезпечує народне господарство 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. Окремі види продукції хімічної промисловості України (азотні і калійні добрива, сірка, синтетичні фарбники, кальцинована сода, бром, титанові білила, окремі продукти органічного синтезу) експортуються в інші країни.

Хімізація народного господарства України виявляється в широкому використанні мінеральних добрив у різних галузях та сферах народного господарства, у впровадженні хімічних технологій у промисловості й сільському господарстві, сприяє інтенсифікації виробничих процесів, економії витрат суспільної праці.

Хімічний комплекс охоплює галузі промисловості, що виробляють сировину й конструкційні матеріали. У структурі хімічної та нафтохімічної галузей виділяють такі підгалузі: *гірничо-хімічну, основну хімію, хімію органічного синтезу, галузі з виробництва полімерних матеріалів, хімію тонкого органічного синтезу* (лаків, фарб, фотохімічних виробів), *побутову хімію*. Останнім часом як окремі галузі виділяються *мікробіологічна і фармацевтична промисловість*, які теж належать до хімічної. Найважливішою галуззю у цьому комплексі є виробництво з неорганічних та органічних речовин різних хімічних сполук для інших промисловостей. Схематично галузі хімічного комплексу та господарське призначення його продукції розглянуті на мал. 7.1.



Мал. 7.1 – Загальна схема хімічного комплексу та господарське призначення його продукції

Сировиною для хімічної промисловості є кам'яне і буре вугілля, нафта, кам'яна і калійна солі, фосфоріти, вапняки, сірка, синтетичні хімічні матеріали, повітря, вода і деякі інші. Крім того, в хімічній промисловості використовуються відходи чорної і кольорової металургії, харчової і лісопереробної промисловості, сільськогосподарська сировина.

Хімічна промисловість пов'язана з багатьма галузями. Вона комбінується з нафтопереробною промисловістю, коксуванням вугілля, чорною та кольоровою металургією, лісовою промисловістю. Завдяки складній системі зв'язків утворюються такі або інші поєднання виробництв, із яких формуються міжгалузеві комплекси. В одних випадках роль хімічної промисловості у цих комплексах провідна, в інших вона не має формуючого значення, лише доповнюючи усталену систему зв'язків. Проте загалом хімічну промисловість слід розглядати як головну галузь, що визначає склад і напрям розвитку комплексу. Здебільшого лісова промисловість розглядається у цьому комплексі як постачальник деревини для хімічної промисловості.

Хімічна промисловість має дуже складну галузеву структуру, що охоплює близько 200 взаємопов'язаних виробництв з великою номенклатурою продукції. Ці виробництва об'єднані у три великі групи: **неорганічної або основної хімії** (виробництво мінеральних добрив, неорганічних кислот і соди), **хімії органічного синтезу** (виробництво полімерних матеріалів) та **гірничо-хімічної промисловості** (видобуток сировини) [1].

Неорганічна хімія переважно виробляє напівфабрикати, що використовуються в інших галузях промисловості. Виняток становлять мінеральні добрива, які виробляє окрема галузь.

До органічної хімії відносяться виробництва вуглеводної сировини, органічних напівфабрикатів, синтетичних матеріалів. Основною сировиною для хімії органічного синтезу є вуглеводні нафти, природний та супутний газ. Використовуються також вуглеводні сполуки, що одержуються з вугілля.

Гірничо-хімічна промисловість утворює сировинну базу передусім для неорганічної хімії. Функцією гірничо-хімічної промисловості є видобуток сировини: сірки, фосфатів і калійних солей, кухонної солі, карбонату.

За особливостями розміщення хімічна та нафтохімічна промисловість є одними з найскладніших. Численні міжгалузеві, внутрішньогалузеві та технологічні зв'язки, широкий асортимент продукції, використання великої

кількості палива, енергії та води зумовлюють своєрідність територіальної організації хімічної промисловості. Сучасне розміщення галузі сформувалось під впливом географічних, економічних і технічних факторів. Підприємства гірської хімії розміщуються в районах видобутку корисних копалин, використовуваних як хімічна сировина (табл. 7.1).

Класифікація процесів здійснюється за найбільш важливими та характерними для них параметрами. Процеси поділяються на:

- низькотемпературні некаталітичні;
- високотемпературні;
- каталітичні;
- електрохімічні.

Прикладом гетерогенного каталітичного процесу є промислове отримання аміаку. [2]

Таблиця 7.1 - Гірничо-хімічні корисні копалини України, млн. т

| Назва корисної копалини | Кількість родовищ | | Запаси, 2005 р. |
|-----------------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| | Відкрито | Розробляється | |
| Апатит | 3 | 0 | 1955,1 |
| Барит | 1 | 0 | 2,5 |
| Бром | 2 | 2 | 0,2 |
| Сапоніт | 1 | 0 | 29,6 |
| Карбонатна сировина для: | | | |
| - вапнування кислих ґрунтів | 31 | 2 | 88,9 |
| - кормових добавок | 2 | 0 | 6,6 |
| - цукровій промисловості | 14 | 10 | 334,5 |
| Мів для виробництва соди | 4 | 3 | 72,3 |
| Сіль калійна | 13 | 2 | 2350,6 |
| Сіль кухонна | 14 | 11 | 16674,1 |
| Сіль магнієва | 5 | 4 | 87,1 |
| Сірка | 12 | 5 | 525,9 |
| Сировина для фарб | 11 | 3 | 11,3 |
| Фосфоріл | 5 | 1 | 300,0 |
| Фтор | 2 | 0 | 905,2 |

Початкові продукти виробляють: азот - з рідкого повітря, водень - конверсійним способом або з води. Теорія синтезу аміаку з простих речовин складна. Тут тільки вказують оптимальні умови процесу, що ґрунтуються на принципі Ле-Шательє. Оскільки ця реакція екзотермічна, то зниження температури зміщуватиме рівновагу в бік утворення аміаку. Однак при низьких температурах швидкість всіх реакцій мала. Тому синтез аміаку проходить при 450 - 500°C і в присутності каталізатора. У зв'язку з тим, що каталізатор прискорює пряму та зворотну реакцію однаково, а підвищення температури зміщує рівновагу ліворуч, то ці умови не вигідні для промислового виробництва. Тобто, за принципами Ле-Шательє, для протидії цьому впливу підвищення температури необхідно використовувати високий тиск. Тиск завжди застосовують такий, який витримує матеріал апаратури - до 1000 атм. (100 МПа). Негативно впливають на швидкість утворення суміші: сірководень, оксид вуглецю (II), вода та інші сполуки. Вони знижують активність каталізаторів. Тому азото-водневу суміш піддають ретельному очищенню, особливо від сірчаних сполук.

Технологічний процес, при якому нереагуючі речовини відділяються від продуктів реакції і знову повертаються в реакційний апарат для повного використання, називається **циркуляційним**. Завдяки такій циркуляції використання азотоводневої суміші вдається довести до 95%.

Розглянемо кожну з підгалузей хімічної промисловості (див. мал. 7.1) більш детально.

Основна хімія

Валова продукція - до 40% хімічного комплексу.

Содове виробництво є одним з найдавніших хімічних виробництв в Україні. Через те, що воно є матеріалоємним (для виробництва 1 тонни кальцинованої соди використовують 1,5 тонни кухонної солі, 1,5 тонни вапняку, 1,7 тонни умовного палива), його виробництва розміщені в районах видобутку сировини - вапняків та кухонної солі.

Виробництво кислот

Сульфатну кислоту використовують у процесі виробництва мінеральних добрив, в металургії, нафтопереробній, текстильній, харчовій промисловості. У 1940 році було вироблено 407 тис. тонн сірчаної кислоти в моногідриді, в 1960 - 1311, в 1970 - 2223, в 1980 - 4507, в 1990 - 5011, в 1993 - 1843 тис. тонн.

Мінеральні добрива

Виробництво мінеральних добрив у перерахуванні на 100% поживних речовин виросло з 11 тис. тонн в 1928 році до 4200 тис. тонн в 1991 році або в 382 рази. І з ним виросла також кількість ресурсів, що витрачається на їх виробництво.

Промисловість хімічних волокон і ниток

У 1990 році підприємства цієї галузі виробили продукції на 19% більше, ніж у 1983 році. Випуск продукції в 1991 році був в 1,24 рази більший, ніж у 1980 році.

Сировиною для цього виробництва є органічні сполуки, одержані в результаті переробки нафти, газу, кам'яного вугілля.

У 1991 році вироблено 826,4 тис. тонн синтетичних смол і пластмас (в 1980 - 509,9 тис. тонн), а в 1993 році вивезено 376,0 тис. тонн, при імпорті 228,9 тис. тонн. Сальдо імпорту-експорту складає + 147,1 тис. тонн.

Спостерігається велика кількість витрат на виробництво продукції - сировини, умовного палива, а також на перевезення продукції з одного місця в інше.

Лакофарбова промисловість

Сировиною можуть бути матеріали і відходи лісової, деревообробної та целюлозно-паперової промисловості, продукція паливно-енергетичного комплексу та інше.

Нафтохімічна галузь:

Шинна промисловість

Сировина - штучний та природний каучук, різні кислоти, ряд видів необхідного палива. Темп розвитку цієї промисловості у другій половині 80-х років був достатньо високим: в 1990 році випуск продукції був на 10% більший, ніж у 1985 році, але з початку 90-х років спостерігається зниження виробництва.

Гумоазбестова промисловість

Випускає більше 30 тис. найменувань продукції. Для виробництва потрібна така сировина: сажа, синтетичний і природний каучук, різноманітні кислоти, барвники, певна кількість умовного палива.

Хіміко-фармацевтична галузь

Виробляє велику кількість хімічних речовин, які відносяться до ліків та засобів особистої гігієни. Як сировину використовують велику кількість хімічних сполук, які конкретно належать до кожного виду продукції галузі. Наприклад, H_2O_2 , виробляють за допомогою сірчаної кислоти, великої кількості електроенергії та умовного палива.

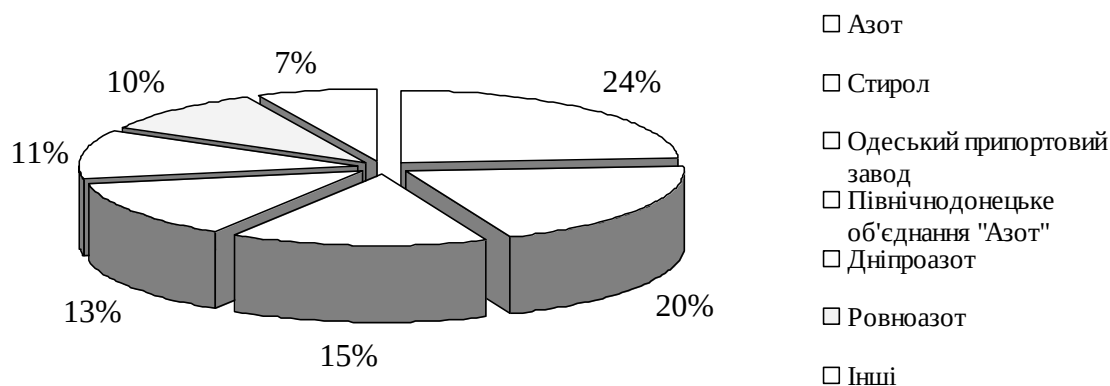
Важливим на теперішній час є питання **перспективи розвитку хімічного комплексу**. "Стратегія розвитку хімічного комплексу України в 2007 - 2015 роках" вказує, що щорічний об'єм засобів, необхідних для оновлення виробничих фондів, має бути збільшений з 2,4 млрд грн. до 3,3 - 4,5 млрд грн. Всього в найближчі сім-вісім років українські хімічні підприємства планують інвестувати у виробництво не менше 13 млрд грн (табл. 7.2).

Необхідність настільки значних вкладень викликана зношеністю виробничих потужностей галузі (55 - 60%), а також різким подорожчанням природного газу. З 2004 року ціна на газ для промисловості з врахуванням транспортних витрат і ПДВ виросла більш ніж в три рази — з \$ 65 - 75 до \$ 290 - 310 за тисячу кубометрів.

Одним з пріоритетних напрямів розвитку галузі є перехід на енергозберігаючі технології. Так, Північнодонецьке об'єднання "Азот" до 2012 року планує інвестувати в розвиток виробництва \$300 млн. Велика частина цієї суми піде на впровадження цих технологій. Схожа програма існує і на Черкаському "Азоті". Заявлені інвестиції в модернізацію виробництва в період з 2005 по 2010 роки повинні перевищити \$350 млн., що дозволить в середньому на 10% понизити витрати на виробництво продукції. Обсяги та структура виробництва азотних мінеральних добрив в 2007 році для деяких підприємств наведені в табл. 7.3 та на мал. 7.2.

Таблиця 7.2 - Інвестиції у власний капітал

| Галузь промисловості | Інвестиційні вклади по рокам, млн. грн. | | | | Приріст, % | | | |
|--------------------------------------|---|------|------|------|------------|-------|-------|-------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
| Хімічна і нафтохімічна промисловість | 848 | 1688 | 2376 | 2638 | 101,4 | 171,2 | 121,1 | 101,8 |
| Хімічна промисловість | 615 | 1107 | 1668 | 1613 | 102,3 | 155,5 | 128,1 | 88,4 |



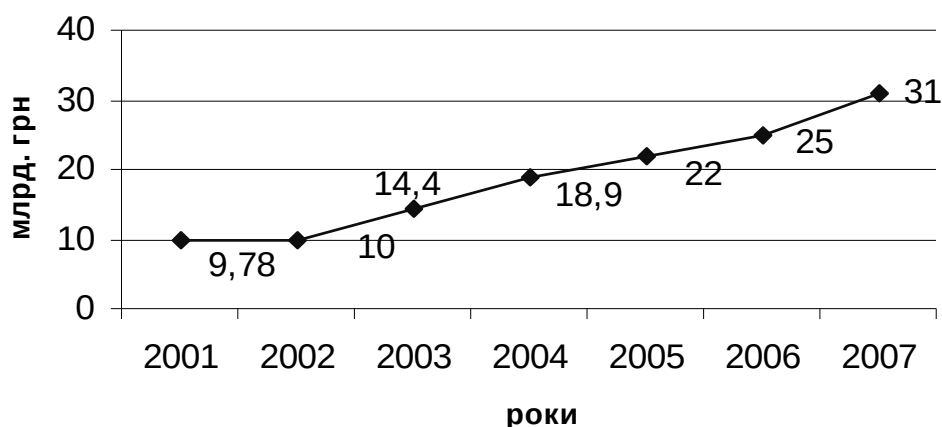
Мал. 7.2 – Структура виробництва азотних мінеральних добрив в 2007 році

Таблиця 7.3 - Виробництво азотних мінеральних добрив в 2007 році

| Назва виробництв | тис. т | Частка ринку % |
|------------------------------------|---------|----------------|
| „Азот” | 694,8 | 24,47 |
| „Стирол” | 558 | 19,66 |
| Одеський припортовий завод | 427,1 | 15,04 |
| Північнодонецьке об'єднання „Азот” | 361,8 | 12,74 |
| „Дніпроазот” | 324,4 | 11,43 |
| „Рівнеазот” | 280,9 | 9,89 |
| Інші | 191,95 | 6,76 |
| У сумі | 2838,95 | 100,00 |

Щорік українська хімічна промисловість споживає понад 8,3 млрд. кубометрів природного газу, або 11% всього об'єму, використовуваного Україною. Нагадаємо, що в структурі собівартості виробництва азотних добрив (аміаку, карбаміду, аміачної селітри) доля природного газу складає 50 - 80%. В той же час українські хіміки мають вельми серйозний запас "прихованої рентабельності".

Крім того, зростання цін на газ компенсується високими цінами на азотні добрива на світовому ринку. Сільгоспвиробники, які прагнуть збільшити ефективність наявних орних земель, стимулюють попит на добрива (див. табл. 7.5 та мал. 7.3).



Мал. 7.3 – Динаміка реалізованої продукції хімічної промисловості в 2001 - 2007 рр.

Таблиця 7.5 - Об'єми реалізованої продукції хімічної промисловості в 2001-2007 рр.

| | 2001 | | 2002 | | 2003 | | 2004 | | 2005 | | 2006 | | 2007 | |
|-------------------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | грн.Об'єм, млрд | Доля % | грн.Об'єм, млрд | Доля % | грн.Об'єм, млрд | Доля % | грн.Об'єм, млрд | Доля % | грн.Об'єм, млрд | Доля % | грн.Об'єм, млрд | Доля % | грн.Об'єм, млрд | Доля % |
| Промисловість, в цілому | 210,8 | 100 | 229,6 | 100 | 289,1 | 100 | 400,7 | 100 | 468,5 | 100 | 551,7 | 100 | 717,0 | 100 |
| Хімічне виробництво | 9,78 | 4,7 | 10,0 | 4,4 | 14,4 | 5 | 18,9 | 4,7 | 22,0 | 4,7 | 25,0 | 4,5 | 31,0 | 4,3 |

Тому експерти вважають, що ціни навряд чи впадуть до 2010 року. А значить, в найближчі декілька років хімічна галузь буде на підйомі.

7.2 Заходи боротьби зі шкідливим впливом на довкілля

Як витікає з розгляду основних технологічних процесів хімічної технології, в якості сировини для їх роботи часто використовуються токсичні речовини. Таким чином, шкідливий вплив на довкілля в першу чергу пов'язаний з цими сполуками.

Винесення токсичних речовин у навколишнє середовище призводить до масових уражень населення та біологічного (тваринного) світу.

Слід зауважити, що велика кількість хімічних підприємств має різні технологічні процеси, цикли і виробляє різноманітні хімічні речовини, сприяє унікальності кожної аварійної ситуації. А внаслідок вторинних реакцій можливе виділення в атмосферу проміжних продуктів додаткових СДОР. Так, в Іонаві (Японія) при розпаді нітрофоски відбулося виділення оксиду азоту, хлору, фториду водню та низки інших СДОР у радіусі 30 км від епіцентру аварії, де надзвичайно гостро постало питання про евакуацію понад 34 тис. людей.

Цей чинник разом з іншими характерними особливостями хімічних катастроф (руйнування, пожежі, вибухи тощо) зумовлює ймовірність розвитку у потерпілих комбінованих (отруєння та опіки) та поєднаних (отруєння різними СДОР) уражень.

Аналіз роботи Всесвітнього центру лікування отруєнь показав, що найчастіше трапляються випадки масових отруєнь хлором, аміаком, чадним газом та іншими типовими токсичними реагентами подразнювальної, задушливої (пари різних кислот) та загальнотоксичної дії (сірководень, суміш вуглеводню, меркаптантів та інших). Переважна більшість хімічних речовин широко використовується в народному господарстві (понад 1300). Вони мають тривалий латентний період дії, що негативно впливає на раннє розпізнавання отруєння та надання невідкладної медичної допомоги. Для СДОР подразливої дії (хлор, аміак) характерний розвиток хімічного опіку з вираженим больовим синдромом, подразненням дихальних шляхів з обструктивними порушеннями, набряк легень.

Отруєння поділяють на такі **основні три групи з погляду екології** [3]:

1. Отруєння пестицидами і гербіцидами:

- фосфорорганічними сполуками;
- хлороорганічними сполуками;
- ртутьорганічними сполуками;
- карбонатами;
- нітрофенольними сполуками;
- препаратами, які містять мідь.

2. Отруєння нітритами.

3. Отруєння металами:

- плюмбумом (свинцем) та його сполуками;

- тетраетилплумбумом;
- арсином (миш'яком) та його сполуками.

До важливих промислових отрут відносяться:

- Свинець, тетраетилсвинець, ртуть, марганець, берилій.
- Подразнюючі гази - хлор, хлорид водню, сірчаний газ, сірководень, оксиди нітрогену, аміак, оксид вуглецю.
- Органічні розчини - бензин, метиловий спирт, сірковуглець, дихлоретан, амідно- та нітросполуки бензолу та інших циклічних сполук.

Розглянемо ряд хімічних виробництв та окремо їх вплив на екологію і стан здоров'я людей. Візьмемо такі поширені в Україні підприємства, як виробництво азотних та фосфорних добрив, виробництво пластмас і синтетичних матеріалів.

Виробництво добрив для сільського господарства має велике народногосподарське значення і безперервно збільшується. Найбільше поширені азотні та фосфорні добрива. Азотні - у вигляді аміачних (аміачна вода, сульфат амонію та інші), нітритних (кальцієва, натрієва селітри), амідних (сечовина) сполук. Фосфорні - у вигляді фосфатів. Мінеральні добрива можуть бути простими та складними, тобто містити один або декілька корисних компонентів.

У виробництві селітри можливе забруднення повітря оксидами азоту, пилом селітри, крім того, існують джерела тепло- та вологовиділення, небезпека хімічних і 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 і пилом, боротьбу із залишковим тепловиділенням, захист працівників від травм і отруєнь, а також попадання токсинів у навколишнє середовище.

Широке розповсюдження мають пластмаси на основі синтетичних смол. Вони можуть бути вироблені шляхом полімеризації (полімерні стироли, вініловий спирт та інше) або поліконденсації (амінопласти, поліефірні смоли та інше).

При великому різноманітті використовуваних хімічних речовин кількість технологічних особливостей у виробництві пластмас і синтетичних матеріалів мають загальні особливості, які впливають на умови праці. *Розрізняють 3 стадії*

технологій із своєрідними відмінностями в умовах виробничого середовища і праці [4].

1) Виробництво полімерних смол з мономерів.

Воно здійснюється в умовах вакууму, іноді під тиском і при нагріванні. У цій стадії можливе виділення токсичних парів і газів - фенолу, формальдегіду, стиролу, фталевого ангідриду, хлористого вінілу та багатьох інших. Можливе залишкове тепловиділення і підвищення температури повітря на робочих місцях.

2) Створення композицій, що мають пластичні властивості.

Крім смол, до них входять допоміжні матеріали - пластифікатори, стабілізатори та інші. Багато з них мають токсичні властивості. Компоненти суміші дроблять, розмелюють, просівають, змішують, проводять гаряче вальцювання. В кінці отримують продукт у вигляді листів або твердої маси, котру дроблять і розмішують, отримуючи прес-порошок. У цій стадії технологічного процесу нерідко спостерігається пиловиділення і, крім того, в повітря можуть потрапити компоненти, які не повністю прореагували у попередній стадії (мономери та інші).

3) Отримання фасонних виробів методом пресування порошків.

В цій стадії можливе виділення у повітря пилу пластмас, продуктів початкової композиції (мономери та інше), а також продуктів термічної деструкції (розпаду). Крім того, на робочих місцях можливі несприятливі мікрокліматичні умови (підвищення температури повітря, вологи, тиску та інше), з'являються електричні та електромагнітні поля радіохвиль.

Оздоровчі заходи визначаються особливостями технологічного процесу і обладнання, характером і вираженістю вказаних видів промислової шкідливості.

На підприємствах, щоб захистити здоров'я і життя людини, використовують штучну вентиляцію з фільтрами, подвійну систему водозабезпечення: одна - питна, друга - промислова; замкнений цикл роботи технологій [5]. Для особистої гігієни використовують душові і санітарні пропусники. Також працівники постійно знаходяться під наглядом профлікарів. Але можна сказати, що все це не може на 100% захистити людину та природне середовище від ураження продуктами хімічної промисловості.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. Що є основною продукцією комплексу хімічних підприємств?
2. На які три великі групи поділяються підприємства хімічної промисловості?
3. Дайте визначення циркуляційному технологічному процесу у хімічній промисловості
4. На чому базується шкідливий вплив хімічних підприємств на навколишнє середовище?
5. Які Ви знаєте методи скорочення викидів від технологічних процесів отримання хімічних речовин?



Рекомендована література

1. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии.: - М.: Химия, 1999. - 470 с.: ил.
2. Хімія і неорганічна хімія. У 2 ч. Ч. 1: Довідковий посібник / А.П. Авдєєнко. - К.: ІСДО, 1993. - 243 с.
3. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров'я людини та екологія. - К.: Знання, 1991. - 78 с.
4. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. / В.С. Бесков, В.С. Сафронов - М.: Химия, 1999. - 470 с.: ил.
5. Дуднікова І.І. Екологія і безпека життєдіяльності: Термінологічний словник-довідник. - К.: Вища школа, 2005. - 247 с.

Розділ 8. ПРОМИСЛОВІСТЬ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ДЕРЕВООБРОБНА ПРОМИСЛОВІСТЬ

8.1 Характеристика деревообробної галузі. Принципові технологічні процеси

Кожну галузь можна охарактеризувати за допомогою багатьох чинників. Найважливішим з них є асортимент продукції, яку дана галузь виробляє. Почнемо наш аналіз з розгляду деревообробної промисловості.

Наведена галузь за принциповими особливостями продукції, що виробляється, і технологіями виробництва включає три складових: лісову, деревообробну, целюлозно-паперову промисловість. [1]

Основним продуктом лісової (лісозаготівельної) промисловості є деревина, яка одержується в процесі лісоповалу, трелювання, вивезення з лісосік, складування на нижніх складах і вивезення на пункти подальшої переробки.

Деревообробна промисловість виготовляє пиломатеріали, шпали, фанеру, деревні плити, будівельні вироби, меблі, сірники, тару та іншу продукцію.

Целюлозно-паперова промисловість виготовляє целюлозу (клітковину), деревну масу, папір, картон.

Отже, основні види кінцевої продукції дають деревообробна і целюлозно-паперова промисловість.

Лісозаготівельні райони сформувалися на територіях, де є великі лісові масиви. Більша частина лісів сконцентрована в 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.

Деревообробна промисловість в аспекті свого розміщення орієнтується в основному на пункти і райони споживання. Лісопильно-стругальне виробництво розміщене здебільшого в районі лісозаготівель.

Виробництво фанери розташовано у Південно-Західному економічному районі.

Найбільші центри по *виробництву будівельних матеріалів* з деревини є:

- у великих містах та неподалік від них (Київ, Біличі, Харків, Запоріжжя, Одеса);

- гірничопромислових регіонах (Кривий Ріг, Донецьк);

- сировинних регіонах (Коростень, Чернівці, Киверці).

В деревообробній промисловості переважає комбінований тип підприємств, на яких розташовані декілька різних виробництв.

Меблеве виробництво розміщене:

- у великих містах (Київ, Харків, Львів, Одеса, Луганськ, Дніпропетровськ, Донецьк та ін.);

- містах, розташованих у лісопромислових регіонах або неподалік від них (Івано-Франківськ, Житомир, Ужгород, Мукачеве та ін.);

- невеликих містечках поблизу промислових центрів (у районі Харкова - Мерефа, Мерчик, Чугуїв; у районі Києва - Фастів, Ірпінь, Біличі, Бровари та ін.).

Серед *найбільших спеціалізованих меблевих підприємств* відомі такі, як Житомирський, Прикарпатський, Дніпропетровський, Луганський, Мукачівський меблеві комбінати, Київська меблева фабрика ім. В.Н.Боженка, Свалявський та Болехівський лісокомбінати та інші.

В Україні також розвинене виробництво деревостружкових та древоволоконистих плит на базі переробки малоцінної деревини.

Пріоритетним напрямком розвитку лісопромислового комплексу є зростання виробництва деревних плит, целюлозно-паперової та іншої продукції, що буде користуватися попитом. В ці галузі спрямовуватимуться, в першу чергу, капітальні вкладення.

Основою технічної політики в перспективі буде здійснення реконструкції, модернізації, розширення перспективних та будівництво нових підприємств відповідно до вимог структурної перебудови лісопромислового комплексу, застосування на їх базі нових технологій, насамперед, з метою ефективного використання сировини, економії енергоресурсів, скорочення трудових витрат, підвищення якості і конкурентоспроможності виробів.

Забезпечення лісопромислового комплексу сировиною здійснюватиметься переважно за рахунок більш повного і раціонального використання власних лісосировинних ресурсів.

В целюлозно-паперовій промисловості забезпечення сировинних потреб здійснюватиметься також за рахунок збільшення заготівлі макулатури і

використання недеревних ресурсів сировини, зокрема, соломи та відходів переробки інших сільськогосподарських культур.

8.2 Екологічні аспекти галузі

Виробництво паперу і паперової продукції - складний процес, що протікає в дві чітко розрізнені фази: перетворення деревини в пульпу і виробництво паперу. Деревна пульпа готується або механічно, або хімічно. Механічне приготування пульпи полягає в розщепленні і подрібненні деревини з метою вивільнення волокон. При хімічному приготуванні пульпи деревні волокна вивільнюються при розчиненні матеріалу, що зв'язує лігнін. Механічне подрібнення пульпи і одержання паперу саме по собі дасть незначне забруднення повітря, за винятком котельних, необхідних для внутрішньозаводського виробництва енергії і процесу проклеювання паперу.

Викиди в атмосферу крафт-процесу містять і газоподібні, і дисперсні матеріали. Головні газові компоненти - поганопахнучі сполуки відновленої сірки, такі як сірководень (H_2S), метилмеркаптан (CH_3SH), диметилсульфід (CH_3SCH_3) і диметилдисульфід (CH_3SSCH_3), оксиди сірки (SO_x) і оксиди азоту (NO_x). Дисперсний матеріал викидів складається в основному з сульфату натрію з регенераційної печі, солей натрію і сполук кальцію з печі випалу вапняку, а також сполук натрію з резервуарів для розплаву. [2].

H_2S і органічні сульфіді об'єднуються в групу, названу **сумарною відновленою сіркою (СВС)**. Вони дуже сильно пахнуть і виявляються при концентрації усього декілька частин на мільярд. Тому заглушення запаху є однією з головних проблем очистки повітря від забруднення при виробництві пульпи крафт-методом.

Головні потенційні джерела викидів газоподібних сполук відновленої сірки в атмосферу - гази продування автоклава і гази, що відходять з автоклава при його розкритті, розтруб вакуумного промивника, вентилі резервуарів, вентилі збору гарячого конденсату багатоступеневого випарного апарата, гази, що відходять з регенераційної печі, резервуари для розчинення сплаву, вентилі гасителя вапна, резервуари скисання лугу, вихідні вентилі печі випалу вапняку, операції обробки стічних вод.

8.3 Характеристика промисловості будівельних матеріалів

Промисловість будівельних матеріалів - важлива складова частина матеріально-технічної бази будівництва. Розвиток виробництва будівельних матеріалів значною мірою обумовлює обсяг капітального будівництва та його прогрес. Галузь базується на місцевих сировинних ресурсах (кам'яні будівельні матеріали, вапняки, глини та ін.). Виробництво будівельних матеріалів є однією з галузей важкої промисловості та найважливішою складовою частиною будівельного комплексу. Промисловість будівельних матеріалів має міжгалузевий характер. Вона об'єднує галузі добувної промисловості (природний камінь та нерудні матеріали); переробної промисловості (азбоцементні вироби, збірний залізобетон та ін.). Специфіку промисловості будівельних матеріалів визначає ще і взаємозамінюваність продукції.

Основною продукцією промисловості будівельних матеріалів в Україні є швидкозастигаючий, декоративний та інші види бетону, великорозмірні хвилені та плоскі азбестоцементні листи, азбоцементні труби підвищеної напірності, кольорові керамічні плитки, керамічна сантехніка, теплозахисне, профільне та тоньне скло, склоблоки, деталі з щільного та пористого бетону, тепло- і звукоізоляційні матеріали.

Головні галузі виробництва будівельних матеріалів - цементна промисловість і виробництво будівельних конструкцій та деталей. [3]

Цементна промисловість - одна з найважливіших галузей промисловості будівельних матеріалів, підприємства якої виготовляють різні види цементу - "хліба" будівельної індустрії. Цемент - це тонкоподрібнений порошок штучної неорганічної в'язучої речовини, виготовленої з вапнякової сировини (вапняк, мергель). При суміші з водою (водними розчинами солей та іншими рідинами) він спочатку ущільнюється, а потім твердіє, з'єднує заповнювачі чи каміння. Його використовують найбільше у виробництві бетонних та залізобетонних виробів і конструкцій, для виготовлення будівельних розчинів.

Промисловість будівельних конструкцій та деталей об'єднує підприємства по виробництву збірного залізобетону, будівельних металевих конструкцій та столярних виробів, котрі, як правило, тяжіють до великих промислових центрів та

вузлів, населених пунктів із значним обсягом житлового та громадського будівництва. [4]

Наша держава практично повністю забезпечена сировиною для виробництва будівельних матеріалів. Як *цементна сировина* використовуються карбонатні породи (вапняки, крейда, мергелі), гіпси та глини, котрі зустрічаються практично на всій території України, але найбільше - у Донецькій, Харківській, Львівській, Рівненській, Хмельницькій, Чернігівській, Івано-Франківській областях та в Криму. Глини, суглинки, глинисті сланці та мергелі, що придатні для виробництва цегли та черепиці, поширені практично на всій території України (крім Карпат та Криму). Розвідані запаси кварцових пісків становлять 220 млрд. тонн і сконцентровані у 24 районах. Окрім сировини, яку потрібно обробляти, в Україні знаходяться дуже багаті поклади будівельного каміння (близько 8 млрд. м³ розвіданих запасів) та якісного облицювального (понад 280 млн. м³).

8.4 Аналіз забруднення довкілля при виробництві будівельних матеріалів

Охарактеризувати вплив цієї галузі на навколишнє середовище можна виходячи з того, що виробництво будівельних конструкцій та матеріалів являє собою сукупність 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 й розвантаження сипучих матеріалів, їх сортування, подрібнення, транспортування, змішування, формування та пакування.

Підвищене виділення пилу спостерігається при виробництві бетонної суміші у змішувальному відділенні - до п'яти гранично допустимих концентрацій (ГДК), у надбункерному приміщенні - 1,5 - 2, у відділенні дозування робочої суміші – 3 - 4 ГДК.

Для арматурних цехів, а також цехів з виробництва нестандартних металевих конструкцій характерні пил металів та їх окалини, зварювальні аерозолі двоокису вуглецю та марганцю. Пил металів та їх окалини виділяється при холодній обробці металу і незначно (до 1,5 рази) перевищує санітарні норми. При контактному зварюванні санітарні норми оксиду марганцю підвищуються до 1,3, а зварювальних аерозолів до 1,1 - 1,3 рази. При ручному електричному зварюванні спостерігається виділення оксиду азоту в межах норм; двоокиси вуглецю та марганцю перевищують ГДК відповідно у 1,5 - 2 та 1,3 - 3 рази, зварювальні аерозолі - в 3 - 4 рази. [5]

При технологічному процесі виробництва силікатної цегли підвищене виділення пилу спостерігається при завантаженні вапняку та піску кранами, дозуванні їх на стрічковому конвеєрі, транспортуванні, сортуванні, грохоченні, у змішувачах, при пресуванні. На робочих місцях у приміщеннях підготовки суміші запиленість перевищує санітарні норми від 2 до 20, у формувальному цеху - від 2 до 5 разів.

При виробництві кераміки та глиняної цегли пиловиділення перевищує ГДК: на складах глини - у 1,5 - 2,5, піску - 5 - 7, сумішоприготувальному цеху - 12 - 15, 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 сушіння та випалювання в основному виділяється оксид вуглецю - відповідно до 1,5 - 2 і до 3 - 4 ГДК, сірчаний ангідрид - відповідно до 1,5 і 2 - 3 ГДК. Основне пиловиділення при виробництві плит мінеральної вати на дільниці підготовки насадки місцями перевищує санітарні норми у 40 - 70 разів, на дільниці печей - у 10 - 20, формування мінеральної вати - у 5 - 10 разів. Концентрації фенолу, аміаку, формальдегіду перевищують санітарні норми приблизно однаково - до 1,5 - 2 разів.

Виробництву будівельних конструкцій та матеріалів на окремих дільницях властиві підвищення виділення пари та теплоти. На деяких робочих місцях влітку температура досягає 30 - 40°C, у той же час є робочі місця, де взимку температура буває мінусовою. Існують дільниці з підвищеною (85 - 95%) й дуже малою (25 - 30%) вологістю, протягами. [6]



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. На які три групи поділяються підприємства деревообробної промисловості?
2. Що є основним продуктом лісової промисловості?
3. Де в Україні розташовані лісозаготівельні райони?
4. Які Ви знаєте основні способи одержання паперу?
5. Яка технологічна різниця в одержанні паперу за допомогою сульфітного і крафт процесів?
6. Що є джерелами викидів аерозолів в деревообробній промисловості?
7. Назвіть токсичні речовини, які забруднюють атмосферу при виробництві паперу?
8. Як забруднюють довкілля технологічні процеси промисловості будівельних матеріалів?



Рекомендована література

1. Прокофьев Н.М. Технологическая подготовка производства изделий из древесины. - М.: Лесная промышленность, 1979. - 160 с.
2. Балтренас П. Б. Обеспыливание воздуха на предприятиях стройматериалов. - М.: Стройиздат, 1990. - 180 с.: ил..
3. Ягулов Б.А. Строительное дело. - М.: Стройиздат, 1988. - 366 с.
4. Добронравов С.С. Строительные машины и оборудование: Справочник. - М.: Высшая школа, 1991. - 456 с.: ил.
5. Строительная экология. / А.Н. Тетиор - К.: УМК ВО, 1991. - 274 с.: ил.
6. Вільсон О.Г. Охорона праці в галузі (на прикладі будівництва). / КНУБА. - К.: Основа, 2006. - 203 с.

Розділ 9. НАВАНТАЖЕННЯ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ВІД СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

9.1 Основні технологічні процеси легкої промисловості

Легка промисловість як галузь великої індустрії була створена у другій половині XVIII ст. Технічний прогрес в одній з найдавніших галузей легкої промисловості - у текстильній - розпочинається від великих винаходів XVIII ст., які створили базу для переходу текстильної промисловості зі стадії мануфактури у стадію великої машинної індустрії.

В теперішній час ця галузь дуже динамічно розвивається. Зараз відзначають такі шляхи вдосконалення розвитку легкої промисловості: підвищення якості, збільшення кількості, розширення асортименту продукції за рахунок розвитку відповідних галузей на новій основі, а саме: створення галузі виробництва нового професійного обладнання, розширення сфери послуг населенню.

У галузі легкої промисловості України налічується 483 виробничих підприємства. Проте, значні потенційні можливості галузі використовуються недостатньо.

У легкій промисловості найбільшою підгалуззю є *текстильна*, до якої належить первинна обробка текстильної сировини, потім бавовняна, льняна, вовняна, шовкова, нетканих матеріалів, конопле-джутова, сітків'язальна, текстильно-галантерейна, трикотажна, валяльно-повстяна підгалузь [1]. Розглянемо основні технологічні процеси цих виробництв детальніше.

Текстильна промисловість України почала розвиватися ще до Першої світової війни, проте більшість підприємств були невеликі. Деяке пожвавлення її розвитку почалося в радянські часи, коли старі підприємства було реконструйовано і збудовано нові в Києві, Полтаві, Житомирі, а згодом великі бавовняні комбінати в Херсоні і Тернополі, камвольно-суконний у Чернігові, Дарницький шовковий комбінат, Житомирський і Рівненський льонокомбінати, бавовнопрядильні фабрики в Києві та Львові. Реконструйовано і збільшено

потужність Чернівецького текстильного комбінату, Дунаєвецької і Богуславської суконних фабрик.

Бавовняна промисловість для виробництва тканини є першою серед галузей текстильної промисловості. На неї припадає 50,1% всіх тканин, що виробляються. Для неї характерне віддалення від сировинної бази і навіть споживача. Бавовняна промисловість у своїй структурі має прядильне, ткацьке, крутильно-ниткове і фарбувально-обробне виробництво. Бавовна є основною сировиною для деяких видів тканин із домішкою синтетичних і штучних волокон. Основні підприємства розміщені: у Херсоні, Тернополі - бавовняні комбінати, Донецьку - бавовнопрядильний комбінат, Києві - ватноткацька, Чернівцях, Івано-Франківську, Коломиї, Коростишеві та Радомишлі - ткацькі фабрики, Нікополі - ниткова фабрика.

Вовняна промисловість - одна з найстаріших підгалузей текстильної промисловості. Вона виробляє 7% усіх тканин України. Первинно обробляє вовну, виготовляє пряжу, тканини та вироби з неї. Чисте вовняне виробництво майже не збереглося. Як домішки використовують штучні та синтетичні волокна, бавовну. Сучасні фабрики діють у Харкові, Сумах, Дунаївцях, Богуславі, Кременчуці, Донецьку, Лубнах; у Луганську - тонкосуконна фабрика, Чернігові - камвольно-суконний комбінат, Кривому Розі - вовнопрядильна фабрика. У Києві, Богуславі, Черкасах і ряді міст Чернівецької і Закарпатської областей зосереджено виробництво килимів і килимових виробів з вовни й синтетичних волокон.

Шовкова промисловість пов'язана з виробництвом хімічних волокон, які майже повністю витіснили природний шовк-сирець. Вона виробляє 20,5% усіх тканин України. Зосереджена у Києві, де виробляють крепдешин і крепжоржет із натурального шовку. У Києві та Черкасах випускають тканини зі штучного і синтетичного волокна. У Луганську - меланжеві шовкові тканини. Спеціалізовані фабрики Києва і Лисичанська виготовляють шовкові тканини технічного призначення. Лляна промисловість розвинулась за радянських часів. Вона випускає 7,3% тканин країни на Рівненському і Житомирському льонокомбінатах, Костенській і Марчихіно-Будській фабриках. Підприємства повністю забезпечені власним льоноволокном. Частину льоноволокна вивозять за межі країни.

Конопляно-джутова промисловість, крім привізного джуту і власної сировини (волокна конопель), використовує коротке волокно льону, бавовняну

пряжу, хімічні волокна. Майже всю продукцію цієї підгалузі випускає Одеська джутова фабрика і Харківський канатний завод. Частину продукції експортують.

Трикотажною промисловістю України вироблено в 1995 р. 27 млн. шт. трикотажних виробів. За 1985 - 1995 рр. виробництво зменшилось у 12 разів. Вона має значну власну сировинну базу. Найбільші трикотажні підприємства розташовані у Києві, Харкові, Львові, Донецьку, Івано-Франківську, Дніпропетровську, Луганську, Хмельницькому, Прилуках. У Харкові, Житомирі, Чернівцях, Миколаєві, Львові й Червонограді працюють панчішні фабрики.

Підприємства швейної промисловості розміщені у районах споживання, здебільшого у великих населених пунктах, оскільки перевезти тканини і нитки для неї економніше, ніж готові вироби.

Шкіряно-взуттєва промисловість після текстильної є найважливішою підгалуззю легкої промисловості. Основна сировина для неї - природна шкіра свійських, диких і морських тварин. Широке використання нових синтетичних матеріалів (штучної шкіри, гуми), парусини, вовни (для валяного взуття), тканини суттєво збагатило й доповнило сировинну базу взуттєвого виробництва. Із шкіри виготовляють одяг, шорно-сідельні та галантерейні вироби, деталі для текстильних машин. На розміщення шкіряного виробництва впливають і центри м'ясної промисловості, а також традиційні способи й види вичинки шкіри.

9.2 Загальна характеристика сільськогосподарського виробництва

Сільське господарство - одна з основних і життєво важливих галузей виробництва України. Сільськогосподарське виробництво - складна, цілісна, в першу чергу біологічна, система репродукції енергії за участю природних, соціальних, економічних і технічних факторів.

Галузь сільськогосподарського виробництва, в якій відбувається накопичення органічної речовини шляхом вирощування культурних рослин, називається рослинництвом. Рослинництво в свою чергу поділяється на ряд самостійних галузей: вирощування польових культур, овочівництво, плодівництво, квітникарство, луківництво, лісівництво та ін. Важливою особливістю

рослинництва є його сезонність, пов'язана з тим, що у звичайних умовах культурні рослини здатні давати врожай лише у безморозний період.

Отже, приріст продукції землеробства в майбутньому можливий лише за рахунок підвищення родючості ґрунтів. Продуктивність орних земель територіально диференційована, тому для їх оцінки використовують земельний кадастр.

Найбільш дієвим способом поліпшення родючості землі і збільшення виробництва сільськогосподарської продукції є меліорація. Нині площа меліорованих земель - 5,9 млн. га (14% площі с/г угідь), на них виробляють понад 20% продукції землеробства. [2]

*Рослинництво тісно пов'язано з іншою важливою галуззю сільськогосподарського виробництва - **тваринництвом**.* Якщо рослинництво забезпечує тваринництво кормами, то від тваринництва воно в свою чергу одержує органічні добрива. Тваринництво займається розведенням сільськогосподарських тварин. Воно забезпечує населення продуктами харчування (молоко, масло, м'ясо, яйця, мед та ін.), а переробну промисловість - сировиною (вовна, пух, хутро, шкіра тощо). Тваринництво поділяється на галузі: скотарство, свинарство, вівчарство, конярство, крільництво, птахівництво, риборство, бджолярство, шовківництво та розведення пушних звірів.

Розглянемо основні технологічні процеси, характерні для рослинництва. По-перше, це боротьба зі шкідливими рослинами. Відомо, що бур'яни знижують врожайність с/г культур на 45 - 66 %. Заходи по боротьбі з бур'янами поділяють на запобіжні і знищувальні. [3]

Запобіжні: правильне чергування культур у сівозміні; ретельна (очистка посівного матеріалу; дотримання оптимальних норм, способів і строків посіву; застосування районованих сортів і гібридів; своєчасне знищення бур'янів; своєчасне і високоякісне збирання врожаю; згодування тваринам лише оброблених зерновідходів; внесення на поля лише перепрілого гною; дотримання протибур'янного карантину.

Знищувальні заходи поділяються на механічні, біологічні, хімічні.

Іншою складовою частиною сільського господарства є тваринництво. Технологія тваринництва є сукупністю процесів і операцій по розмноженню, годуванню і утриманню тварин, спрямованих на одержання якомога більшої кількості дешевої і доброякісної продукції.

Важливою часткою тваринництва є скотарство та виробництво молока і яловичини.

Для сільгоспвиробництва найважливіше значення мають групові ресурси, які характеризуються в Україні високородючими чорноземами. Підвищення продуктивності рослин традиційними способами - шляхом збільшення застосування мінеральних добрив і хімічних засобів боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками, здійсненням водної меліорації - супроводжується швидким зростанням енергоємності с/г продукції. В нашій країні в сільському господарстві витрачається 40 - 45% дизельного пального, 30 - 35% бензину, 9% електроенергії. [4]

Взагалі не менше третини використовуваної людством води йде на с/г виробництво, де 95% її витрачається на зрошення. Оскільки вода чистих і легкодоступних джерел використовується дедалі в більшій кількості і водночас збільшується її забруднення, то дефіцит водоресурсів дуже зростає. [5]

Земля - найбільш вагомий матеріальний ресурс в сільському господарстві. Насіння - матеріал, який становить ту частину кінцевого продукту, яка необхідна для відтворення процесу виробництва.

Також у сільському господарстві використовуються пестициди, шретрими, гербіциди.

Пестициди - хімічні засоби захисту рослин. Хлорорганічні-пестициди першого покоління, фосфорорганічні - другого, також є ртутьорганічні, такі, що містять миш'як, похідні сечовини, ціаністі сполуки, похідні карбамінової, тіо- і дитіокарбамінової кислот, препарати міді, похідні фенолу, сірки і її сполук.

Шретрими - пестициди третього покоління. Препарати з родини піретримів і їх синтетичних аналогів піретроїдів вносять на поля у кількості 5-20 г/га, це у 100-1000 разів менше, ніж традиційних пестицидів. [6]

Гербіциди - засоби боротьби з бур'янами. Серед них найбільш широко застосовуються похідні хлорфеноксіалканових кислот, симетричного тріазину, сечовини, тіокарбамінової, хлорованих аліфатичних і бензойних кислот.

9.3 Вплив на навколишнє середовище. Методи зменшення антропогенного навантаження

При технологічних процесах, які мають місце у легкій промисловості, у навколишнє середовище викидається велика кількість газоподібних відходів, які повинні підлягати вторинному використанню і переробці. Крім зважених часток, у вилученому повітрі присутні легколеткі речовини. При переробці фарб дрібнодисперсного пилу забруднення повітря у цехах залежить від якості обробки сировини. Нові технології спрямовані на зниження пиловиділення і удосконалення очистки від волокнистого пилу, що видаляється з цехів очистки бавовни і вовни. Значну частину пилу видаляють з переробних волокон.

Аналіз відсоткового і фракційного складу пилу показав, що для очистки запиленого повітря треба застосовувати пиловловлювачі, які мають ефективність очистки від 80 до 99%. Це циклони і вологі пиловловлювачі. У текстильній промисловості спочатку використовують фільтри з сітчастими барабанами, рукавні фільтри. 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 при транспортуванні, сортуванні, обробці сировини. За складом пил буває мінерального і органічного походження, за ступенем токсичності - інертним і токсичним. На фабриках первинної обробки виникає мінеральний пил, що складається з часток ґрунту. На вовняних, льняних підприємствах утворюється органічний пил. Концентрація пилу на бавовняних фабриках у сортувальних і чесальних цехах 2 - 16 мг/м³, у ткацьких і прядильних – 2 - 8 мг/м³.

Роль води у технологічних процесах полягає у тому, що вода широко використовується при переробці, обробці сировини. Осад стічних вод шкіряного заводу відбувається при наявності великої кількості завислих речовин. Осад відстоюється 1,5 години. У ньому містяться хром, жир, сульфати, сульфіді, бактеріальні і біологічні забруднювачі. Осад стічних вод трикотажних комбінатів створюється у фарбувально-оздоблювальних цехах. Там містяться розчинні і нерозчинні суміші. Це ганчір'я, волокна, зшита шліхта, волос, фарба. Але головні

забруднювачі - це розчини з кислотою, високомолекулярні препарати. Осад займає 1% загального об'єму води, яку очищують.

Взагалі можна сказати, шкода довкіллю від технологічних процесів, властивих легкій промисловості, незначна в порівнянні з іншими галузями народного господарства

Будь-які форми ведення сільського господарства (с/г) вносять небажані зміни до навколишнього середовища. Але в період інтенсифікації відходність сільського господарства та його виснажуюча дія на природне середовище багаторазово зростає. Інтенсифікація сільського господарства викликала цілу низку небажаних наслідків. Головні з них такі: деградація ґрунтів, забруднення природного середовища залишковою кількістю мінеральних добрив та пестицидів, несприятливі зміни гідрологічного режиму та пов'язані з ними процеси запустелювання та заболочення.

Великі дози добрив призводять до забруднення питної води. Потрапляння елементів добрив з ґрунту в ґрунтові води і з поверхневим стоком може призвести до посиленого розвитку водоростей і утворення планктону, тобто до евтрофікації природних вод. Особливо гостро стоїть проблема залишкової кількості азотних добрив, які забруднюють воду нітратами. Річ у тім, що орна земля набагато гірше утримує іони, ніж натуральна. Тому винесення нітратів з неораних земель складає 2 кг/га на рік, а з ріллі - 76 кг/га на рік. Населення України отримує на добу 167 мг нітратів, тоді як норма не повинна перевищувати 50 мг. До нітратів чутливий організм як дорослих, так і, особливо, дітей. У дітей у віці до 3 місяців при попаданні до організму нітратів разом з їжею та водою розвивається захворювання метгемоглобінемія (гемоглобін перетворюється у метгемоглобін, що не може переносити кисень). [7]

Але, мабуть, найбільшу екологічну небезпеку становить забруднення природного середовища залишковою кількістю пестицидів. Пестициди небезпечні не лише самі по собі, в ґрунті вони піддаються розкладанню та трансформації, і продукти таких перетворень виявляються ще шкідливішими.

В Україні в цілому пестицидів використовують в межах 4 кг/га, а в Криму - до 14 - 16 кг/га. Використання пестицидів веде до того, що в світі щорічно реєструється від 400 тис. до 2 млн. випадків отруєння ними. В останні десятиріччя різко зростає кількість алергічних захворювань, що є одним з наслідків впливу пестицидів. У пестицидів виявлена також канцерогенна та мутагенна дія. Лише

тепер з'ясувалось, що деціс, який широко застосовується у боротьбі з колорадським жуком, негативно впливає на здоров'я дітей. [7]

Серйозним забруднювачем довкілля є с/г тварини. При їх утриманні утворюється велика кількість відходів. Гній та стічні води забруднюють ґрунт та водойми, а аміак та сірководень надходять до атмосфери. Кожна голова худоби дає на рік до 60 м³ екскрементів та рідких стоків. Об'єм рідких стоків залежить від способу змиву підлог тваринницьких приміщень. Тваринницькі комплекси приводять до забруднення атмосфери пилом, що утворюється, головним чином, при підготовці та транспортуванні кормів, аміаком, сірководнем та ін. газами. Це робить тваринництво одним з найбільш екологічно небезпечних виробництв. [7]

У теперішній час застосовуються ряд дій, які знижують антропогенний тиск на довкілля від сільського господарства. Розглянемо основні з них. Одне з провідних місць у зменшенні водної та вітрової ерозії ґрунтів займають ґрунтозахисні прийоми обробітку ґрунту, які умовно поділяються на 2 групи: загальні та спеціальні. До загальних відносяться оранка впоперек схилу, плоскорізний обробіток та ін., а до спеціальних - лункування, перервне борознування, створення мікролиманів, обвалування, щілювання, кротування, ґрунтопоглиблення, глибоке смугове розпушення та ін. Деякі господарства здійснюють перехід до контурно-меліоративного землеробства, яке спрямоване на усунення порушень водного режиму території через ерозію. При проходженні через захисні смуги лісонасаджень вміст біогенних речовин у водах поверхневого стоку з ріллі знижується в середньому в 4-5 разів. Рекомендуються заходи щодо підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів, які полягають головним чином у створенні оптимального розміру водостійких агрегатів і їх зчеплення. Цього можна досягти шляхом внесення органічних і мінеральних добрив, посівом багаторічних трав, штучним структуруванням ґрунту. Зменшення іригаційної ерозії ґрунтів при внесенні добрив здійснюється за рахунок створення більш потужної вегетативної маси рослин. Використання багаторічних трав сприяє зміцненню ґрунту кореневою системою, збагаченню її азотом, сприяє покращенню структури ґрунту. Крім того, за рахунок густого травостою також знижується поверхневий стік. Застосування полімерів-структуроутворювачів - більш радикальний спосіб. Тривалість їх дії може бути до 6 років. Структуроутворювачі готуються на основі поліакрилатів, латексу, поліетиленаміду, бітумної емульсії, полівінілацетату тощо. Норми витрати від 100 до 400 і 1000 кг/га. [6]

Потенційна небезпека пестицидів, їх накопичення у довкіллі викликає необхідність пошуку нових захисних заходів. Такими є інтегровані системи захисту рослин, що мають природоохоронну спрямованість.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. На які дві основні галузі підрозділяється сільськогосподарське виробництво?
2. Що таке меліорація земель?
3. Яка необхідність застосування мінеральних добрив у сільському господарстві?
4. Дайте визначення пестицидам та гербіцидам.
5. Назвіть основні галузі легкої промисловості.
6. Якої шкоди довкіллю завдають підприємства легкої промисловості?
7. Які Ви знаєте способи інтегрованого захисту рослин?
8. Як утилізують гнойові стоки тваринництва?
9. Якими речовинами забруднює літосферу сільське господарство?



Рекомендована література

1. Клименко Л.П. Техноекологія. 2-е вид., перероб. – С.: Таврія, 2000. – 543 с.
2. Розміщення продуктивних сил України / В.П. Качан та ін. - К.: Либідь, 1997. - 368 с.
3. Технология производства продуктов животноводства / А.С. Всяких. - М.: Агропромиздат, 1989. - 543 с.
4. Бебко В.Г. та ін. Економне використання енергоресурсів у с/г виробництві. - К.: Урожай, 1991. - 144 с.
5. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов. / А.П. Исаев и др. - М.: Агропромиздат, 1990. - 396 с.
6. Куценко А.М., Писаренко В.Н. Охрана окружающей среды в сельском хозяйстве. - К.: Урожай, 1991. - 200 с.

7. Злобін Ю.А. Основи екології. - К.: Лібра, 1998. - 248 с.

Розділ 10. ВПЛИВ ТРАНСПОРТУ НА ДОВКІЛЛЯ

10.1 Залізничний транспорт

Залізничний транспорт як галузь народного господарства включає в себе: залізничні колії, мости, тунелі, прилади електропостачання, тягові підстанції, вокзали, станції, депо, рухомий склад та ін. [1]

Цей вид транспорту в нашій країні найбільш пристосований до масових перевезень вантажів. Функціонує вдень і вночі, не залежить від пори року і атмосферних умов. Допомогає доставляти вантажі у важкодоступні райони. За обсягами вантажообігу займає перше місце. Залізничні шляхи мають високу пропускну здатність. На залізничних коліях відносно невелика вартість перевезень та висока швидкість доставки вантажів. За останні роки швидкість вантажних і пасажирських поїздів збільшилась від 80 - 106 км/год до 160 - 200км/год.

10.1.1 Загальна характеристика підгалузі

Перевезення вантажів по залізничних коліях на відносно великі відстані економічно більш вигідне, ніж на малі, що пояснюється високим рівнем питомих витрат. Сюди відносять витрати на початкові і кінцеві операції, враховуючи подачу вагонів, завантаження і розвантаження, їх прибирання.

Розміщення залізничного транспорту в Україні найбільше зосереджено у двох географо-економічних регіонах:

- Донецько-Придніпровському економічному регіоні.
- Південно-Західному та Південному регіоні.

Кожний з цих регіонів має по 3 дороги (назви доріг залишилися з часів СРСР). В Донецько-Придніпровському: Донецька, Придніпровська та Південна залізниці. В Південно-Західному: Південно-Західна, Львівська, Одеська залізниці. Експлуатаційна довжина залізничних колій загального користування 22,8 тис. км (за даними 1996 року), розгорнута довжина доріг підприємств і організацій 28,7тис. км.

Історично склалося, що на залізничних шляхах існує два типи тяги (мал. 10.1). При одному з них на локомотивах знаходиться запас пального, води, необхідних для виробництва енергії, завдяки якій рухається поїзд. Запаси пального, води і мастильних матеріалів поповнюються у спеціальних екіпірувальних пунктах.

Локомотиви іншого типу тяги не мають власного джерела енергії, а отримують її централізовано через контактну мережу від тягових підстанцій.

Звідси і назви цих видів тяги:

- автономна;
- неавтономна.

Локомотиви автономної тяги поділяються за найбільш характерними ознаками (див. мал. 10.1). Такими на паровозах є парові машини - використовується пара, яка виробляється паровим котлом. На тепловозах використовують дизелі - двигуни внутрішнього згоряння, робота яких основана на самозайманні палива, що подається в циліндри, при стисненні повітря.

Локомотиви неавтономної тяги, чи електричної, класифікують також на основі її найбільш характерної ознаки - за родом струму і напруги у контактній мережі. На сучасних дорогах використовують дві системи: постійного струму напругою 3 кВ та змінного струму напругою 25 кВ і частотою 50 Гц.



Мал. 10.1 - Типи локомотивів в залежності від їхньої тяги

Вид і назва локомотива визначаються будовою і принциповою дією його силового пристрою, що перетворює енергію палива в механічну роботу обертання коліс.

Тепловоз - це локомотив, силовим пристроєм якого є двигун внутрішнього згоряння (дизельний двигун). **Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ)** являють собою теплові машини, в яких хімічна енергія палива перетворюється в теплову, а потім в механічну роботу.

У міжміському сполученні тепловози відіграють лише другу роль, перше місце займає електровоз. Це пояснюється тим, що електрична тяга забезпечує найбільш високу пропускну та провізну здатність. На електропоїздах встановлюють тягові двигуни постійного струму з живленням від пульсуючого струму, живлячись через перетворювач від контактної мережі напругою 25000В.

10.1.2 Характеристика впливу на довкілля

Забруднення, яке спричиняє залізничний транспорт, можна розмежувати на три частини:

- Забруднення повітря.
- Забруднення ґрунту.
- Шумове та вібраційне забруднення.

Рівень забруднення повітря класифікується часом розпаду речовин, що виділяються при роботі ДВЗ. Кількість викидів у повітря залежить від режиму роботи двигуна та наведені у таблицях 10.1 – 10.3.

Наведені дані показують, що потяги хоча і впливають на стан атмосфери дуже негативно, але порівняно з автомобільним транспортом, вплив значно менший, тому що на одиницю енергії, що виділяється при спалюванні одиниці палива, виконується більша робота.

Таблиця 10.1 - Компонентний склад вихлопних газів дизельних двигунів

| Компонент | Окис азоту, NO, % | Двоокис вуглецю, CO ₂ , % | Двоокис сірки, SO ₂ , % | Сажа, г/м ³ | Бенз(а)пірен, C ₂₀ H ₁₂ , мкг/ м ³ |
|-----------|----------------------|--|--|---------------------------|---|
|-----------|----------------------|--|--|---------------------------|---|

| | | | | | |
|-------|---------|--------|--------------|------------|-------|
| Вміст | 76 - 78 | 1 - 10 | 0,001 - 0,05 | 0,01 - 1,1 | до 10 |
|-------|---------|--------|--------------|------------|-------|

Таблиця 10.2 - Вміст шкідливих домішок у вихлопних газах дизельних двигунів, мг/м³

| Компонент | Режим роботи двигуна | |
|----------------------------------|----------------------|-------------------|
| | холостий | 100% навантаження |
| Двоокис вуглецю, CO ₂ | 1,2 - 1,7 | 2,1 - 2,2 |
| Окис вуглецю, CO | 700 - 1100 | 1100 - 1300 |
| Акролеїн, CH ₂ | 2,9 - 24 | 0,86 - 31,2 |
| Окис азоту, NO | 90 - 650 | 87 - 900 |
| Двоокис сірки, SO ₂ | 1600 - 1800 | 1700 - 1800 |
| Сажа | 0,12 - 0,18 | 0,07 - 0,09 |
| Пари палива | 3 | 25 |

Таблиця 10.3 – Час розпаду шкідливих речовин з вихлопних газів дизелів

| | | | | | | | | |
|-------------|------------------|--------|-----------------|----------------|--------|-------------------------------|-----------------|------------------|
| Речовина | H ₂ S | CO | CH ₄ | O ₃ | NO | H ₂ O ₂ | CO ₂ | N ₂ O |
| Час розпаду | 40 днів | 3 роки | 8 - 16 років | 7 днів | 5 днів | 14 днів | 7 днів | 150 років |

При розгляді забруднення ґрунту враховується відстань 1 км від залізничної колії. Класифікується кількістю сухих та рідких викидів. На 1 км шляху за рік скидається 200 м³ стічних вод, 12 т сухого сміття, 3,5 т сажі. За даними 1996 року, кількість свинцю у 30-метровій зоні навколо залізничних колій збільшилась в 15 разів [2]. Сьогодні відбувається забруднення ґрунту металевою струшкою та пилом того вантажу, який перевозиться.

Рівень шуму біля залізничного полотна під час проходження потяга сягає 100 - 120 dB [3], що перевищує допустиму норму.

Серед наземних видів транспорту залізничний вважається найбільш економічним та екологічним у зв'язку з тим, що на одиницю енергії виконує більшу роботу.

10.2 Автомобільний транспорт

Автомобільний транспорт займає важливе місце в єдиній транспортній системі. Він перевозить до 80% народногосподарського вантажу, що обумовлено високим маневруванням, можливістю доставки вантажу “від дверей до дверей” без додаткових перевантажень в дорозі, а отже, високою швидкістю доставки і збереженням вантажу. [3]

Висока мобільність, здатність оперативно реагувати на зміни пасажиропотоків ставить автомобільний транспорт поза конкуренцією при організації міських перевезень пасажирів. На його частку припадає майже половина всього пасажирообігу. [4]

10.2.1 Загальна характеристика підгалузі

Автомобілі поділяються на транспортні (вантажні і пасажирські), спеціальні і спортивні. Вантажні автомобілі призначені для перевезення вантажу і пасажирів, спеціальні - для виконання різних технічних функцій (підйомні крани, пересувні компресори та ін.), спортивні - переважно для досягнення певних рекордів швидкості та інших спортивних досягнень.

Автомобільний транспорт потребує таких ресурсів, як бензин, дизельне паливо, газове паливо, різні масла та альтернативні палива. У теперішній час автомобільний транспорт споживає 60% виробляемого бензину і майже 35% дизельного палива.

Для вантажних автомобілів з бензиновими двигунами збільшення витрат потужності на 1% призводить до витрат палива на 1,0 - 1,4% в діапазоні швидкості руху 36 - 55 км/ год, для дизелів - збільшення витрат палива на 1,1 - 1,3% в діапазоні швидкості руху 35 - 70 км/год.

Як паливо застосовують також **дизельне пальне**. Воно має велику перевагу над бензином за рахунок меншої витратності. Характерними домішками у цьому паливі є сполуки сірки, вміст яких досягає 0,5% маси палива.

Газ краще за бензин зміщується з повітрям, тому він повніше згоряє в двигуні. Октанове число у нього від 105 до 110 од., в той час як у найбільш високосортного бензину воно становить тільки 98 од. Крім того, газове паливо подовжує життя автомобільного двигуна майже в 1,5 рази. Неважко зрозуміти,

чому бензин змиває змазку зі стінок циліндрів, розріджує її і псує, а газ не порушує масляну плівку між деталями, які труться, і вони менше зношуються.

Високооктанове за складом газове паливо добре змішується з повітрям і рівномірно розподіляється по циліндру двигуна, сприяє більш повному згорянню робочої суміші.

До необхідних ресурсів відносяться і машинні масла. Під час роботи двигуна на його тертя витрачається від 3 до 8% палива в бензинових двигунах і від 2 до 4% в дизельних, величина витрат здебільшого залежить від в'язкості. Від в'язкості масла залежить також надійність роботи деталей, які зазнають тертя, легкість пуску, охолодження поверхонь, що труться, винос продуктів спрацювання з поверхні тертя. Масла низької в'язкості при низьких температурах швидше надходять до поверхонь двигуна, які труться, зменшують пускові спрацювання. Кращими маслами вважаються ті, в яких найменша в'язкість, але які забезпечують надійне змащування деталей, малу витрату його на чад, добрий відвід теплоти, забезпечують достатній тиск в системі змащування, мають меншу залежність в'язкості масла від температури.

В останній час велику увагу стали приділяти альтернативним видам палива та енергії.

Серед автомобільних видів палива в першу чергу слід відмітити спирти, зокрема, метанол і етанол, які можна застосовувати не тільки як добавку до бензину, але і в чистому вигляді. Їх головні переваги - висока детонаційна стійкість і добрий ККД робочого процесу, недолік - знижена теплотворна здатність, що зменшує пробіг між заправками і збільшує витрати палива в 1,5 - 2 рази в порівнянні з бензином. Крім того, через погану випаровуваність метанолу і етанолу ускладнений запуск двигуна.

Останнім часом широкого розповсюдження набула ідея використання чистого водню у вигляді альтернативного палива. Зацікавленість до водню як палива пояснюється тим, що запаси його практично безмежні. Це найбільш розповсюджений в природі елемент. Перевага водню як палива незаперечна. У нього висока теплотворна здатність: у 5 разів вища, ніж у бензині. Продукти згорання містять один безпечний компонент - водяну пару. [3]

Також можуть застосовуватись штучне рідке паливо, отримане з кам'яного вугілля, пилоподібне паливо, генераторний газ, біогаз та інші рідкісні палива: рицинова олія, ефір.

Електричні автомобілі мають електричні двигуни, що працюють від акумуляторних батарей. Переваги - безшумність і відсутність відпрацьованих газів. Недоліки - малий радіус дії і значна маса акумуляторних батарей. [4]

10.2.2 Заходи боротьби зі шкідливим впливом на навколишнє середовище

Одним з негативних факторів, пов'язаних з масовим використанням автомобілів у сучасному світі, є зростаючий шкідливий вплив їх на навколишнє середовище та здоров'я людини. Це зумовлено, насамперед, викидом значної кількості шкідливих речовин та шумом, що супроводжує роботу автомобіля.

Джерелами викидів шкідливих речовин є відпрацьовані гази автомобільних двигунів, випаровування з системи живлення, підтікання пального і мастил у процесі роботи та обслуговування автомобілів, а також продукти зносу фрикційних накладок зчеплення, накладок гальмівних колодок, шин. Потрапляючи в атмосферу, водойми, ґрунт шкідливі речовини, що викидаються автомобільним транспортом, негативно впливають на біосферу.

Найбільшу небезпеку становить забруднення атмосфери відпрацьованими газами автомобільних двигунів. [5]

До числа шкідливих компонентів відносяться і тверді викиди, що містять свинець і сажу, на поверхні якої адсорбуються циклічні вуглеводні. Закономірності розповсюдження в навколишньому середовищі твердих викидів відрізняються від закономірностей, характерних для газоутворюючих продуктів. Окремі фракції, осідаючи поблизу від центра емісії на поверхні ґрунту і рослин, в результаті накопичуються у верхньому шарі ґрунту. Дрібні фракції утворюють аерозолі і розповсюджуються з повітряними масами на великі відстані. [3]

Хоча діоксид вуглецю не токсичний компонент, накопичення його в атмосфері небезпечне, оскільки призводить до виникнення так званого парникового ефекту. [5]

Автомобільний транспорт негативно впливає на природу загалом і на фауну зокрема. Це виражається в забрудненні природного середовища і доріг, руйнуванні місць проживання тварин, розсіченні дорогами сезонних і добових ділянок тварин, зіткнення останніх з транспортними засобами.

Значну роль відіграє придорожня рослинність і прилягаючі біотопи. На ділянках, де дорога робить досить круті підйоми і спуски, ліс близько підходить до полотна, гине переважна частина тварин.

Автомобільні дороги інколи загороджують традиційні шляхи міграції тварин, відокремлюючи місця їх проживання від місць живлення чи полювання, порушуючи екологічну рівновагу в природі.

Багато автомобільних доріг проходять по заповідниках, національних парках і лісах, де на проїжджу частину потрапляють дикі тварини.

Використання рослинної продукції придорожньої зони не рекомендується у зв'язку з підвищеним вмістом в ній важких металів і отруйних поліциклічних сполук. [3]

Шум також є різновидністю несприятливого впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище. При русі автомобіля він виникає в результаті роботи його агрегатів і взаємодії шин з поверхнею дороги. Основними джерелами шуму є: процеси всмоктування повітря карбюратором і випуску відпрацьованих газів, робота вентилятора системи охолодження, клапанного механізму, трансмісії. Шум від взаємодії шин з поверхнею дороги спостерігається при русі будь-якого автомобіля і є значною складовою загального шуму автомобіля. При русі зі швидкістю 100 км/год і більше шум автомобіля в першу чергу обумовлюється взаємодією шин з поверхнею дороги, а в умовах розгону від нормального режиму до максимального прискорення у всьому спектрі частот домінує шум вихлопної системи. [6]

Джерелом шуму в дизельних автомобілях є як система впорску, так і взаємодія шин з поверхнею дороги, причому шум в системі впорску є домінуючим на більш низьких швидкостях, а від взаємодії шин з поверхнею дороги - на високих. [7]

Аналіз робіт по зниженню токсичності відпрацьованих газів автомобілів дозволяє виділити такі основні напрями:

1. Використання нових типів силового устаткування, в яких викид шкідливих речовин малий. До цього напрямку відносять розробку газотурбінних автомобільних двигунів, адіабатних дизелів, електричних силових агрегатів, що приводяться в дію акумуляторами, паливними та іншими джерелами електроенергії і використання двигунів з низькою токсичністю.

2. Заміна конструкції, робочих процесів, технології виробництва автомобілів з метою зниження токсичності відпрацьованих газів.

Особливо багато робіт по вдосконаленню конструкції і робочих процесів здійснено відносно бензинових двигунів. Більшість з них спрямовані на підвищення стійкості займання і швидкості згоряння збіднених паливно-повітряних сумішей, які забезпечують низьку токсичність відпрацьованих газів. Для досягнення цієї мети в бензинових двигунах використовуються вдосконалені камери згоряння і впускні тракти, які забезпечують турбулізацію паливно-повітряної суміші в процесі згоряння, системи запалювання із збільшеною енергією розряду, системи безпосереднього вприскування бензину, що характеризуються високою рівномірністю розподілу складу суміші по циліндрах, форкамерно-факельний робочий процес тощо. Для підвищення економічності керування складом паливно-повітряної суміші і кутом випередження запалювання використовується мікропроцесорна техніка.

3. Застосування пристроїв очищення або знешкодження відпрацьованих газів. Для автомобілів з бензиновими двигунами дуже ефективні каталітичні нейтралізатори потрібної дії, які окислюють вуглець та вуглеводні і відновлюють оксиди азоту. Використання етилованих бензинів при наявності нейтралізатора призводить до отруєння в них каталізаторів і виходу з ладу. Для автомобілів з дизелями застосовують фільтри, які очищають відпрацьовані гази від сажі.

4. Використання альтернативного палива або зміна характеристик застосовуваного палива. До перспективного палива, яке забезпечує зниження токсичності відпрацьованих газів, належать водень, спирти (етанол, метанол), стиснений природний газ (СПГ), зріджений нафтовий газ (ЗНГ), неетиловані високооктанові бензини. З перелічених назв палива нині широко застосовуються СПГ та ЗНГ.

5. Законодавче обмеження викиду шкідливих речовин автомобілів - нових та тих, що експлуатуються, а також проведення податкової політики, яка стимулює зниження викиду шкідливих речовин.

6. Розробка нормативів, процедур контролю, а також технологій, що забезпечують підтримання технічного стану автомобілів на рівні, який гарантує викид шкідливих речовин, не вищий за нормативний.

7. Вдосконалення процесів керування автомобілем, транспортними потоками, поліпшення дорожніх умов, а також вдосконалення і організація перевезення вантажів.

10.3 Водний транспорт

Водний транспорт - вид транспорту, що виконує перевезення вантажів і пасажирів по водних шляхах, як природних (ріки, озера, моря, океани, протоки), так і штучних (канали, водосховища та ін.), *поділяється на морський та річковий*. [9]

Морський транспорт - вид транспортної сфери матеріального виробництва, який здійснює перевезення вантажів та пасажирів морськими суднами. Морський транспорт широко застосовується для міжнародних та внутрішніх перевезень. [8]

Річковий транспорт - вид транспорту, що здійснює перевезення пасажирів та вантажів в основному по внутрішніх водних шляхах, як природних, так і штучних (канали, водосховища, шлюзовані ділянки річок). Виділяють магістральні річкові шляхи, в т.ч. міжнародні, що обслуговують зовнішньоторговельні перевезення деяких країн, міжрайонні, що обслуговують перевезення між великими районами всередині країни, і місцеві, що обслуговують внутрішньорайонні зв'язки. [9]

10.3.1 Головні показники роботи

Для функціонування водного транспорту потрібні плавзасоби, порти і водні шляхи.

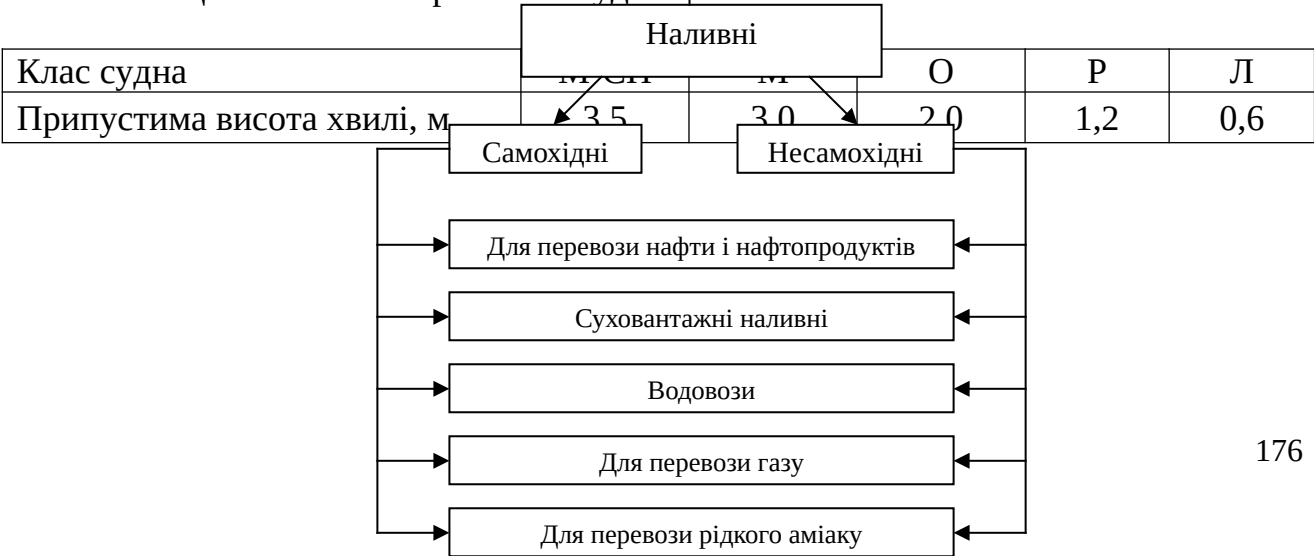
Порт - ділянка берега моря, озера, водосховища або ріки і прилегла водна площа, штучно або природно захищені від хвилювання, обладнані для стоянки та обслуговування суден, виконання перевантажних та інших операцій. Розрізняють порти морські, що обслуговують морське судноплавство, і річкові - на внутрішніх водних шляхах.

Територія порту включає: сухопутні підходи до порту (залізниці, автомобільні дороги, трубопроводи транспортного призначення); прикордонну частину, що примикає до причальної лінії, на котрій розміщуються так звані

прикордонні залізничні колії і автомобільні проїзди, перевантажувальні пристрої і механізми, склади і майданчики для короткочасного зберігання вантажів, пасажирський вокзал (морський, річковий), тилову частину, яку звичайно займають внутрішньопортовими залізницями, автомобільними дорогами (в т.ч. міського транспорту), складами тривалого зберігання вантажів, підсобними підприємствами портів, службовими та адміністративними спорудами.



Таблиця 10.4 – Класи річкових суден



Мал. 10.2 - Класифікаційна схема суден річкового транспорту

Суднам класу "ріка-море" плавання дозволяється в прибережних морських районах при хвилюванні не більше 5 балів і віддалення від портів-сховищ на відстань до 50 миль. Суднам класу М дозволяється плавати по внутрішніх водних шляхах і водосховищах, великих озерах і гирлових ділянках магістральних річок.

Судна класу О можуть плавати по водосховищах і магістральних річках при хвилі висотою до 2 м.

Судна класу Р можуть працювати на середніх і нижніх ділянках великих річок, каналів, у спокійних озерах з висотою хвилі не більше 1,2 м. Судна класу Л розраховані на плавання по малих річках і у верхів'ях магістральних річок, де висота хвилі не перевищує 0,6 м.

За видом перевезень і родом виконуваної роботи судна поділяють на транспортні, технічні і допоміжні. Транспортні судна поділяють: на вантажно-пасажирські, пасажирські, вантажні, суховантажні і наливні (танкери), буксирні, штовхачі-буксирні і спеціалізовані.

За родом матеріалу корпусу розрізняють судна сталеві, з легких сплавів, дерев'яні, залізобетонні, композитні і пластмасові. Всі великі транспортні судна будують із суднобудівної сталі. З легких алюмінієво-магнієвих сплавів виготовляють швидкохідні судна на підводних крилах, повітряній подушці, спортивні і рятувальні катери, шлюпки.

Дерев'яні транспортні судна для перевезення вантажів не будують з 1959 року через економічну недоцільність. Мілкі судна-човни, шлюпки, спортивні катери, яхти виготовляють з дерева в незначній кількості. Із пластмаси виготовляють рятувальні шлюпки, мілкі спортивні катери, човни, судові меблі та інвентар, буї для визначення судового ходу.

За наявністю і видом двигунів всі судна поділяються на самохідні, якщо є енергетична установка, і несамохідні. В залежності від типу енергетичного пристрою на самохідному судні розрізняють теплоходи (дизельні) і пароплави (з паровими пристроями). За типом енергетичних установок розрізняють 2 великі групи суден - пароплави і теплоходи.

- *Пароплав* - самохідне судно, що приводиться до руху паровою машиною або паровою турбіною. Сучасні пароплави обладнані головним чином паровими турбінами. [10]

- *Теплохід* - судно, що приводиться до руху двигуном внутрішнього згорання, це найбільш поширений тип самохідного судна. Потужність від головного

суднового двигуна передається на рушій безпосередньо або за допомогою редуктора, іноді через з'єднуючі муфти. Як головні двигуни на теплоході використовують дво- і чотиритактні, мало-, середньо- і високообертні двигуни внутрішнього згоряння.

- *Атомохід* - загальна назва кораблів (надводних і підводних), що мають джерелом енергії ядерну силову установку.

- *Турбохід* - судно, що приводиться до руху паровою чи газовою турбіною. Енергетичний пристрій паротурбохода складається з головної парової турбіни з зубчатою передачею на гребний гвинт, 1-2 парових котлів; деякі паротурбоходи мають два гвинти і більше. Як паливо використовується мазут.

- *Газотурбохід* - судно, що приводиться до руху газовими турбінами. Енергетична установка газотурбохода складається з газової турбіни і редуктора. Працюють турбіни на газотурбінному паливі.

- *Дизель-електрохід* - судно з дизельним головним двигуном і електричною передачею потужності на гребні електродвигуна.

- *Електрохід* - самохідне судно, у якого електричний привід рушіїв отримує енергію від власної електростанції, акумуляторних батарей або зовнішньої електричної мережі. За типом первинних двигунів (турбіна, дизель) розрізняють турбоелектроходи і дизельелектроходи. Використання як головних енергетичних пристроїв високообертних двигунів внутрішнього згоряння, що працюють в постійному режимі, знижує експлуатаційні витрати. [9]

За *типом рушіїв* розрізняють гвинтові судна, колісні, водометальні і крильчасті.

За *принципом руху* судна поділяють на водотоннажні (плаваючі), на підводних крилах, на повітряній подушці і глісуючі.

Переваги пасажирських суден як транспортних засобів порівняно з іншими видами транспорту можуть бути подані в різних аспектах. Пасажирські судна (в тому числі автомобільно-пасажирські пароми) забезпечують найбільшу партійність відправлень. Якщо партійність автобусних відправлень не перевищує 60 чол., залізничних - 400 чол., повітряних - 350 чол., то партійність відправлень на пасажирських судах (ПС) досягає 2000 чол.

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 зіставляється з витратами часу при використанні повітряного зв'язку.

Таким чином, морські пасажирські судна в загальній системі транспортних засобів зберігають своє значення в перевізній функції і розширюють свою роль у сфері індустрії, відпочинку і туризму.

10.3.2 Вплив водного транспорту на стан навколишнього середовища

Забруднення середовища мешкання водним транспортом відбувається по двох каналах: по-перше, морські і річкові судна забруднюють біосферу відходами, одержаними в результаті експлуатаційної діяльності, і по-друге, викидами у випадках аварій суден з токсичними вантажами, здебільшого нафтою і нафтопродуктами.

В умовах звичайної експлуатації основними джерелами забруднення є судові двигуни, і насамперед, головна енергетична установка, а також вода, використана для миття вантажних танків, і баластна вода, що зливається за борт із вантажних танків.

Енергетичні установки суден забруднюють відпрацьованими газами передусім атмосферу, звідки токсичні речовини частково або майже повністю потрапляють у води морів, річок, океанів. Нині переважна кількість суден вітчизняного флоту 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). Газотурбінних установок налічують одиниці.

Річкові і морські судна рухаються на великі відстані з встановленою швидкістю, при якій двигуни довгий час працюють в оптимальному режимі, і тому відпрацьовані гази містять мінімум токсичних речовин.

Нафта і нафтопродукти є основними забруднювачами водного басейну при роботі водного транспорту. Негативний вплив водного транспорту на гідросферу пов'язаний з тим, що на танкерах, що перевозять нафту і її похідні, перед кожним наступним завантаженням, як правило, робиться промивка ємностей (танків) для видалення решток раніше перевезеного вантажу. Промивна вода, а з нею і залишки вантажу звичайно скидалися за борт. Крім того, після доставки нафтовантажів у порти призначення танкери, як правило, направляються до

пункту нового завантаження без вантажу. В цьому випадку для забезпечення належної осадки і безпечності плавання нафтові танки судна заповнюються баластною водою. Ця вода забруднюється нафтовими залишками. Тому зусилля вчених і конструкторів спрямовані на створення ефективних засобів очистки промивних і баластних вод. Актуальність робіт підтверджується бурхливим розвитком танкерного флоту, що обумовлено ростом споживання і перевезень нафти. Із загального вантажообігу світового морського флоту тепер близько 49% припадає на нафту і нафтопродукти.

Нафта почала потрапляти у моря з бурових установок. У всьому світі майже 20% нафти видобувається з дна морів і океанів з 28000 свердловин. За оцінками спеціалістів, у моря і океани виливається до 10 млн. т нафтовантажів на рік. Проте встановлено, що кожна тонна розлитої нафти може вкрити плівкою водну поверхню площею 12 км².

Таким чином, одним з головних джерел забруднення морів і океанів є судна, на котрі припадає більше половини безпосереднього викиду вуглеводнів.

Гази CO₂, C_xH_y важчі за повітря і накопичуються на поверхні водного середовища. Монооксид вуглецю і газоподібні вуглеводні викиди суднових теплових двигунів беруть участь в окислювальних реакціях і в кінці перетворюються на CO₂, 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 і викидів незгорілого палива суднових двигунів, а також випарування нафтовантажів транспортного флоту.

Важливу роль може зіграти переведення суден прибережного плавання і портового флоту на природний газ і застосування водню з гідридних акумуляторів до рідкого палива.

З цією метою треба провести комплекс заходів, включаючи питання утилізації випарів рідких залишків нафтовантажів танкерів для забезпечення економічної роботи. Утилізація випарів нафтовантажів - один з ефективних заходів по охороні довкілля. Такі проекти в наш час розробляються. В цьому зв'язку можна вказати на обладнання шельфових бурових платформ газотурбогенераторами. Останні доцільно використовувати у складі пересувних електростанцій, дослідних станцій, що працюють у льодах Арктики і Антарктики, екосистеми яких тендітні і легкоуразливі.



Опанувавши дану тему, дайте відповіді на такі питання:

1. Які два типи тяги розрізняють на залізничному транспорті?
2. Як впливає на довкілля залізничний транспорт?
3. Назвіть переваги автомобільного виду транспорту?
4. Як розрізняють автомобілі за родом двигуна?
5. Перерахуйте альтернативні види автомобільного пального?
6. За рахунок дії яких факторів автомобіль наносить шкоду довкіллю?
7. Які переваги має водний вид транспорту?
8. Назвіть типи судових рушіїв?
9. Як впливає на довкілля водний транспорт?



Рекомендована література

1. Дизель-поезда: устройство, ремонт, эксплуатация / Б.М. Лернер и др. - М.: Транспорт, 1982. - 279 с.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология. - М.: Высшая школа, 2001. - 296 с.: ил.
3. Голубев И.Я., Новиков Ю.В. Окружающая среда и транспорт. - М.: Транспорт, 1987. - 207 с.
4. Громов Н.Н. Единая транспортная система. - М.: Транспорт, 1987. - 303 с.
5. Говорун А.Г., Скорченко В.Ф., Худолій М.М. Транспорт і навколишнє середовище. - К.: Урожай, 1992. - 144 с.
6. Иванов В.Н., Сторчевус В.К. Экология и автомобилизация. - К.: Будивельник, 1990. - 128 с.
7. Бронников А.В. Проектирование судна. - Л.: Судостроение, 1991. - 320 с.
8. Оберемок Е.Г. Проект универсального судна для Черноморского пароходства // Судостроение. - 1989. - № 12.
9. Горбунов Б.Б. Судна для малых рек. - М.: Транспорт, 1984. - 247 с.

- 10.** Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды
- М.: Транспорт, 1986. - 176 с.

1 Контрольні завдання по курсу “Техноекологія”

1.1 Методика вибору завдання

Для отримання практичних навичок по використанню знань та вмінь з курсу “Техноекологія” авторами пропонується виконати контрольне завдання, яке складається з вирішення задачі та розширеної відповіді на два запитання. Обирати варіант завдання слід наступним чином.

Порядковий номер студента в обліковому складі групи визначає номери питань, на які він повинний відповісти, а також і номер задачі, що він повинний вирішити. Позначимо цей порядковий номер студента буквою “n”. Тоді 1-ше питання, на яке він повинний відповісти відповідає “n” – ному питанню з розділу 2. Друге питання визначається як (n+30). Наприклад, 2-ий в обліковому складі студентів повинний відповісти на питання 2 і 32; 5-ий студент повинний відповісти на питання 5 і 35 і т.д. Вихідні дані для рішення задач у кожного студента строго індивідуальні. Вони визначаються знову ж порядковим номером студента в групі. Також як і в приведеному вище тексті, він і в умовах задач фігурує під буквою “n”. Номер розв'язуваної задачі визначається відповідно до приведеної таблиці:

| Порядковий номер студента в обліковому складі групи | Номер розв'язуваної задачі |
|---|----------------------------|
| 1, 11, 21 | 1 |
| 2, 12, 22 | 2 |
| 3, 13, 23 | 3 |
| 4, 14, 24 | 4 |
| 5, 15, 25 | 5 |
| 6, 16, 26 | 6 |
| 7, 17, 27 | 7 |
| 8, 18, 28 | 8 |
| 9, 19, 29 | 9 |
| 10, 20, 30 | 10 |

1.2 Перелік теоретичних питань

1. Які основні напрямки діяльності людини, що визначають оптимальне сполучення його потреб і питання збереження біосфери?
2. У чому сутність парникового ефекту? Оцініть міру його небезпеки. Які повинні бути заходи щодо скорочення його впливу на температуру атмосфери?
3. Поясніть, у чому сутність глобальних, міждержавних природоохоронних проблем. Що відноситься до питань державного масштабу і до місцевих питань. Наведіть приклад.
4. Наведіть розміри частинок пилу найбільш небезпечних для здоров'я людини. Поясніть, у чому сутність цієї небезпеки і чому пил визначених розмірів небезпечний, а інших розмірів не небезпечний.
5. Наведіть джерела утворення природних аерозолів. Їх роль у забрудненні атмосфери Землі.
6. Поясніть про гомогенні і гетерогенні системи. Види дисперсних систем. Наведіть класифікацію цих систем.
7. Наведіть характеристику пилу по розмірах і формі часток, основним джерелам утворення.
8. Хімічний склад пилу і його хімічна активність. Чим вони визначаються?
9. Щільність пилу, його види, Наведіть приклади. Поясніть, що таке злипання, адгезія, когезія, аутогезія.
10. Поясніть, що таке коагуляція, коалесценція, флокуляція.
11. Електричні властивості пилу. Поясніть, чому пил електрзаряджається. У чому небезпека цього? Міри попередження небезпек.
12. Які ви знаєте методи аналізу дисперсного складу пилів. Їхні достоїнства і недоліки. Області використання.
13. Лінії рівних проскоків для циклончиків трьохциклонного сепаратора. Як визначається дисперсний склад пилу з використанням цих ліній.
14. У чому сутність поняття абсолютної і відносної вологості газу? Вираження відносної вологості через масу водяних пар, що містяться в одиниці об'єму газу, і парціальний тиск їх.
15. Поясніть поняття вологовмісту і ступеня насичення.

16. Діаграма стану вологого газу. Наведіть її графічне зображення. Зв'язок між основними параметрами вологого газу.
17. Щільність і питомий обсяг сухого повітря (газу), водяних парів, вологого повітря (газу). Наведіть ці показники і залежності між ними.
18. Щільність вологого газу при різних його параметрах. Наведіть залежність і поясніть її.
19. Поясніть температури крапок роси і мокрого термометра. Покажіть залежність крапки роси від вологовмісту, тиску, присутності в газі різних компонентів.
20. У чому сутність поняття сухої насиченої пари, вологої насиченої пари, перегрітої пари?
21. Отримайте і поясніть аналітичну залежність між пружністю водяних парів й абсолютною вологістю газу.
22. Наведіть показники, що визначають стан вологого газу. Яка мінімальна кількість цих показників.
23. Ентальпія вологого газу. Наведіть залежність, поясніть її.
24. Дайте визначення поняттю енергетика, електростанція. Види електростанцій.
25. Класифікація теплових електростанцій
26. Принципи роботи ТЕС. Види застосовуваного палива для роботи ТЕС.
27. Характеристика впливу ТЕС на навколишнє середовище.
28. Способи зниження шкідливого впливу теплових електростанцій на стан біосфери.
29. Як ви можете визначити поняття «металургія»? Загальна характеристика виробництва чавуна.
30. Ресурсозбереження при виробництві чавуна. Вплив на навколишнє середовище доменного виробництва.
31. Загальна характеристика виробництва сталі.
32. Характер впливу на біосферу технологічного процесу виробництва сталі.
33. Методи зниження викидів сталеплавильного виробництва.
34. Загальна характеристика кольорової металургії. Мета і задачі галузі.
35. Вплив кольорової металургії на екологію. Методи зниження рівня викидів в атмосферу підприємств кольорової металургії.
36. Атомна енергетика, характеристика галузі.
37. Пристрій і робота ядерного реактора.

38. Вплив атомних електростанцій на навколишнє середовище.
39. Характеристика гідроенергетики. Вплив ГЕС на біосферу.
40. Загальна характеристика транспортної галузі промисловості.
41. Вплив транспорту на забруднення навколишнього середовища. Методи зниження шкідливого впливу транспорту на біосферу.
42. Вплив газового середовища на властивості пилу. Поясніть, у чому сутність цього впливу?
43. Вибуховість пилу. Поясніть, чому пил може вибухати. Покажіть, чому існують верхня і нижня межі вибуховості?
44. Броунівська дифузія пилових часток. Поясніть її сутність. Частки яких розмірів беруть участь в броунівському русі? Чому великі частки не беруть участь в броунівському русі.
45. Наведіть газовий склад атмосферного повітря. Прокоментуйте його?
46. У чому сутність задушливого й отруйного властивостей газу?
47. Що таке термофорез, фотофорез?
48. Наведіть і прокоментуйте властивості кисню, азоту, вуглекислого газу?
49. Які властивості окису вуглецю, сірководню, сірчистого ангідриду?
50. Наведіть і поясніть властивості метану.
51. Властивості фтору, хлору.
52. Види гідравлічних опорів. Методика розрахунку параметрів газоходів. Поясніть, чому гідравлічний опір вимірюється в частках від динамічного тиску?
53. Залежність показників роботи вентиляторів від температури газів. Поясніть цю залежність.
54. Розсіювання промислових викидів в атмосфері. Основні залежності. Прокоментуйте їх.
55. Поясніть основні вимоги до розміщення підприємств у населених пунктах. Санітарно-захисні зони.
56. Інверсія, її вплив на поширення шкідливостей в атмосфері. Основні залежності. Прокоментуйте їх.
57. Наведіть методику розрахунку висоти димової труби, ПДВ, припустимої концентрації забруднювача в газах, що видаляються.
58. Наведіть основи нормування забруднення атмосферного повітря.

59. ГДК речовин, що роблять сукупний вплив на організм людини. Наведіть залежності. Поясніть їх?
60. Поясніть основи регламентації викидів, нормування змісту шкідливих речовин у повітрі, у місцях забору повітря для промислової вентиляції.
61. Що таке припустимо разова і середньодобова концентрації шкідливостей?

2. Умови запропонованих задач та приклади їх вирішення

Задача №1.

Яка може бути концентрація оксиду вуглецю (CO) у повітрі, якщо концентрація сірчистого ангідриду (SO₂) складає (0,02 + 0,01n) мг/м³, а концентрація сірководню (H₂S) – (0,001 + 0,001n) мг/м³, щоб суміш була безпечною.

Визначення концентрації шкідливих речовин у повітрі. За стандарт якості повітря в Україні й у країнах СНД прийняті гранично допустимі концентрації (ГДК). Для шкідливих речовин їх встановлюють у двох показниках: максимально разові (ГДК^р), обумовлені протягом 5 - 20 хв дії шкідливої речовини, і середньодобові (ГДК^с), обумовлені протягом 24 годин дії.

ГДК^с є основними: показниками їх призначення – не допустити несприятливого впливу шкідливих речовин.

ГДК^р установлюють також для речовин, що володіють різким запахом чи дратівним впливом.

При одночасній присутності у повітрі (n) шкідливих речовин, що володіють сумарним шкідливим впливом, визначають їх безрозмірну концентрацію q, що не повинна перевищувати одиниці. Цю величину розраховують по формулі:

$$q = \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{ГДК_i} \leq 1 \quad (2.1)$$

або в розгорнутому вигляді

$$q = \frac{c_1}{ГДК_1} + \frac{c_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{c_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (2.2)$$

де c_i – концентрація i-го компонента в газі, мг/м³;

ГДК_i – гранично допустима концентрація і-го компонента в суміші, мг/м³.

Це відношення може бути представлено й у такому виді:

$$c_1 - c_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + c_3 \frac{ГДК_1}{ГДК_3} + \dots + c_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n} \leq ГДК_1 \quad (2.3).$$

У даному випадку значення концентрацій n шкідливих речовин умовно приводять до концентрації першого з них c_1 . У цьому випадку розрахунок спрощується, якщо заздалегідь відомі чи обчислені відносини ГДК₁/ГДК₂.

ГДК для шкідливих речовин у повітрі можна знайти в довідковій літературі, вони визначені санітарними нормами й обов'язкові для застосування по всій території нашої країни. Для деяких речовин ГДК приведені в табл. 1 додатку 2.

Користаючись даними додатку 2 можна вирішувати конкретні задачі.

Приклад рішення задачі №1:

Згідно з формулою (3.3) маємо, що питома концентрація оксиду вуглецю визначається як:

$$c_1 = \left[1 - \left(\frac{c_2}{ГДК_2} + \frac{c_3}{ГДК_3} \right) \right] ГДК_1,$$

потім підставляють відомі концентрації (SO₂) і (H₂S) і в довідковій літературі знаходять відповідні значення ГДК.

Задача №2.

У рибогосподарську водойму надходить стічна вода, в 1 кг якої міститься (0,02 + 0,01 n) мг миш'яку, (0,07 + 0,01 n) мг свинцю і (0,0007 + 0,0001 n) мг фенолу.

Чи необхідно розбавляти дану стічну воду чистою і, якщо потрібно, то в якій кількості?

Визначення концентрацій шкідливих речовин у воді. За стандарт якості стічних вод і у водоймах прийняті ГДК, що для шкідливих речовин встановлюються окремо для водойм господарських, санітарно-побутового користування. Концентрації шкідливих речовин у стічних водах не повинні перевищувати ГДК для водойм, у які скидають ці води. ГДК деяких шкідливих речовин приведені в табл. 2 додатку 2.

Приклад рішення задачі №2:

У рибогосподарську водойму надходить стічна вода, в 1 кг якої міститься 0,02мг миш'яку, 0,07мг свинцю і 0,0007мг фенолу.

Визначаємо безрозмірну концентрацію по формулі (2.2). По табл. 2 (додаток 2) знаходимо ГДК для миш'яку ($ГДК_1 = 0,05$), свинцю ($ГДК_2 = 0,1$), фенолу ($ГДК_3=0,001$). Таким чином,

$$q = \frac{0,02}{0,05} + \frac{0,07}{0,1} + \frac{0,0007}{0,001} = 1,8.$$

Отримана величина перевищує одиницю. Необхідно стічну воду розбавити.

Після використання правила хреста, що використовується для розрахунку концентрації розчину після його розбавлення іншим розчином, маємо наступну пропорцію:

$$m_p^k - c; x - c',$$

де m_p^k - маса стічної води, кг, в даному випадку $m_p^k = 1$ кг;

x - маса розчинника, кг;

c - різниця концентрацій речовини у концентрованому розчині і в розчиннику визначається як:

$$c = q_k - q_p,$$

де q_k - отримана безрозмірна концентрація, в даному випадку $q_k = 1,8$;

q_p - концентрація шкідливих речовин у розчиннику, у випадку коли розчинником є свіжа вода, то $q_p = 0$;

c' - різниця концентрацій речовини у концентрованому розчині і шуканою концентрацією:

$$c' = q_k - q',$$

де q' - концентрація, що шукається, в даному випадку $q' = 1$.

Тоді маємо:

$$\begin{aligned} x \cdot c &= m_p^k \cdot c' \\ x &= \frac{m_p^k \cdot c'}{c} \end{aligned}$$

У даному випадку маса розчинника 0,8 кг.

Задача №3.

Парціальний тиск водяних пар, мм рт.ст.: $P_B = 50 + 5n$. Відносна вологість газу $\varphi = 90\% - 1,5n$. Визначити температуру газу.

Задача №4.

Загальний тиск газу, мм рт.ст.: $P_{\text{общ}} = 735 + n$. Парціальний тиск водяних пар, мм рт.ст.: $P_B = 20 + 2n$.

Склад сухої частини газу, у %: $\text{CO}_2 = 0,5n$; $\text{N}_2 = 20 + n$; O_2 – залишок.

Визначити вологовміст газу x .

Задача №5.

Визначити щільність газу для наступних умов.

Склад сухої частини газу, у %: $\text{CO}_2 = 10$; $\text{CO} = 4$; $\text{N}_2 = 80$; $\text{O}_2 = 6$.

Барометричний тиск, мм рт.ст.: $B = 720 + n$.

Температура газів, °C: $t = 90 + 5n$.

Газ знаходиться під розрідженням, мм вод.ст.: $\Delta P = 20 + 2n$.

$f = (15 + n)$, г/м³ норм. сухі гази.

Задача №6.

Визначити щільність газу, суха частина якого така ж, як і в попередній задачі. У газоході розрідження 34 мм вод.ст. Температура газу $t = 125^\circ\text{C}$. Вологість газу (у порівнянні з попередньою задачею) задана по іншому: відома температура крапки роси, °C: $t_p = 20 + n$.

Ентальпія. Ентальпія вологого газу розраховується по формулі, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$:

$$i = 1,005 \cdot t_c + (2480 + 1,97 \cdot t_c) \cdot x \quad (2.4)$$

де 1,005 - питома масова теплоємність сухої частини газу, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$. Приведене чисельне значення теплоємності відноситься до повітря; якщо склад газу відрізняється від складу повітря, то ця теплоємність повинна розраховуватися

(хоча й у практиці очищення газів їх теплоємність нерідко приймають рівної теплоємності повітря).

t_c – температура в градусах Цельсія, що визначена по сухому термометру, тобто по звичайному термометру; t_c вводиться для того, щоб не плутати її з температурою, визначеної по мокрому термометру (цю температуру розглянемо пізніше);

2480 - теплота фазового переходу - стільки теплоти в кДж потрібно затратити, щоб 1 кг води перетворити в пару;

1,97 - питома масова теплоємність водяних пар, кДж/кг · град;

$1,97 \cdot t_c$ - кількість тепла, яке затрачуване на нагрівання 1 кг водяних пар від 0°C до t_c .

x - вологовміст, кг/кг.

Як видно з формули (2.4), ентальпія складається з двох частин: ентальпії сухої частини газу і ентальпії водяних парів.

Ентальпія водяних парів у свою чергу складається теж з двох частин:

$2480 \cdot x$ – тепла, яке витрачується на випар x кг водяних парів, і

$1,97 \cdot t_c \cdot x$ – тепла, яке витрачене на нагрівання x кг водяних парів від 0°C до t_c ;

Вологість газів.

Кількість водяних пар у грамах, що містяться в 1 м^3 вологого газу, тобто в суміші газу-носія і цих же водяних пар називається **абсолютною вологістю**.

Чим вище температура газу, тим більше кількість водяних пар може міститися в ньому. Іноді застосовують термін **вологоємність** – це абсолютна вологість у насиченому стані.

Газ, що містить у собі граничну кількість водяних пар, називається **насиченим**.

Часто використовується термін **відносна вологість** – це відношення кількості водяних пар, що містяться в газі, до гранично можливого їхнього змісту в даних умовах.

Застосовується також такий показник як **вологовміст** - це кількість водяних пар у г чи кг, відносене до одиниці маси сухої частини газу g (кг).

Відношення вологовмісту до гранично можливого вологовмісту називається **ступенем насичення**.

Водяний пар, що знаходиться в термодинамічній рівновазі з водою, називається **сухою насиченою парою**. Суміш сухої насиченої пари з крапельками води називається **вологою насиченою парою**.

Таким чином, у вологій насиченій парі два компоненти, що визначають зміст вологи: суха пара і крапельки води.

Частка сухої насиченої пари у вологій насиченій парі характеризує його **ступінь сухості**.

Водяний пар, що має температуру більш високу ніж температура насиченої пари при цьому тиску, називається **перегрітою парою**.

Насичена пара має найвищу можливу при даному тиску температуру, рівну температурі кипіння цієї рідини при даному тиску.

Вологу насичену пару неможливо нагріти. При підведенні тепла до неї це тепло буде витрачатися на фазовий перехід (випар крапельок) доти, поки вона не перейде в суху насичену пару, тобто поки не випаруються всі крапельки води.

Парціальний тиск водяних пар у повітрі чи газі нерідко називається **пружністю водяних пар**. Пружність водяних пар над поверхнею рідини залежить від температури рідини, а також від радіуса кривизни поверхні, що випаровує. Чим менше радіус кривизни поверхні, що випаровує, тим більше парціальний тиск водяних пар над крапелькою. Однак помітне для практики вплив радіуса кривизни на парціальний тиск водяних пар має місце при дуже тонкому диспергированні краплі - коли ці розміри складають частки мкм. У практиці очищення газів ці розміри значно більше. Тому впливом радіуса кривизни на парціальний тиск водяних пар над крапелькою будемо зневажати.

Вологість повітря може характеризуватися парціальним тиском водяної пари P_v , відносною вологістю ϕ , масовим вмістом в кілограмах на 1 кг сухого повітря x (або d), масовим вмістом в кілограмах на 1 м³ сухого повітря за нормальних умов f . Вона може бути представлена також в кілограмах на 1 м³ вологого повітря за нормальних умов f' , у кілограмах на 1 м³ вологого повітря за робочих умов f'' і т.д.

Користуючись характеристичним рівнянням для газів відносну вологість можна виразити через величину тиску водяної пари:

$$\varphi = \frac{P_B}{P_{B.HAC}} 100\% = \frac{f'}{f'_{HAC}} 100\% = \frac{f''}{f''_{HAC}} 100\%, \quad (2.5)$$

де P_B - парціальний тиск водяної пари повітря, Па;

$P_{B.HAC}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари при температурі повітря, Па.

Для різних способів вираження вологості f існують наступні залежності:

$$f = \frac{x}{\left(\frac{1}{1,293} + \frac{x}{0,804} \right)}. \quad (2.6)$$

де x - вологовміст, кг/кг;

1,293 - щільність сухого повітря за нормальних умов (при температурі 0°C і тиску 101325 Па), кг/м³;

0,804 - щільність водяної пари за нормальних умов, кг/м³.

Якщо ця суміш не повітря, а будь-який інший газ із щільністю при нормальних умовах ρ_0 , то ця залежність буде справедлива при підстановці замість 1,293 величини ρ_0 .

З рівняння (2.6) випливає, що при тиску, вираженому в мм.рт.ст., справедливі наступні формули:

$$x = 0,622 \cdot \frac{f'}{0,804 - f'}, \text{ кг/м}^3 \quad (2.7)$$

$$f'' = \frac{x}{\left(\frac{1}{1,293} + \frac{x}{0,804} \right)} \cdot \frac{273 + t_r}{273} \cdot \frac{760}{B \pm P_r}, \quad (2.8)$$

$$f'' = \frac{0,36 \cdot x \cdot (B \pm P_r)}{\left(\frac{1}{1,293} + \frac{x}{0,804} \right) \cdot (273 + t_r)}. \quad (2.9)$$

де P_r – тиск (розрядження) газу (повітря) в газоході, Па;

t_r – температура газу (повітря), °C.

З огляду на те, що $\frac{x}{\left(\frac{1}{1,293} + \frac{x}{0,804} \right)} = f$, маємо вологість

$$f'' = \frac{0,36 \cdot f'(B \pm P_r)}{273 + t_r} \quad (2.10)$$

Щільність вологого газу при нормальних умовах буде дорівнювати, кг/м³

$$\rho_{0 \text{ вол.г.}} = \frac{\rho_{0 \text{ СУХ.}} + f}{\left(1 + \frac{f}{0,804}\right)} \quad (2.11)$$

де $\rho_{0 \text{ СУХ.}}$ – щільність сухого газу при нормальних умовах, кг/м³.

При робочих умовах обсяг цієї суміші, знаменник вищенаведеного рівняння, зміниться відповідно до відомих співвідношень. Тоді щільність вологого газу при робочих умовах буде дорівнювати, кг/м³:

$$\rho_{\text{вол.г.}} = \frac{\rho_{0 \text{ СУХ.}} + f}{\left(1 + \frac{f}{0,804}\right)} \cdot \frac{273 + t_r}{273} \cdot \frac{760}{(B \pm P_r)} \quad (2.12)$$

чи

$$\rho = \frac{0,289(\rho_{0 \text{ СУХ.}} + f)(B \pm P_r)}{(0,804 + f)(273 + t_r)} \quad (2.13)$$

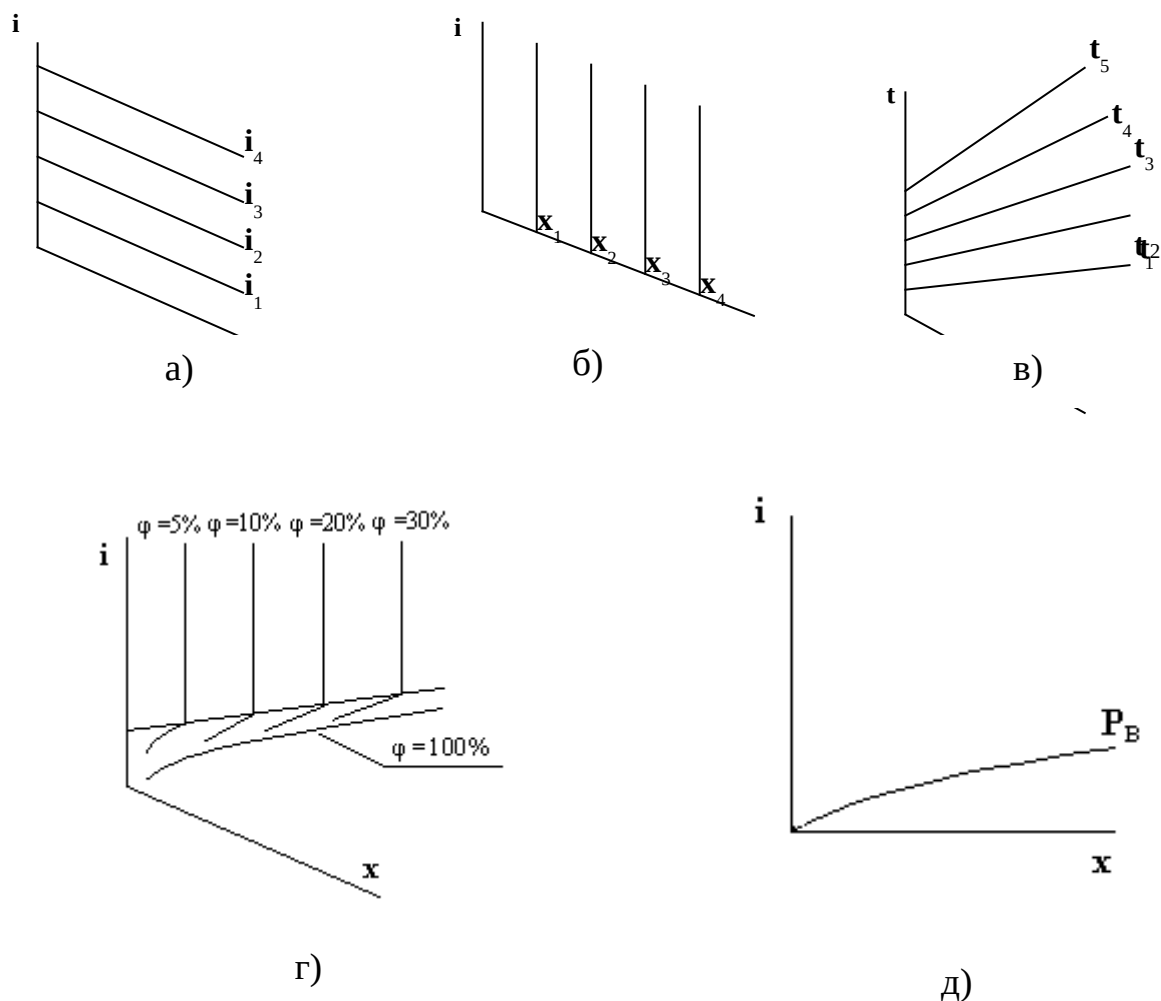
Однак користуватися всіма наведеними залежностями не завжди вдається і тому краще використовувати графічні залежності.

I – x діаграма. Для спрощення розрахунків показників вологого газу проф. Л.К. Рамзіним у 1918 р. була розроблена I – x діаграма. У цій діаграмі графічно зв'язані між собою наступні показники вологого газу: x; P_B, φ; i; t.

I-x діаграма побудована в косокутній системі координат. Це значить, що використано не звичайну ортогональну систему координат, коли кут між віссю абсцис і віссю ординат дорівнює 90°. У діаграмі цей кут дорівнює 135° (див. мал. 2.1, а). Даний прийом дозволив розосередити залежності, зробити діаграму більш зручної для використання.

По осі абсцис відкладаються вологовмісти x. Вісь ординат подвійна: на ній відкладаються значення ентальпій i (мал. 2.1, а), а також значення температур газу t (мал. 2.1, в). Відстані між лініями постійних температур при переміщенні ліворуч праворуч ростуть, тобто ці лінії розходяться у виді віяла - теплоємність газів з

ростом температури зростає. Лінії постійних ентальпій - це лінії, рівнобіжні осі абсцис (мал. 2.1, а). Лінії постійних вологовмістів - це лінії, рівнобіжні осі ординат (мал. 2.1, б).



а) - лінія ентальпії; б) - лінія вологовмісту; в) - лінія температури; г) - лінія відносної вологості; д) - лінія парціального тиску водяних пар

Мал. 2.1 - Лінії побудови I - x – діаграми

Лінії постійної відносної вологості мають вид залежностей, приведених на мал. 2.1, г. Після побудови діаграми виявилось, що нижня її частина не зайнята: на ній не знайшли місця залежності між розглянутими характеристиками вологого газу. І ця частина була прибрана.

Косокутна система координат придбала вигляд ортогональної. Мало того - над віссю абсцис, проведеної під кутом 90° до осі ординат, знайшлося місце для зображення залежності P_v - парціального тиску водяних пар (див. мал. 2.1, д).

На самій же I -х діаграмі, який ми користуємося, усі зазначені вище залежності приведені на одному малюнку.

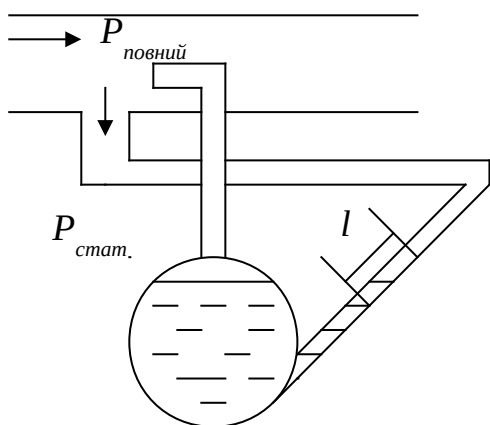
Задача №7.

Визначити необхідну висоту димової труби, щоб вона створювала розрідження, Па: $P = 200 + 10n$. Температура газів у трубі, °С : $t_g = 300 + 10n$. Температура повітря, °С : $t_{\text{пов.}} = 15 + 1/2n$, щільність при нормальних умовах: ρ_o (димових газів) = $1,27 \text{ г/м}^3$; ρ_o (для повітря) = $1,29 \text{ г/м}^3$.

Задача №8.

Визначити швидкість руху газу за наступними показниками мікроманометра (мал. 2.2): відлік по шкалі мікроманометра, мм: $l = 250 - 5n$.

Для виміру динамічного тиску газу використовувалась пневмометрична трубка Піто-Прандтля з коефіцієнтом трубки $K_0 = 1$. Кут нахилу трубки



мікроманометра до обрію: $\alpha = 30^\circ$ (для n від 1 до 7); $\alpha = 45^\circ$ (для n від 8 до 15); $\alpha = 60^\circ$ (для всіх студентів з $n \geq 16$).

Манометр заповнений спиртом, щільність якого $\rho_{\text{сп}} = 865 \text{ кг/м}^3$. Щільність газу – 1 кг/м^3 .

Види тиску. Розрізняють наступні види тиску: барометричний, абсолютний,

Мал. 2.2 – Схема виміру
швидкості руху газу за допомогою
мікроманометра

манометричний. **Барометричний (атмосферний) тиск** залежить від висоти місця

над рівнем моря і від погоди. За нормальний барометричний тиск приймають тиск, рівний 760 мм.рт.ст., що відповідає 101325 Па.

Тиск P_a , обчислений по рівнянню (2.14), називається абсолютним:

$$P_a = P_o + \rho gh \quad (2.14)$$

Розглянемо найбільш розповсюджений у практиці випадок, коли до вільної поверхні прикладене барометричний тиск, тобто $P_o = B$. Для цього випадку рівняння (2.14) запишеться:

$$P_a = B + \rho gh \quad (2.15)$$

Тиск

$$P = P_a - B = \rho gh \quad (2.16)$$

зветься **манометричним** чи **надлишковим**. Таким чином, манометричним тиском називається різниця між абсолютним тиском і барометричним.

Якщо в якій-небудь крапці рідини абсолютний тиск менше барометричного, то різниця між барометричним і абсолютним тисками називається **вакуумметричним тиском**.

Задача №9.

Зонд, що використовується для дослідження верхніх шарів атмосфери, наповнений воднем під тиском 1 атм. при температурі $(300 + 2n)$ К. Маса оболонки зонда $(10 + n)$ кг, діаметр кулі $(10 + n)$ м. Визначити масу водню в зонді і його вантажопідйомність.

Закони ідеальних газів. Клапейрон установив, що добуток абсолютного тиску P газу в будь-якому стані на займаний їм обсяг V дорівнює добутку маси газу M на деяку постійну для даного газу величину R , що називається питома газова постійна, і на абсолютну температуру T , що відповідає розглянутому стану газу (рівняння Клапейрона):

$$P V = M R T \quad (2.17)$$

Для газу масою 1 кг характеристичне рівняння стану має вид:

$$P V' = R T \quad (2.18)$$

або

$$\frac{PV'}{T} = R. \quad (2.19)$$

З останнього рівняння можна визначити одиницю питомої газової постійної

$$R = \frac{PV'}{T} = \left[\frac{\frac{H}{M^2} \cdot \frac{M^3}{K}}{K} \right] = \left[\frac{\frac{H}{M}}{K} \right] = \left[\frac{Дж}{кг \cdot K} \right] \quad (2.20)$$

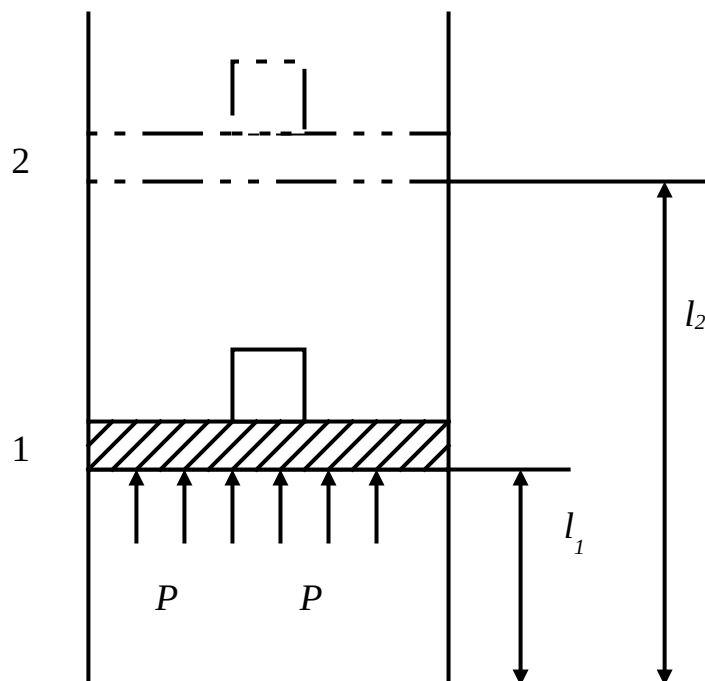
З'ясуємо фізичний зміст величини R . Припустимо, є циліндр із поршнем, під яким знаходиться газ масою 1 кг при деякому тиску P . Допустимо, що цей газ з стану 1 переходить у стан 2 при тім же постійному тиску (мал. 2.3).

Запишемо характеристичні рівняння для цих станів:

$$PV_1' = RT_1 \quad (2.21)$$

$$PV_2' = RT_2 \quad (2.22)$$

Відніmemo з другого рівняння перше:



Мал. 2.3 - До визначення фізичного змісту питомої газової постійної

$$P(V_2' - V_1') = R(T_2 - T_1) \quad (2.23)$$

Припустимо, що $T_2 - T_1 = 1K$, тоді одержимо:

$$R = P(V_2' - V_1') \quad (2.24)$$

З даного рівняння випливає, що R - питома газова постійна газу масою 1 кг, що робить при підвищенні температури на 1 K и при постійному тиску роботу 1 Дж. Про це ж свідчить і отримана раніше одиниця R – Дж/кг·K.

Якщо в характеристичному рівнянні (2.18) прийняти $T = const$, одержимо $PV' = const$, звідси

$$P_1 V_1' = P_2 V_2' \quad (2.25)$$

і

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1'}{V_2'} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (2.26)$$

- закон Бойля-Мариотта, що характеризує ізотермічний процес.

Якщо прийняти $P = const$, одержимо

$$\frac{V'}{T} = const, \quad (2.27)$$

звідси

$$\frac{V_2'}{V_1'} = \frac{T_2}{T_1} \quad (2.28)$$

- закон Гей-Люссака, що характеризує ізобарний процес.

І, нарешті, якщо $V' = const$, маємо:

$$\frac{P}{T} = const, \quad (2.29)$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \text{ і } \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (2.30)$$

- закон Шарля, що характеризує ізохорний процес.

Закон Авогадро, як відомо, говорить, що при однакових температурах і тиску, рівні обсяги різних ідеальних газів містять однакову кількість молекул. З цього

закону впливає, що маси газів, що займають рівні обсяги при однакових температурах і тисках, прямо пропорційні молярним масам і обернено пропорційні питомим обсягам, тобто

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{V_2'}{V_1'} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (2.31)$$

Згадаємо, що моль - це кількість речовини, маса якої, виражена в грамах, дорівнює молярній масі. Різні гази з той самою кількістю речовини при однакових умовах (тиск і температура) займають однаковий обсяг. При нормальних умовах молярний обсяг будь-якого газу V^μ - 22,4 м³/кмоль.

Запишемо характеристичне рівняння для 1 кмоль газу:

$$PV_\mu = \mu RT, \quad (2.32)$$

відкіля

$$\mu R = \frac{PV_\mu}{T} = \text{const.} \quad (2.33)$$

Це рівняння справедливе для будь-якого стану, у тому числі і для нормальних умов, тобто

$$\mu R = \frac{101325 \text{ Н/м}^2 \cdot 22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}}{273 \text{ К}} = 8314 \text{ Дж/(кмоль} \cdot \text{К)} \quad (2.34)$$

Величина $\mu R = 8314$ Дж/(кмоль·К) називається універсальною газовою постійною. Вона однакова для всіх газів. Можна визначити універсальну газову постійну будь-якого газу для нормальних умов

$$R = \frac{8314}{\mu} \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кмоль} \cdot \text{К}} \right]. \quad (2.35)$$

Наприклад, для водню Н₂ ($\mu_{\text{Н}_2} = 2$): $R_{\text{Н}_2} = \frac{8314}{2} = 4157 \text{ Дж/(кмоль} \cdot \text{К)}.$

Приклад рішення задачі №9:

Приймаємо $n = 0$

1. Знайдемо масу водню при даній температурі і тиску із рівняння стану:

$$M = \frac{PV}{RT}. \quad (2.36)$$

Обсяг зонда:
$$V = \frac{4}{3}(\pi \cdot r^3), \quad (2.37)$$

де r - радіус зонда, м.

$$V = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 5^3}{3} = 522,02 \text{ м}^3.$$

Питома газова постійна водню $R = 4124 \text{ Дж/(К)}$ для даних умов. Таким чином,

$$M = \frac{10^5 \cdot 522,02}{4124 \cdot 300} = \frac{52202000}{1237200} = 42,19 \text{ кг}.$$

2. Знаходимо вантажопідйомність зонда, рівну різниці між масою кулі з його вмістом і масою витиснутого їм повітря:

$$\Pi = m_g - m_k. \quad (2.38)$$

Маса зонда разом з оболонкою і воднем

$$m_k = 42,19 + 10 = 52,19 \text{ кг}.$$

Маса витиснутого кулею повітря:

$$m_g = V_g \cdot \rho = 522,02 \text{ м}^3 \cdot 1,293 \text{ кг/м}^3 = 674,97 \text{ кг}. \quad (2.39)$$

Отже, вантажопідйомність кулі:

$$\Pi = m_g - m_k = 674,97 - 52,19 = 622,78 \text{ кг}.$$

Задача №10.

Масовий склад вихлопних газів, що відходять із труби деякої енергетичної установки і забруднюючих навколишнє середовище: водень H_2 – $(4 + n)\%$, вугільна кислота CO_2 – $(10 + n)\%$, оксид вуглецю CO – 1% , кисень O_2 – 6% , азот – інше. Тиск суміші $P = (0,15 + 0,01n) \text{ МПа}$, температура $(27 + n)^\circ\text{C}$.

Визначити питому газову постійну суміші R_{cm} , молярну масу μ_{cm} , що задається, щільність ρ_{cm} .

Газові суміші. На практиці однорідні гази як робоче тіло використовуються дуже рідко. Найчастіше приходиться мати справу з робочими тілами, що

представляють собою механічну суміш газів, хімічно між собою не взаємодіючих, тобто з газовими сумішами. Такою сумішшю є повітря, що складається з азоту, кисню, вуглекислого газу, водяних пар і інертних газів. Гази двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), металургійних печей і інших агрегатів, що відходять - це все газові суміші.

Газові суміші підкоряються закону Дальтона, з якого випливає, що загальний тиск суміші газів дорівнює сумі парціальних тисків газів, що входять у суміш, тобто

$$P_{\text{сум}} = P_1 + P_2 + \dots + P_i + \dots + P_n = \sum_{s=1}^n P_i. \quad (2.40)$$

Парціальним тиском називається такий тиск компонента газової суміші, що він робив би на стінки судини, якби один займав той же обсяг, що і вся суміш, при тій же температурі.

Склад газової суміші найчастіше буває заданий у масових (m) і об'ємних (r) частках, рідше - у молярних частках.

Масова частка деякого i -го газу, що входить до складу суміші, є відношення маси цього газу M до маси всієї суміші, тобто

$$m_s = \frac{M_i}{M_{\text{см}}}. \quad (2.41)$$

Об'ємною часткою r_i називається відношення парціального обсягу кожного газу V_i н загальному обсягу суміші $V_{\text{см}}$.

Суми масових m_i , також як і сума об'ємних часток r_i , дорівнює одиниці, тобто

$$\begin{aligned} m_1 + m_2 + \dots + m_i + m_n &= 1 \\ r_1 + r_2 + \dots + r_i + \dots r_n &= 1 \end{aligned} \quad (2.42)$$

У додатку 3 наведені деякі формули для розрахунків стану газових сумішей.

Молярну масу газової суміші називають відносною, тому що в дійсності для суміші поняття молярної маси умовно. Фактично мається на увазі молярна маса деякого однорідного газу тієї ж маси і з тими ж термодинамічними властивостями, що й у розглянутій суміші газів.

Приклад рішення задачі №10:

Масовий склад вихлопних газів, що минають із труби деякої енергетичної установки і забруднюючих навколишнє середовище: водень H_2 – 4%, вугільна

кислота CO_2 – 15%, оксид вуглецю CO – 1%, кисень O_2 – 6%, азот – 74%. Тиск суміші $P = 0,15$ Мпа, температура 27°C .

Визначити питому газову постійну суміші $R_{\text{см}}$, молярну масу $\mu_{\text{см}}$, що здається, щільність $\rho_{\text{см}}$.

Відносну молярну масу суміші визначимо по табл. 3 додатку 2:

$$\mu_{\text{см}} = \frac{1}{\sum_1^n \frac{m_s}{\mu_i}}. \quad (2.43)$$

Відносна молярна маса компонентів:

$$\mu_{\text{H}_2} = 2; \mu_{\text{CO}_2} = 44; \mu_{\text{CO}} = 28; \mu_{\text{O}_2} = 32; \mu_{\text{N}_2} = 28.$$

Згідно цього

$$\mu_{\text{см}} = \frac{1}{\frac{0,04}{2} + \frac{0,15}{44} + \frac{0,01}{28} + \frac{0,06}{32} + \frac{0,74}{28}} = \frac{1}{0,0508} = 19,69 \text{ кг}.$$

Визначаємо питому газову постійну суміші:

$$R_{\text{см}} = \frac{8314}{\sum_1^n r \mu_{ii}} = \frac{8314}{19,68} = 422,45 \text{ Дж / (кг} \cdot \text{K)} \quad (2.44)$$

Щільність суміші при заданих умовах знаходимо згідно виразу:

$$\rho_{\text{сум}} = \rho_0 \frac{P}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T}, \quad (2.45)$$

з огляду на, що щільність при нормальних умовах :

$$\rho_0 = \frac{\mu_{\text{сум}}}{V_\mu} = \frac{19,68}{22,4} = 0,878 \text{ кг / м}^3,$$

де V_μ - молярний обсяг будь-якого газу (у тому числі і газовій суміші) за нормальних умов складає $22,4 \text{ м}^3/\text{кмоль}$.

$$\rho_{\text{сум}} = 0,878 \frac{0,15 \cdot 273}{0,101 \cdot 300} = 1,18 \text{ кг / м}^3$$

Довідковий матеріал для вирішення задач

Таблиця 1 - ГДК в повітрі населених місць

| Номер варіанта | Речовина, що забруднює | ГДК, мг/м ³ | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Максимально разова (20 хв) | Середньодобова (24 години) |
| 1 | Вуглева зола ТЕС | 0,05 | 0,02 |
| 2 | Ртуть металева | - | 0,0003 |
| 3 | Свинець та його сполуки | - | 0,0003 |
| 4 | Формальдегід | 0,35 | 0,003 |
| 5 | Пил нетоксичний | 0,5 | 0,15 |
| 6 | Сірчистий ангідрид | 0,5 | 0,15 |
| 7 | Окис вуглецю | 3,0 | 1,00 |
| 8 | Двоокис азоту | 0,085 | 0,085 |
| 9 | Сажа | 0,15 | 0,05 |
| 10 | Сірководень | 0,008 | 0,008 |

Таблиця 2 – ГДК шкідливих речовин у водоймах, мг/дм³

| Речовина | Для водойм санітарно- побутового користування | Для рибогосподарських водойм |
|--|--|---------------------------------|
| Аміак | - | 0,05 |
| Ванадій | 0,1 | - |
| Мідь | 0,1 | 0,01 |
| Миш'як | 0,05 | 0,05 |
| Нікель | 1,0 | 0,01 |
| Нітрати (по азоту) | 10,0 | - |
| Поліакриламід (ПАА) | 2,0 | - |
| Ртуть | 0,005 | - |
| Свинець | 0,1 | 0,1 |
| Фтор | 1,5 | - |
| Солі сірчаної кислоти | 500,0 | - |
| Цинк | 1,0 | - |
| Хлор активний | - | - |
| Нафта і нафтопродукти в емульгованому стані | 0,5 | 0,05 |
| Феноли | 0,001 | 0,001 |

Таблиця 3 - Основні фізичні властивості газів

| Газ | Щільність при 0°C і тиску 0,101 МПа, ρ , кг/м ³ | Відносна молекулярна маса, M , кг/кмоль | Газова постійна, R , Дж/(кг*°C) | Питома теплоємність при 20°C і тиску 0,101 МПа, кДж/(кг*°C) | | В'язкість при 0°C і тиску 0,101 МПа | | Температура кипіння при тиску 0,101, МПа, t_k , °C |
|-------------------------------|---|---|-----------------------------------|---|-------|---|----------------------------|--|
| | | | | C_p | C_v | μ_0 , 10 ⁶ , Нс/м ² | Константа Сезерланда, c' | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Азот N ₂ . | 1,2507 | 28,02 | 297 | 1,04 | 0,745 | 17 | 114 | —195,78 |
| Аміак NH ₃ | 1,771 | 17,03 | 488 | 2,24 | 1,67 | 9,18 | 626 | —33,4 |
| Повітря | 1,293 | (28,95) | 288 | 1,01 | 0,72 | 17,5 | 124 | —195 |
| Водень H ₂ | 0,08985 | 2,016 | 4130 | 1,42 | 1,01 | 8,42 | 73 | —252,754 |
| Водяна пара H ₂ O | 0,804 | 18,02 | 430 | 2,01 | — | 10,0 | 961 | — |
| Гелій He | 0,1785 | 4,00 | 2080 | 5,27 | 3,18 | 18,8 | 78 | —268,95 |
| Двоокис азоту NO ₂ | 46,01 | 18,40 | 180 | 0,802 | 0,614 | — | — | +21,2 |

Продовження таблиці 3 ДОДАТКУ 2

| Газ | Щільність при 0°C і тиску 0,101 МПа, ρ , кг/м ³ | Відносна молеку- лярная маса, M, кг/ кмоль | Газова постійна, R, Дж/(кг*° C) | Питома теплоємність при 20°C і тиску 0,101 МПа, кДж/(кг*°C) | | В'язкість при 0°C і тиску 0,101 МПа | | Температура кипіння при тиску 0,101, МПа, t_k , °C |
|------------------------------------|---|---|--|--|-------|---|----------------------------------|--|
| | | | | C_p | C_v | μ_0 , 10 ⁶ , Нс/ м ² | Константа Сезерланда, c' | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Двоокис сірі SO ₂ | 2,927 | 64,07 | 130 | 0,631 | 0,501 | 11,7 | 396 | — 10,8 |
| Двоокис вуглецю CO ₂ | 1,976 | 44,01 | 189 | 0,836 | 0,651 | 13,7 | 254 | —78,2 (возг.) |
| Кисень O ₂ | 1,42895 | 32 | 260 | 0,911 | 0,651 | 20,3 | 131 | — 182,98 |
| Метан CH ₄ | 0,717 | 16,04 | 519 | 2,22 | 1,67 | 10,3 | 162 | — 161,58 |
| Окисел вуглецю CO | 1,250 | 28,01 | 297 | 1,05 | 0,753 | 16,6 | 100 | — 191,48 |
| Сірководень H ₂ S | 1,539 | 34,08 | 244 | 1,06 | 0,801 | 11,6 | — | —60,2 |
| Хлор Cl ₂ | 3,217 | 70,91 | 117 | 0,482 | 0,36 | 12,9 (16°C) | 351 | —33,8 |

Таблиця 4 - Тиск водяної пари і вологомiсткiсть газiв при насиченнi i тиску сумiшi 0,101 МПа (760 мм рт. ст.)

| Температура, °С | Парціальний тиск водяної пари, P_v | | Вологомiсткiсть | | |
|--------------------|--|---------------|---|--|---|
| | кПа | мм рт. ст. | г/м ³ дійсних вологих газiв (щiльнiсть пари) | f , г/м ³ (при н. у.) сухих газiв | f' , г/м ³ (при н. у.) вологих газiв |
| 0 | 0,61 | 4,58 | 4,84 | 4,8 | 4,6 |
| 5 | 0,865 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 6,9 |
| 10 | 1,22 | 9,2 | 9,4 | 9,8 | 9,7 |
| 15 | 1,70 | 12,8 | 12,8 | 13,7 | 13,5 |
| 20 | 2,33 | 17,5 | 17,3 | 18,9 | 18,5 |
| 25 | 3,16 | 23,8 | 23,0 | 26,0 | 25,2 |
| 30 | 4,23 | 31,8 | 30,4 | 35,1 | 33,6 |
| 35 | 5,62 | 42,2 | 39,6 | 47,3 | 44,6 |
| 40 | 7,35 | 53,3 | 51,1 | 63,1 | 58,5 |
| 45 | 9,5 | 71,9 | 65,4 | 84,0 | 76,0 |
| 50 | 12,3 | 92,6 | 83,0 | 111,4 | 97,9 |
| 55 | 15,7 | 118,0 | 104,3 | 148 | 125 |
| 60 | 19,9 | 149,4 | 130 | 196 | 158 |
| 65 | 24,9 | 187,5 | 161,1 | 265 | 199 |
| 70 | 31,0 | 233,7 | 197,9 | 361 | 249 |
| 75 | 38,4 | 289,1 | 241,6 | 499 | 308 |
| 80 | 47,3 | 355,1 | 293 | 716 | 379 |
| 85 | 57,6 | 433,6 | 353 | 1092 | 463 |
| 90 | 70,0 | 525,8 | 423 | 1877 | 563 |
| 95 | 85,0 | 633,9 | 504 | 4381 | 679 |
| 100 | 101 | 760,0 | 597 | ∞ | 816 |

ДОДАТОК 3

Формули для перерахунку основних характеристик газiв стосовно рiзних умов

1. Щiльнiсть газiв

Густина сухих газiв, що складаються з декiлькох компонентiв за нормальних умов ($T_0 = 273 \text{ К}$, $P = 101,3 \text{ кПа}$) дорiвнює, кг/м³:

$$\rho_{0, \text{сум}} = \frac{M}{22.4}, \quad (1.1)$$

$$M = 0,01 \cdot (M_1 \cdot a_1 + M_2 \cdot a_2 + \dots + M_n \cdot a_n), \quad (1.2)$$

де M, M_1, M_2, \dots, M_n - відносні молекулярні маси суміші газів і окремих компонентів, кг/кмоль (табл. 3, додаток 2);

a_1, a_2, \dots, a_n - вміст компонентів в газовій суміші за об'ємом, %.

Щільність сухих газів за робочих умов (температурі t_r , °C, барометричному тиску B , кПа і надмірному тиску $\pm P_r$, кПа) визначають з виразу, кг/м³:

$$\rho_r = \rho_{0, \text{сум}} \cdot \frac{273 \cdot (B \pm P_r)}{(273 \pm t_r) \cdot 101,3}. \quad (1.3)$$

2. В'язкість газів

Коефіцієнт динамічної в'язкості суміші газів, що складається з декількох компонентів за нормальних умов ($T_0 = 273 \text{ K}$, $P = 101,3 \text{ кПа}$) приблизно визначають з виразу, Н·с/м²:

$$\mu_{\text{см}} = (\sum a_i \cdot \mu_i) / 100 = 0,01 (a_1 \mu_1 + a_2 \mu_2 + \dots + a_n \mu_n), \quad (2.1)$$

де a_1, a_2, \dots, a_n - вміст компонентів в газовій суміші за об'ємом, %;

$\mu_{\text{см}}, \mu_1, \mu_2, \mu_n$ - динамічні коефіцієнти в'язкості суміші газів і окремих компонентів, Н·с/см² (табл. 3, додаток 2).

При робочій температурі t_r , °C динамічний коефіцієнт в'язкості знаходять з виразу, Н·с/м²:

$$\mu_i = \mu_0 \frac{273 + c'}{t_r + c'} \left(\frac{t_r}{273} \right)^{1,5}, \quad (2.2)$$

де μ_0 - в'язкість компонента, Па·с, при 0°C і тиску 101,3 кПа;

c' - константа Сезерленда.

Значення μ_0 (при 0°C) і константи c' для різних газів наведені в табл. 3 додатку 2.

Кінематичний коефіцієнт в'язкості газів рівний, м²/с:

$$\nu = \mu / \rho_{\Gamma}, \quad (2.3)$$

де ρ_{Γ} - щільність газу при робочих умовах, кг/м³.

3. Теплоємність і ентальпія газів

Теплоємність суміші газів, що складається з декількох компонентів, визначають з виразу

$$c_{\text{сум}} = 0,01 a_1 c_1 + a_2 c_2 + \dots + a_n c_n, \quad (3.1)$$

де $c_{\text{сум}}$, c_1 , c_2 , c_n - питомі об'ємні теплоємності суміші газів і окремих компонентів (табл. 3, додаток 2), Дж/(кг·°C);

a_1 , a_2 , a_n - вміст компонентів в суміші % (об'ємн.).

Ентальпію вологих газів $i_{\text{в.Г}}$ визначають як суму ентальпій сухих газів і водяної пари, віднесених в 1 кг сухих газів:

$$i_{\text{в.Г}} = i_{\text{с.г}} + x \cdot i_n = c_{\Gamma} t_{\Gamma} + x \cdot i_n, \quad (3.2)$$

де $i_{\text{с.г}}$ - ентальпія сухих газів, Дж/кг;

i_n - ентальпія водяної пари при розрахунковій температурі, Дж/кг;

c_{Γ} - теплоємність сухих газів, Дж/(кг·°C);

t_{Γ} - температура газу за робочих умов, °C;

x - вологоємність газів, кг/кг.

Ентальпію водяної пари з достатньою для практики точністю можна визначати з виразу

$$i_n = 2480 + 1,96 \cdot t_{\Gamma}, \text{ кДж/кг.} \quad (3.3)$$

4. Об'єм газів

Об'єм вологих газів за робочих умов знаходять з виразу

$$V_{\Gamma} = V_0 \frac{(273 + t_{\Gamma}) 101,3}{273 (B \pm P_{\Gamma})}, \quad (4.1)$$

де V_0 — об'єм вологих газів за нормальних умов, м³.

Об'єм вологого газу, що отримується з 1 м³ сухого газу за нормальних умов після часткового або повного насичення його водяними парами, дорівнює, м³/м³:

$$V_r = 2,79 \frac{(273 + t_r)}{B} \left(1 + \frac{\varphi \cdot P_{B.HAC}}{B - \varphi \cdot P_{B.HAC}} \right), \quad (4.2)$$

де $P_{B.HAC}$ - парціальний тиск водяної пари при насиченні для даної температури, Па;

φ - відносна вологість, %.

Якщо відомий об'єм сухих газів $V_{o\text{ сух.}}$, м³ за нормальних умов і вміст в них водяної пари у в.п кг/м³, то об'єм вологих газів рівний, м³:

$$V_0 = V_{o\text{ сух.}} \left(1 + \frac{f'}{0,804} \right). \quad (4.3)$$

Якщо вологомісткість x дано в кг/кг, то об'єм вологих газів визначають з виразу, м³:

$$V_0 = V_{o\text{ сух.}} \left(1 + \frac{\rho_0 \cdot x}{0,804} \right). \quad (4.4)$$

ПОКАЖЧИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ І ПОНЯТЬ

А

Абіотичні фактори - це компоненти і явища неживої, неорганічної природи, які прямо чи опосередковано впливають на організм або екосистему.

Абсорбція – процес осадження зважених складових газового потоку у рідкому сорбенті.

Адсорбція – процес осадження зважених складових газового потоку на твердій поверхні сорбенту.

Аерозолі - зважені в повітрі часточки твердих (дим) або рідких (туман) речовин.

Акваторія – водна частина порту.

Алергія - стан підвищеної реактивності організму на певні речовини, переважно органічної природи.

Альbedo Землі - це відношення кількості сонячної енергії, яка відбивається поверхнею Землі до кількості сонячної енергії, що досягає поверхні Землі. Виражається у відсотках.

Альтернативні джерела енергії - одержання енергії не з традиційних її джерел (вугілля, нафта, газ тощо), а з поновлюваних, з використанням енергії Сонця, вітру, приливів і відливів, геотермальних джерел тощо.

Антропогенний вплив на довкілля - різноманітні форми людської діяльності, які прямо або опосередковано змінюють біотичні та абіотичні елементи природи.

Антропосфера - земна сфера, де живе і куди тимчасово проникає людина.

Атмосфера - газоподібна оболонка Землі вагою $5,15 \times 10^{15}$ т, що складається із суміші різних газів, водяної пари та твердих частинок.

Б

Безвідходне виробництво - організація і технологія виробництва, за яких відходи зведено до мінімуму або їх повністю переробляють на вторинні матеріальні ресурси.

Безпека екологічна - стан, при якому відсутня загроза нанесення збитків природному середовищу та здоров'ю населення.

Бессемерівський процес - один із видів конверторного одержання сталі, особливістю якого є використання внутрішньої кладки печі з кислої вогнетривкої цегли.

Біоенергія – енергія, отримана при перетворенні біомаси (з чого складаються рослини, тварини).

Біологічне забруднення - привнесення в середовище нових, не властивих йому раніше, організмів; надмірне збільшення чисельності організмів, що перевищує норму в природних умовах.

Біологічне накопичення - це концентрування ряду хімічних речовин (пестицидів, важких металів, радіонуклідів тощо) в трофічних ланцюгах екосистем.

Біосфера - "зона існування живих організмів" це своєрідна оболонка Землі, яка містить всю сукупність живих організмів і ту частину планети, що знаходиться в безперервному обміні речовиною, енергією та інформацією з цими організмами.

Біотичні фактори - сукупність впливу життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших, а також на середовище існування.

Біологічна (біохімічна) очистка стічних вод - видалення зі стічної води органічних речовин, які містяться у стічних водах у колоїдному та розчиненому стані, завдяки здатності деяких мікроорганізмів використовувати їх для свого розвитку.

Біохімічне споживання кисню (БСК) - сумарний показник ступеня забрудненості вод органічними речовинами, що виражається кількістю кисню, який витрачається на біохімічне окислення органічних речовин мікроорганізмами не включаючи процеси нітрифікації за певний проміжок часу (наприклад, протягом 5 діб - БСК₅).

В

Вапнування - внесення вапна в ґрунти на сільськогосподарських угіддях з метою зниження їх кислотності.

Відкриті вугільні роботи - комплекс робіт, при якому всі виробничі процеси, необхідні для видобування корисної копалини з надр землі, здійснюються на поверхні.

Вітроенергетична установка – пристрій для трансформації енергії вітру у електричну енергію.

Вторинні енергоресурси – побічні продукти технологічних процесів переробки сировини, які можуть використовуватися для отримання енергії.

Г

Гербіциди - засоби боротьби з бур'янами.

Гідроенергетичні ресурси - запаси енергії річкових потоків і водойм, які лежать вище рівня моря.

Гідротурбіна - основний агрегат, завдяки якому генерується електрична енергія на гідроелектростанціях станціях.

Гідросфера - перервна водна оболонка Землі - сукупність океанів і морів (Світовий океан), континентальних (річки, озера, льодовики) та підземних вод.

Граничнодопустима концентрація (ГДК) - максимальна кількість шкідливої речовини в одиниці об'єму повітря (м^3), води (1л) або інших рідин, яка діє на протязі необмежено довгого часу та не викликає в організмі будь-яких патологічних відхилень, а також небажаних спадкових змін у потомства.

Граничнодопустиме антропогенне навантаження - це такий вплив на екосистему, що при тривалому навантаженні на неї ще не викликає негативних змін, які можуть бути причиною деградації екосистеми або зниження її продуктивності.

Граничнодопустимий викид (ГДВ) - це норматив, який встановлюється для стаціонарних або пересувних джерел забруднення атмосфери з метою забезпечення в приземному шарі атмосфери санітарно-гігієнічних вимог. ГДВ (г/с) встановлюється з тих міркувань, щоб максимальна приземна концентрація (C_m) забруднювальної атмосфери речовини, яка створена викидом за умов максимально несприятливих для розсіювання, разом з фоновою концентрацією цієї речовини в повітрі не створили концентрацію шкідливої речовини, що перевищує ГДК.

Граничнодопустимий скид (ГДС) - це норматив, що встановлює максимальну кількість шкідливих речовин у стічних водах, яка допустима для

відведення в установленому режимі у водний об'єкт з метою забезпечення норм якості води у контрольованому пункті.

Ґрунт - біокосна речовина, що утворилася в результаті взаємодії живих організмів та косної речовини. Відрізняється від гірських порід складом мінеральної маси, значним вмістом специфічних органічних речовин (гумусу) і має важливу відмінність - родючість.

Д

Деградація ґрунтів - поступове погіршення властивостей ґрунтів (пониження вмісту гумусу, зниження родючості, руйнування структури тощо), яка викликана зміною умов ґрунтоутворення внаслідок дії природних або антропогенних факторів.

"Демографічний вибух" - періодичне різке збільшення чисельності населення, яке пов'язане з покращенням соціально-економічних і загально екологічних факторів.

Дисперсний склад пилу – розподіл часток пилу згідно їх розмірів.

Добрива - речовини, які вносяться в ґрунт або водойми з метою прискорення росту та розвитку рослин і мікроорганізмів.

Доменний газ – побічний продукт доменної плавки, використовується як паливо.

Дощ кислотний - атмосферні опади, з величиною рН менше за 5,6.

Дроблення - одна з початкових операцій утилізації відходів, яка збільшує інтенсивність і ефективність більшості хімічних дифузійних і біохімічних процесів за рахунок зменшення розмірів шматків (зерен) матеріалів, що переробляються.

Е

Еволюція - незворотній спрямований процес розвитку живої природи.

Екологізація - послідовний процес впровадження технологічних, управлінських систем та рішень, які дають змогу підвищувати ефективність використання природних ресурсів поряд із збереженням якості природного середовища.

Екологічна політика - система заходів, що направлені на забезпечення відповідної якості навколишнього природного середовища, відтворення природних ресурсів і створення належних екологічних умов для життя населення.

Екологічна експертиза - превентивний захід екологічної безпеки, тобто встановлення відповідності запланованої та іншої господарської діяльності людини екологічним вимогам і визначення можливості реалізації об'єкта екологічної експертизи з метою попередження можливих несприятливих впливів цієї діяльності на навколишнє середовище і пов'язаних з ними соціальними, економічними та іншими наслідками.

Екологічна ситуація - це сукупність станів екологічних об'єктів в межах певної території в певний проміжок часу.

Екологічний моніторинг - комплексна система спостереження, оцінки і прогнозування стану навколишнього природного середовища під впливом антропогенних факторів.

Екологічний ризик - це імовірність виникнення несприятливих екологічних ситуацій.

Екологія - це комплексна наука, яка використовує знання різних природничих, технічних, гуманітарних і соціальних наук для вивчення взаємозв'язку суспільства і довкілля, впливу людини на природу з метою збереження і покращення природи і довкілля людини.

Електрична станція - це сукупність установок, обладнання та апаратури, які використовуються безпосередньо для виробництва електричної енергії, а також необхідні для цього споруди та будівлі, розташовані на певній території.

Електрофільтр – газоочисний апарат, вловлювання пилу в якому здійснюється за допомогою дії електромагнітних сил.

Енергетика - це галузь господарства, котра охоплює енергетичні ресурси, добування, перетворення, передачу і використання різноманітних видів енергії.

Ерозія - руйнування ґрунту, гірських порід водними потоками і вітром з порушенням їх цілісності і зміною фізико-хімічних властивостей.

Забруднення - потрапляння в середовище або виникнення в ньому нових, не характерних для нього фізичних, хімічних, біологічних агентів або відхилення природного середнього рівня їх концентрації, що призводить до негативних наслідків. Виділяють такі види забруднення: фізичне або параметричне, хімічне та біологічне. Тому забруднення середовищ (атмосфери, гідросфери тощо) може відбуватись фізичним агентом, хімічною речовиною або біологічним видом.

I

Імпактор – пристрій для визначення дисперсного складу пилу, який міститься у викидах в атмосферу.

Інвентаризація природних ресурсів - врахування кількості, якості, динаміки запасів та ступеня експлуатації природних ресурсів для складання статистичних звітів, програм по охороні та раціональному їх використанню.

Інсектицид - речовина, яку використовують для знищення небажаних у господарстві або в природних угрупованнях комах.

K

Канцерогени - фізичні, хімічні, біологічні речовини або агенти, які сприяють розвитку злоякісних новоутворень або їх виникненню.

Каталізатори – речовини, які прискорюють хімічні та біохімічні реакції.

Каталітичні методи очищення газів – процеси вилучення токсичних газоподібних речовин з відхідних газів із застосуванням каталізатора.

Катастрофа екологічна - несприятлива екологічна ситуація, при якій проходять незворотні зміни в екосистемах, вичерпуються природні ресурси і різко погіршуються умови проживання населення. При цьому проходить втрата генофонду біоти, унікальних природних об'єктів та комплексів.

Коксовий газ - побічний продукт при утворенні коксу, може використовуватися як додаток до палива.

Криза екологічна - несприятлива екологічна ситуація, що склалася в природних екосистемах в результаті порушення рівноваги під впливом стихійних лих або в результаті антропогенних факторів. При цьому зміни практично не

компенсуються, що зумовлює наростання загрози виснаження та втрати природних ресурсів, унікальних природних об'єктів і комплексів, проходить погіршення умов проживання населення.

Л

Ліс - елемент географічного ландшафту, що складається із сукупності деревних, кущових, трав'яних рослин, тварин і мікроорганізмів, біологічно взаємопов'язаних і які впливають як один на одного, так і на навколишнє середовище.

Лісомеліорація - штучне висаджування захисних лісових насаджень, тобто це комплекс вітро- та водорегулюючих, прияружних та прибалочних лісових смуг, протиерозійних насаджень, які раціонально розміщені на території і дають максимальний агролісомеліоративний ефект.

Літосфера - верхня тверда оболонка Землі, яка включає земну кору і верхню частину мантії Землі.

М

Макроеlementи - хімічні елементи, які широко використовуються живою речовиною, вони є основними складовими живої речовини і їх кількість становить не менше 0,1% загальної маси тіла (Оксиген, Карбон, Фосфор, Нітроген, Сульфур, тощо).

Меліорація - значна зміна природного середовища з метою її поліпшення для ведення господарства (сільського, лісового) або життя людей.

Метаболізм - перетворення речовин та енергії, які становлять основу життєдіяльності організмів.

Металургія - галузі науки і промисловості, що пов'язані з первинним отриманням металів.

Метод відстоювання - метод очищення стічних вод, який застосовується для видалення мінеральних і органічних речовин, щільність яких більша або менша за густину води

Механізований спосіб добування нафти - спосіб видобутку, при якому нафта підіймається на земну поверхню за рахунок підведеної ззовні енергії.

Металургійний цикл - шлях від залізної руди до готового металу.

Мікроелементи - хімічні елементи, що використовуються живою речовиною в малій кількості і ці елементи становлять менше ніж 0,1% загальної маси тіла. (Купрум, Цинк, Бор, Манган, тощо).

Моніторинг - комплексна система спостережень, оцінки і прогнозування стану біосфери або її окремих компонентів внаслідок дії антропогенних факторів.

Н

Навантаження антропогенне - ступінь прямого та опосередкованого впливу людей та їх господарської діяльності на природу в цілому або на її окремі екологічні компоненти (ландшафт, природні ресурси, організми).

Нафта - суміш вуглеводнів (парафіни, нафтени, ароматичні вуглеводні). Основні види нафти містять 80 - 87% вуглецю, 10 - 14% водню, 0 - 5% сірки, 0 - 3% кисню, 0 - 2 % азоту.

Нейтралізація відходів - обробка відходів з метою зниження або повного усунення їх шкідливого впливу на довкілля.

О

Обробіток ґрунту - механічний вплив на нього робочими органами ґрунтообробних машин і знарядь, що забезпечують оптимальні умови для вирощування культур.

"Озонові отвори" - значні простори в стратосфері Землі з істотно пониженим (до 50% і більше) вмістом озону.

Озоновий екран - шар стратосфери (на висоті 25 - 40 км) із значно підвищеною концентрацією озону (до 10^{18} - 10^{19} молекул в м^3), що поглинає ультрафіолетове випромінювання. Озон утворюється в стратосфері внаслідок фотохімічних реакцій.

Осаджувальна камера – газоочисний апарат, в якому частинки пилу виділяються з газового потоку під дією сил гравітації завдяки різкому зменшенню швидкості газового потоку при його переході з газоходу в камеру.

Охорона природи - система заходів (технологічних, економічних, адміністративно-правових, освітніх, тощо), які направлені на підтримання взаємодії між діяльністю людини і навколишнім природним середовищем, забезпечують збереження та відновлення природних ресурсів, запобігають прямому й опосередкованому впливу результатів діяльності суспільства на природу і здоров'я людини.

П

Параметри екосистеми - величини або показники, які відображають функціональні або консервативні властивості екосистеми. За цими критеріями проводять оцінку стану екосистем.

Парниковий ефект - поступове потепління клімату Землі внаслідок зростання концентрації в атмосфері парникових газів (діоксид карбону, метан, тощо), які пропускаючи сонячні промені, перешкоджають довгохвильовому (тепловому) випромінюванню із земної поверхні.

Пестициди (отрутохімікати) - хімічні препарати, що використовуються для захисту сільськогосподарської продукції (рослин, тварин, тощо) від шкідників, збудників хвороб або небажаної рослинності.

Пиліві бурі - гостра форма вітрової ерозії ґрунтів, яка пов'язана з переносом сильними вітрами піднятих із земної поверхні значної кількості пилу та піску, частинок верхнього шару висушеного ґрунту, що не скріплені рослинністю.

Пористий фільтр – газоочисний апарат, в якому вловлювання пилу здійснюється завдяки фільтрації газового потоку крізь пористий матеріал.

Прогнозування екологічне - наукове передбачення можливого стану природних екосистем і навколишнього середовища, яке визначається природними процесами і антропогенними факторами.

Р

Рекультивация земель - комплекс заходів, направлених на відновлення продуктивності порушених земель, а також на покращення умов навколишнього природного середовища (проводиться в два етапи: технічний і біологічний).

Ресурсозбереження - виробництво і реалізація кінцевих продуктів з мінімальними витратами речовини і енергії на всіх етапах виробничого циклу і з найменшим впливом на природні екосистеми та людину.

Реутилізація - одержання із використаної готової продукції шляхом її переробки нової продукції того ж або близького виду (наприклад, одержання паперу із макулатури, металу із металобрухту, тощо).

Рівновага екологічна - баланс природних або змінених людиною природних компонентів і процесів, який веде до тривалого існування даної екосистеми.

Рослинництво - галузь сільськогосподарського виробництва, в якій відбувається накопичення органічної речовини шляхом вирощування культурних рослин.

С

Самовідновлювані джерела енергії – енергетичні ресурси, які мають можливість відновлюватися або є невичерпними на протязі дуже великого проміжку часу (енергія сонячного проміння, енергія вітру, геотермальна енергія, енергія припливів та відпливів).

Самоочищення середовища - природне руйнування або знешкодження забруднюючих навколишнє середовище речовин в результаті фізичних, хімічних та біологічних процесів.

Саморегуляція - здатність екологічної системи до поновлення внутрішніх властивостей і структур після природного або антропогенного впливу, які змінили ці властивості та структури.

Санітарно-захисна зона - смуга, що відділяє промислове підприємство від місць постійного або тимчасового перебування людини..

Середовище навколишнє - сукупність взаємопов'язаних природних, видозмінених природних, штучно утворених та соціальних компонентів в оточенні якої живе організм і з якою він безпосередньо взаємодіє.

Скрубери Вентурі – газоочисний апарат «мокрого» типу, в якому дроблення рідини, необхідної для уловлення пилу, здійснюється за рахунок енергії турбулентного газового потоку;

Смог фотохімічний - суміш високотоксичних речовин, що спричиняє алергії, задуху, подразнення, тощо, яка утворюється внаслідок фотохімічних реакцій за певних фізико-географічних умов.

Сорбент – тверда речовина або рідина, яка застосовується для вловлювання парів, твердих і розчинених речовин.

Сталь - це сплав заліза з вуглецем та іншими хімічними елементами.

Стійкість екосистем - здатність екосистем та її окремих складових протистояти коливанням зовнішніх факторів і зберігати свою структуру і функціональні особливості.

Стічні води - води, що відводяться після використання в побуті, виробничій та сільськогосподарській діяльності людини.

Стратифікація - розподіл атмосфери або водного середовища на шари за певними ознаками (температура, густина, солоність, тощо).

Т

Тваринництво - сукупність процесів і операцій по розмноженню, годуванню і утриманню тварин, спрямованих на одержання якомога більшої кількості дешевої і доброякісної продукції.

Теплові електростанції - підприємства, які перетворюють хімічну енергію палива (вугілля, нафти, газу тощо) послідовно в теплову, механічну і електричну енергію.

Теплохід - судно, що приводиться до руху двигуном внутрішнього згоряння, це найбільш поширений тип самохідного судна.

Техногенний тиск на довкілля – вплив розроблених людиною технологічних процесів на навколишнє середовище

техноекологія - наука, яка вивчає вплив різноманітних галузей промисловості на екологічний стан об'єктів довкілля, шляхи екологізації виробництва та вдосконалює інженерні методи захисту навколишнього природного середовища.

Томасівський процес - один із видів конверторного способу одержання сталі, особливістю якого є використання внутрішньої кладки печі з основної вогнетривкої цегли

У

Урбанізація - соціально-демографічний процес, який полягає у рості чисельності міського населення, формування великих міст (мегаполісів).

Урбанізація природи - перетворення природних ландшафтів в штучні під впливом міських забудов.

Утилізація - повторне використання сировини шляхом переробки відходів виробництва, що втратили свої корисні (споживчі) якості.

Ф

Фауна - еволюційно-історично складена сукупність усіх видів тварин певної території або акваторії.

Фітомеліорація - це процес використання рослин для оптимізації умов довкілля.

Фітонциди - біологічно активні продукти життєдіяльності рослин, що пригнічують розвиток мікроорганізмів, в тому числі й хвороботворні.

Флора - еволюційно-історично складена сукупність усіх видів рослин певної території або акваторії.

Фонтанний спосіб експлуатації нафтової свердловини - спосіб, при якому для видобування нафти використовується енергія нафтового пласта.

Форсуночний скруббер – пиловловлювач «мокрого» типу, в якому диспергування рідини здійснюється завдяки енергії насоса і допомогою форсунок.

Фотоелемент – пристрій, який виробляє електрику безпосередньо при потраплянні на нього сонячних променів.

Фотосинтез - окисно-відновна реакція, що призводить до утворення органічних речовин з неорганічних, яка протікає у вищих зелених рослинах за участю хлорофілу з використанням енергії сонячного випромінювання.

Фреони (хлорфторвуглеводні) - леткі, хімічно інертні біля земної поверхні речовини, що використовувались на виробництві і побуті як холодоагенти, розчинники в аерозолях та піноутворювачі.

Х

Хемосорбція – різновид абсорбції, при якому компонент, що абсорбується, вступає в хімічну реакцію з поглиначем, утворюючи нові хімічні сполуки в рідкій фазі.

Хімічне забруднення - потрапляння в середовище невластивих йому хімічних інгредієнтів або зміна (як правило збільшення) кількості хімічних компонентів даного середовища.

Хімічна очистка стічних вод - зміна хімічного складу або структури забруднюючих речовин, які є у стічних водах.

Ц

Цвітіння води - масовий розвиток фітопланктону, що викликає зміну забарвлення води від зеленої і жовто-бурої до червоної.

Цемент - це тонкоподрібнений порошок штучної неорганічної в'язучої речовини, виготовленої з вапнякової сировини (вапняк, мергель).

Циклон - інерційний пиловловлювач відцентрового типу, в якому частинки пилу осаджуються під дією відцентрової сили в процесі обертання газового потоку в корпусі апарату.

Ч

Чавун - високовуглецевий (2,14-6,67% С, звичайно 3-4,5% С) нековкий сплав заліза з вуглецем.

"Червона книга" - книга, в яку занесені рідкісні та зникаючі види тварин, створена Міжнародним союзом охорони природи і природних ресурсів.

Ш

Шельф - прибережна, мілководна (до 200м глибиною) ділянка моря або океану, яка вважається освітленою і тому найбільш заселеною живими організмами.

Шкідливі газоподібні компоненти – токсичні газоподібні речовини, які містяться у викидах промислових газів в атмосферу

Шум - одна з форм параметричного (енергетичного) забруднення навколишнього середовища, яка являє собою зростання рівня шуму поверх.

Я

Ядерна енергетика - галузь енергетики, яка ґрунтується на перетворенні внутрішньоядерної енергії в інші види: теплову, механічну та електричну.

Ядерний реактор - пристрій для здійснення і підтримання ядерної реакції поділу ядер важких елементів вільними нейтронами.