



В.Г. Рижков

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ЛІТОСФЕРИ І ПОВОДЖЕННЯ З
ВІДХОДАМИ В ГАЛУЗІ**

Навчально-методичний посібник

*для студентів ЗДІА
спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища
денної форми навчання*

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ЛІТОСФЕРИ І ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ В ГАЛУЗІ

Навчально-методичний посібник

*для студентів ЗДІА
спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища
денної форми навчання*

*Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри ПЕОП,
протокол № від 2017 р.*

Запоріжжя
ЗДІА
2017

ББК 502
Р 939

В.Г. Рижков, к.т.н., доцент

*Відповідальний за випуск: зав. кафедри ПЕОП
к.т.н., професор Кожемякін Г.Б.*

Рижков В.Г.

Р 939 Технології захисту літосфери та поводження з відходами в галузі.
Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальності
183 Технології захисту навколишнього середовища денної форми
навчання / Рижков В.Г.; Запоріз. держ. інж. акад. – Запоріжжя: ЗДІА,
2017 р. – с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ	
1. Будова Землі	
2. Методи захисту літосфери	
3. Поняття про ґрунти	
4. Захист ґрунтів від ерозії.	
5. Раціональне використання земельних ресурсів та охорона ґрунтів від забруднень.....	
6. Раціональне використання земних надр.....	
7. Переробка твердих відходів.....	
ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ.....	
ДОДАТКИ.....	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	

ВСТУП

Мета вивчення дисципліни „ Технології захисту літосфери та поводження з відходами в галузі ” - дати поняття про будову літосфери, охарактеризувати різні способи захисту верхніх шарів літосфери та знешкодження, складування, захоронення відходів виробництва.

Збільшення населення Землі, бурхливий розвиток виробництва і зростання обсягів споживання, відсутність ефективних технологій переробки відходів призвело до того, що на початку 21 століття на планеті нагромадилася така кількість відходів, яка повсюдно стала загрожувати здоров'ю людей і навколишньому середовищу. Дуже багато промислових відходів утворюється в Україні. Населення України складає менш 1% населення Землі, а частка промислових викидів України – 4% від світових. Біля 1/3 промислових відходів у країні падає на чорну металургію. Звалища промислових та побутових відходів безпосередньо впливають на стан ґрунту, рослинного покриву, підземних вод тощо.

Другий аспект, що підкреслює важливість проблеми – виснаження природних ресурсів, що не відновляються. По розрахункам фахівців розвіданих запасів при сучасному рівні споживання вистачить: нафти та газу – на 250...300 років; алюмінію – на 250 років, кам'яного вугілля – на 140...230 років; нікелю – на 50; міді – на 30...35; цинку та свинцю – на 10...15.

Вищевикладене свідчить про актуальність розробок і впровадження технологій захисту літосфери та раціонального поводження з відходами. Важливим завданням промисловості є зниження кількості відходів, збереження ресурсів з одночасним підвищенням продуктивності праці та якості продукції.

Метою даних методичних указівок є надання допомоги студентам у засвоєнні окремих тем дисципліни „Технології захисту літосфери та поводження з відходами в галузі”, у розв'язанні інженерних задач за цими темами.

ТЕОРЕТИЧНИЙ МАТЕРІАЛ

1. Будова Землі

Структуру Землі можна класифікувати за двома принципами: за механічними (реологічними) властивостями, або за хімічними властивостями. Механічно вона може бути розділена на літосферу, астеносферу, мезосфери, зовнішнє ядро і внутрішнє ядро. Хімічно Землю можна розділити на земну кору, верхню мантію, нижню мантію, зовнішнє ядро і внутрішнє ядро.

Глибини, на яких перебувають геологічні шари Землі, надані у табл. 1.

Таблиця 1 – Будова земної кулі за реологічним і хімічним складами

Шар реологічний		Шар хімічний
Нижня межа, км		
50–200	Літосфера	
5–60		Земна кора
250-300	Астеносфера	
660	Верхня мезосфера	Верхня мантія
2,890	Нижня мезосфера	Нижня мантія
5,150	Зовнішнє ядро	Зовнішнє ядро
6,360	Внутрішнє ядро	Внутрішнє ядро

Літосфера (від грецького λίθος — камінь і σφαῖρα — куля, сфера)- тверда оболонка Землі. Вона складається з земної кори і верхньої частини мантії, до астеносфери, де швидкості сейсмічних хвиль знижуються, що свідчить про зміну пластичності порід. Літосфера має велику міцність і переходить в астеносферу без певної різкої границі.

Астеносфера - (від грец. Ἀσθενής «безсилий» і σφαῖρα – куля, сфера) верхній пластичний шар верхньої мантії планети (не тільки Землі), що називається також шаром Гутенберга. На відміну від кори і мантії, які

виділяються за хімічним складом і стрибком швидкостей сейсмічних хвиль на границі Мохоровичича, літосфера і астеносфера - поняття реологічні. Літосфера - це крихкий, ламкий шар кори і верхньої мантії, астеносфера - пластичний, піддатливий шар. Верхня частина, земна кора відділена від мантії гранцею Мохоровичича (скорочено Мохо). Зверху літосфера обмежена атмосферою і гідросферою, які частково в неї проникають.

Потужність літосфери невизначена і коливається, ймовірно, від 50 до 200 км, у тому числі потужність верхньої її частини — земної кори — досягає 30—60 км під континентами і 5—10 км під океанами. Термін "Літосфера" запропонований американським геологом Дж. Барреллом в 1916 і спочатку ототожнювався із земною корою; потім було встановлено, що літосфера майже всюди включає і верхній шар мантії Землі. Порівняльна схема будови кори і літосфери надана на рис. 1.

У будові літосфери виділяють рухливі області (складчасті пояси) і відносно стабільні платформи.

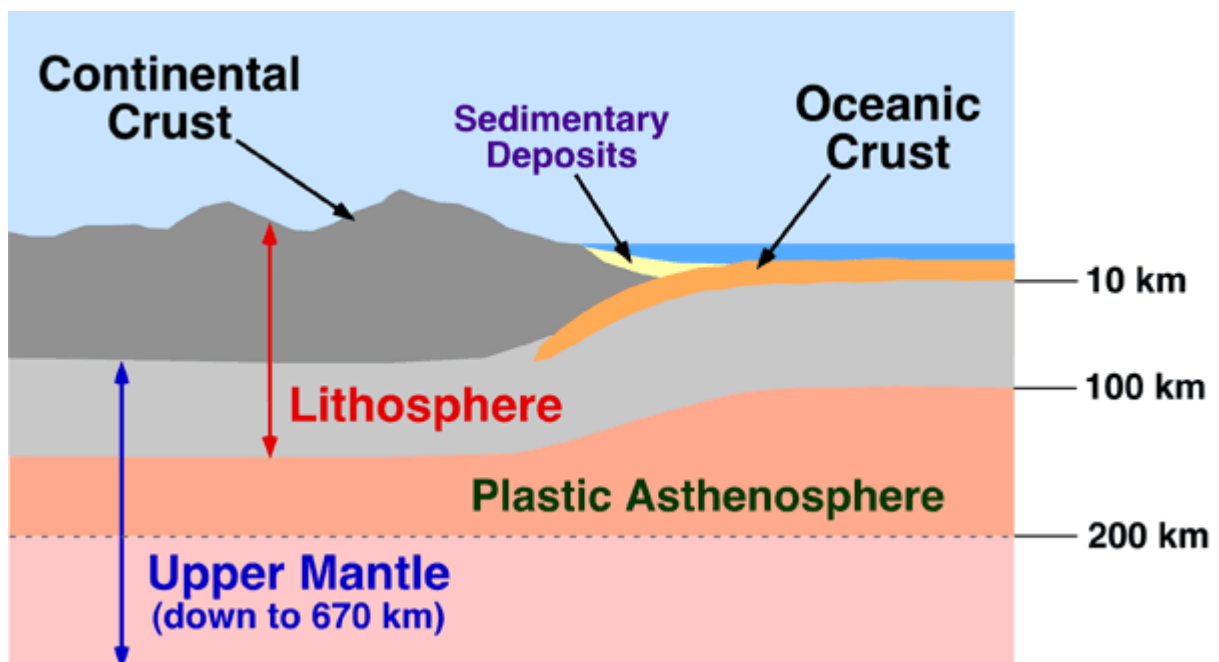


Рисунок 1 – Земна кора і літосфера

Літосфера і земна кора під океанами і континентами значно різняться. Кора під континентами складається з осадового, гранітного і базальтового шарів загальною потужністю до 60 км.

Осадові гірські породи - гірські породи, що існують в термодинамічних умовах, характерних для поверхневої частини земної кори, і утворюються в результаті перевідкладення продуктів вивітрювання і руйнування різних гірських порід, хімічного і механічного випадання осаду з води, життєдіяльності організмів або всіх трьох процесів одночасно.

Джерелом речовини для утворення осадових гірських порід є: продукти вивітрювання магматичного, метаморфічного походження і більш стародавніх осадових порід, що складають земну кору; розчинені в природних водах компоненти; гази, різні речовини, що виникають при життєдіяльності організмів; вулканогенний матеріал (тверді частинки, викинуті вулканами, гарячі водні розчини і гази, що виносяться вулканічними виверженнями на поверхню Землі і в водні басейни).

У сучасних океанічних опадах (червона глибоководна глина, мул тощо) і в стародавніх осадових породах зустрічається також космічний матеріал (дрібні кульки нікелістого заліза, силікатні кульки і т.п.).

Крім того, в складі осадових гірських порід, як правило, присутні органічні залишки (рослинного і тваринного походження), синхронні часу їх утворення, рідше більш древні (перевідкладені). Деякі осадові гірські породи (вапняки, вугілля, діатоміти і ін.) Цілком складені органічними залишками.

Для простоти вивчення застосовується порівняно проста класифікація, в основі якої лежить генезис (механізм і умови утворення) осадових порід. Відповідно до даної класифікації осадові породи поділяються на:

- уламкові (теригенні) - піщаник, брекчія, алевроліт;
- хемогенні - боксит, латерит, кам'яна сіль, доломіт;
- органогенні - коралові вапняки, діатоміти, торф, кам'яне вугілля;
- змішані, наприклад, вулканогенно-осадові - вулканічний туф.

Під осадовими породами, як правило розташований гранітний шар.

Граніт - магматична гірська порода кислого складу. Складається з кварцу, плагіоклазу, калієвого польового шпату і слюди. Середній хімічний склад: SiO_2 68 - 73%, TiO_2 0,1 – 0,6%, Al_2O_3 12 – 15,5%, Fe_2O_3 0,5-2,5%, FeO 0,5 - 3%, MgO 0,1 – 1,5%, CaO 1,5 - 4%, Na_2O 3 - 6%, K_2O 0,5 - 3%.

Нижче гранітів лежить шар базальтових порід.

Базальт - магматична вулканічна гірська порода основного складу. Основна маса складена мікролітами плагіоклазів, клінопіроксену, магнетиту або титаномagnetиту, а також вулканічним склом. Звичайно базальти – темно-сірі, чорні або зеленувато-чорні породи. Середній хімічний склад: SiO_2 47 - 52%, TiO_2 1 – 2,5%, Al_2O_3 14 – 18%, Fe_2O_3 2 - 5%, FeO 6 - 10%, MgO 5 – 7%, CaO 6 - 12%, Na_2O 1,5 - 3%, K_2O 0,1 – 1,5%; P_2O_5 0,2 – 0,5%.

Кора під океанами зазнала безліч етапів часткового плавлення в результаті утворення океанічної кори, вона сильно збіднена легкоплавкими рідкісними елементами, в основному складається з дунітів і гарцбургітів. Дуніт - магматична гірська порода ультраосновного складу, нормального ряду лужності. Колір чорний, темно і світло-зелений. Текстура масивна. Середній хімічний склад: SiO_2 35-40%, TiO_2 до 0,02%, Al_2O_3 до 2.5%, Fe_2O_3 0.5-7%, FeO 3-6%, MgO 38-50%, CaO до 1.5%, Na_2O до 0.3%, K_2O до 0.25%. Гарцбургіт - глибинна ультра основна гірська порода нормального ряду. Середній хімічний склад: SiO_2 36-44%, TiO_2 до 0.2%, Al_2O_3 0,2 - 2.5%, Fe_2O_3 1,5-5%, FeO 2,5-7%, MgO 37-48%, CaO 0,2 - 2%, Na_2O до 0,3%, K_2O до 0,1%. Товщина кори під океанами складає 5-10 км, а гранітний шар повністю відсутній.

Гранітний та базальтовий шари земної кори відділяються поверхнею Конраду. **Поверхня Конраду** (англ. *Conrade discontinuity*) — межа, що розділяє гранітний (верхній) і базальтовий (нижній) шари земної кори, що виявляється по збільшенню швидкості проходження сейсмічних хвиль. Швидкість поздовжніх сейсмічних хвиль при проходженні через поверхню Конрада стрибкоподібно збільшується приблизно з 6 до 6,5 км / с. У ряді

місць поверхня Конраду відсутня, і швидкості сейсмічних хвиль зростають з глибиною поступово. Іноді, навпаки, спостерігається кілька поверхонь стрибкоподібного зростання швидкостей.

Поверхня Конраду зустрічається в різних районах континентальної кори на глибині 15-20 км, однак відсутня під океанічної корою.

Нижня частина літосфери, що відноситься до мантії, судячи з вивчення ксенолітів, має олівін-піроксеновий склад. Ксеноліт (др.-грец. ξένος — чужий і λίθος — камінь) - уламок гірської породи, захоплений магмою. Якщо магматична гірська порода, що включає ксеноліт, застигла на глибині (інтрузивна), то ксеноліти зазвичай являють собою сильно змінені уламки порід, що вміщують інтрузію. Ксеноліти, що зустрічаються в лаві, зазвичай є уламками стінок вулканічного каналу (порід, через які проходила лава). Розміри ксенолітів сильно коливаються: від окремих кристалів і їх уламків, що розрізняються тільки під мікроскопом (ксенокристали), до декількох десятків і сотень метрів. Ксеноліти є важливим джерелом інформації про будову надр Землі, так як можуть бути доставлені магматичними розплавами з глибин, недоступних для безпосереднього вивчення. Лужні базальти містять ксеноліти мантійних порід, підняті з глибин 60-80 км, а в кімберлітах зустрічаються ксеноліти, принесені з глибин 100-200 км. Ксеноліти з кімберлітів є найбільш глибинні гірські породи, вивчені людиною.

Як було сказано, матеріал нижньої літосфери містить олівіни та піроксени. Олівін - породоутворюючий мінерал, магнезіально-залозистий силікат з формулою $(\text{Mg,Fe})_2[\text{SiO}_4]$. Зміст Fe і Mg варіює між двома кінцевими членами безперервного ізоморфного ряду олівінів: форстеритом $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ і фаолітом - $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$. Олівін складає основні і ультраосновні магматичні породи і дуже широко поширений в мантії. Це один з найпоширеніших на землі мінералів.

Назву «Олівін» вперше запропонував Вернер для позначення зелених вкраплень, що зустрів в базальтах. Синонім: перідот (слово французького

походження). Прозорий жовто-зелений до зеленого різновид олівіну, що є дорогоцінним каменем, прийнято називати хризолітом.

Піроксени - велика група ланцюгових силікатів. Багато піроксенів - породоутворюючі мінерали.

Для позначення зовнішньої оболонки літосфери застосовувався нині застарілий термін сіаль, що походить від назви основних елементів гірських порід Si (лат. Silicium - кремній) і Al (лат. Aluminium - алюміній).

Нижня межа літосфери нерізка і виділяється по зменшенню в'язкості, швидкості сейсмічних хвиль і збільшення електропровідності, обумовленим підвищенням температури і частковим (дек.%) плавленням речовини.

За реакцією на довготривалі навантаження в літосфері виділяють верхній пружний (потужністю декілька десятків км) і нижній пластичний шар. Крім того, на різних рівнях в тектонічно активних областях літосфери простежуються горизонти щодо зниженої в'язкості (зниженій швидкості сейсмічних хвиль). За думкою деяких дослідників, по цих горизонтах відбувається "прослизання" одних шарів щодо інших. Це явище називається розшаруванням літосфери.

Найбільш великі структурні одиниці літосфери – літосферні плити, розміри яких в поперечнику становлять 1-10 тис. км. В сучасну епоху літосфера розділена на 7 головних і декілька дрібніших плит (рис. 2). Головні: Тихоокеанська, Північноамериканська, Євразійська, Південноамериканська, Африканська, Австралійська, Антарктична. Іноді виділяють 14 основних плит. Межі плит є зонами максимальної тектонічної, сейсмічної і вулканічної активності. Відповідно до теорії тектоніки плит, плити літосфери рухаються по астеносфері (в першому наближенні як жорстке ціле) на відстань до декілька тис. км зі швидкістю до десятків см / рік. Поряд з горизонтальними важливу роль відіграють вертикальні рухи літосфери (швидкість до декілька десятків см / рік) по системі субвертикальних глибинних розломів, що розбивають плити літосфери на блоки розміром від декілька десятків до декількох сотень км. Плити

літосфери постійно змінюють свої обриси, вони можуть розколюватися в результаті рифтингу і спаюватися, утворюючи єдину плиту в результаті колізії. Плити літосфери також можуть тонути в мантиї планети, досягаючи глибини зовнішнього ядра.

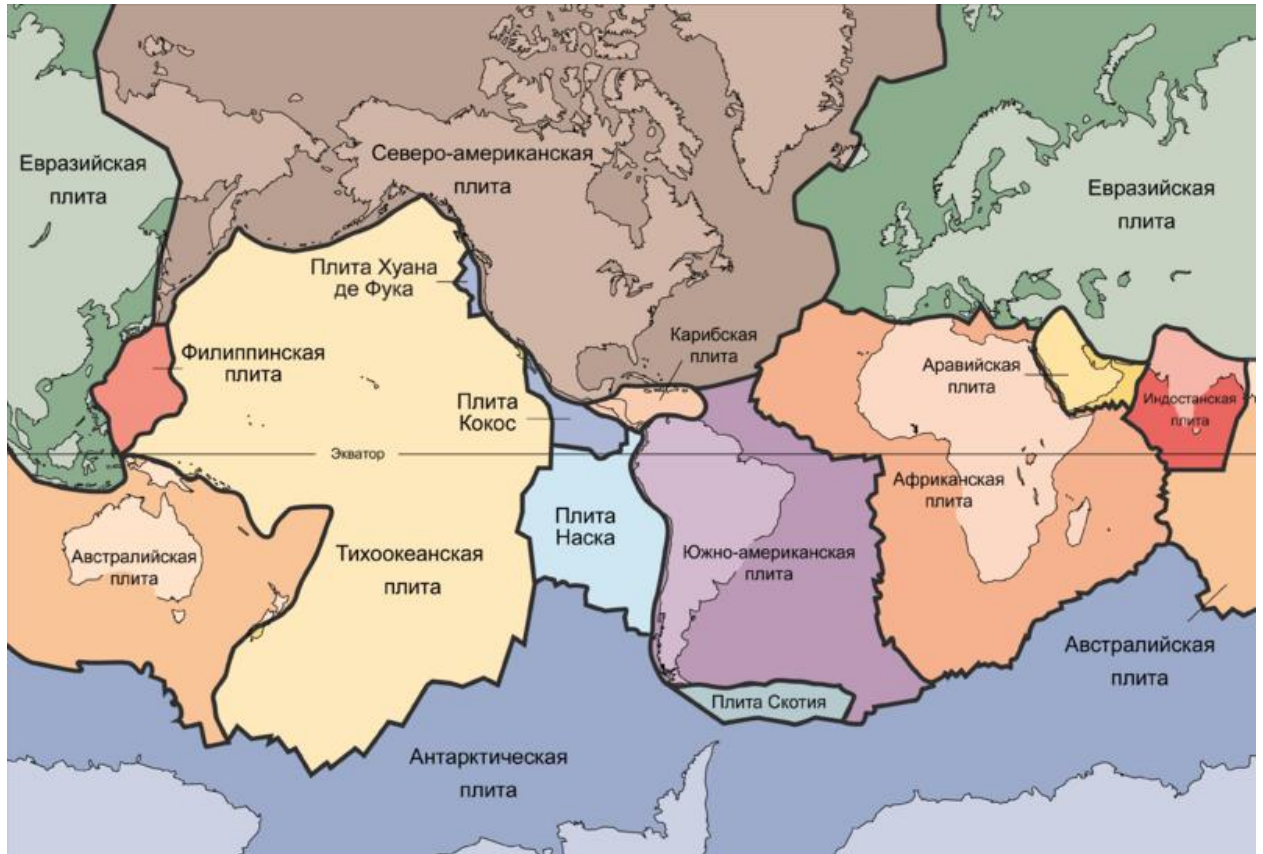


Рисунок 2 – Літосферні плити

Рухи літосферних плит і блоків та їх можливі причини вивчаються геодинамікою.

У літосфері розміщуються близько 4900 видів мінералів, отрі складають гірські породи. Поняття «мінерал» як правило має на увазі тверду природну неорганічну кристалічну речовину.

Мінералами вважаються також деякі природні речовини, що представляють собою в звичайних умовах рідини (наприклад, самородна ртуть, яка приходить до кристалічного стану при більш низькій температурі). Воду, навпаки, до мінералів не відносять, розглядаючи її як рідкий стан (розплав) мінералу лід.

Деякі органічні речовини - нафту, асфальти, бітуми - іноді виділяють в особливий клас «органічні мінерали».

Деякі мінерали знаходяться в аморфному стані і не мають кристалічної структури. Це стосується головним чином до так званих метаміктних мінералів, які мають зовнішню форму кристалів, але знаходяться в аморфному, склоподібному стані внаслідок руйнування їх початкової кристалічної решітки під дією жорсткого іонізуючого випромінювання радіоактивних елементів (U, Th тощо), що входять до їх власного складу. При метаміктній зміні речовини, в результаті альфа-бомбардування радіоактивними елементами зсередини кристала руйнується його вихідна кристалічна структура. Якщо проходить досить часу, то кристалічна решітка руйнується повністю, а мінерал стає аморфним, хоча зовнішня форма кристала залишається без змін.

Таким чином, розрізняють мінерали явно кристалічні (магнетит, алмаз, кварц, корунд, рутил, слюда та безліч інших мінералів), аморфні – метаколоїди (наприклад, опал, лешател'єрит та ін.) і метаміктні мінерали, що мають зовнішню форму кристалів, але знаходяться в аморфному стані (гадолініт, торіт, евксеніт та ін.).

Декілька мінералів утворюють гірську породу. **Гірські породи** - природна сукупність мінералів більш-менш постійного мінералогічного складу, що утворює самостійне тіло в земній корі. Планети земної групи і інші тверді космічні об'єкти складаються з гірських порід.

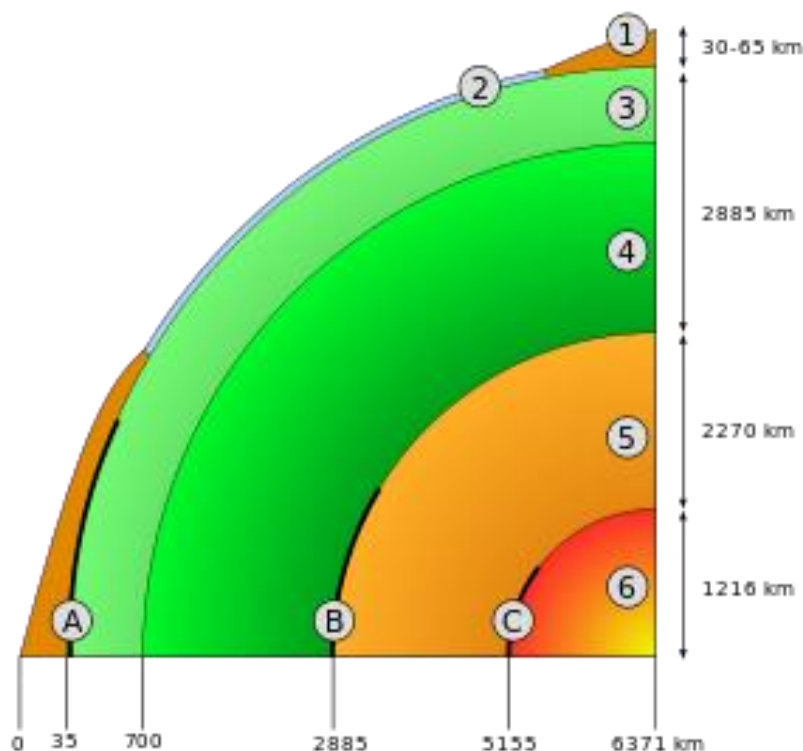
Розглянемо будову Землі глибше земної кори (рис. 3).

Барисфера (грец. Βαρυς - важкий, σφαῖρα – куля, сфера) - внутрішня частина Землі, що включає ядро і проміжну оболонку, або мантію. Центральна область планети з глибини близько 60 км від поверхні. Іноді під барисферой розуміють тільки ядро Землі. Тоді відлік ведеться з глибини близько 2900 км.

Мантія - частина Землі (геосфера), розташована безпосередньо під корою і вище ядра. У мантії знаходиться більша частина речовини Землі. Мантія є і

на інших планетах. Земна мантія знаходиться в діапазоні, в середньому, від 30 до 2900 км від земної поверхні.

Границею між корою і мантією служить **поверхня Мохоровичича** або, скорочено, **Мохо**. На ній відбувається різке збільшення сейсмічних



1 – континентальна кора; 2 – океанічна кора; 3 - верхня мантія; 4 - нижня мантія; 5 – зовнішнє ядро; 6 – внутрішнє ядро.

A - поверхня Мохоровичича; B - розрив Гутенберга; C – розрив Леманна-Буллена

Рисунок 3 – Схематичне зображення внутрішньої структури Землі

швидкостей - від 7 до 8-8,2 км / с. Знаходиться ця межа на глибині від 5 (під океанами) до 60 кілометрів (під складчастими поясами). Мантія Землі підрозділяється на верхню мантію і нижню мантію. Межею між цими геосферами служить **шар Голіцина**, що розташовується на глибині близько 670 км.

Різке збільшення швидкостей сейсмічних хвиль пояснюється зміною складу порід - від відносно легких корових кислих і основних до важких мантийних ультраосновних порід. Це точка зору зараз є загальновизнаною.

Відмінність складу земної кори і мантиї - наслідок їх походження: початково однорідна Земля в результаті часткового плавлення розділилася на легкоплавку і легку частину - кору і важку і тугоплавку мантию.

Мантия відділена від ядра **розривом Гутенберга**.

Ядро Землі - центральна, найбільш глибока частина планети Земля, геосфера, що знаходиться під мантиєю Землі і, ймовірно, що складається з залізо-нікелевого сплаву з домішкою інших сідерофільних елементів (тобто тих, що мають спорідненість до заліза): Co, P, Ni, Mo, Ru, Rh, Pd, Re, Os, Ir, Pt, Au . Глибина залягання - 2900 км. Середній радіус сфери - 3,5 тис. км. Розділяється на тверде внутрішнє ядро радіусом близько 1300 км і рідке зовнішнє ядро товщиною близько 2200 км, між якими іноді виділяється перехідна зона. Відділені два шари ядра розривом Леманна-Буллена. Температура на поверхні твердого ядра Землі приблизно досягає $6230 \pm 500\text{K}$ ($5960 \pm 500^\circ\text{C}$), в центрі ядра густина речовини може становити близько $12,5\text{ т / м}^3$, тиск до 361 ГПа (3,7 млн. атм).

Вихрові струми в рідині зовнішнього ядра, як вважається, впливають на магнітне поле Землі. Середня напруженість магнітного поля в зовнішньому ядрі Землі - 25 Гаус, в 50 разів сильніше, ніж магнітне поле на поверхні. Без зовнішнього ядра, життя на Землі було б зовсім іншим. Конвекція рідких металів в зовнішньому ядрі створює магнітне поле Землі. Це магнітне поле простягається від Землі на кілька тисяч кілометрів, і створює певний захисний міхур навколо Землі, який зберігає Землю від сонячного вітру – потоку заряджених частинок високих енергій.

Відомо про ядро дуже мало - вся інформація отримана непрямыми геофізичними або геохімічними методами. Зразки речовини ядра недоступні.

2 Методи захисту літосфери

На літосферу, як і на інші оболонки Землі (атмосферу, гідросферу) впливає діяльність людини. По-перше, це вплив на поверхневий шар літосфери – сільськогосподарська діяльність, вирубка лісів, будівництво промислових та інших об'єктів, складування відходів тощо. По-друге, це проникнення у земні надра – геологорозвідувальна діяльність, видобуток корисних копалин, інші підземні роботи (прокладка тунелів, ліній метро тощо).

Можна визначити основні причини порушення верхніх шарів земної кори:

- видобуток корисних копалин;
- захоронення побутових і промислових відходів;
- проведення військових навчань і випробувань;
- військові дії;
- будівництво тунелів, метро, інших підземних об'єктів;
- промислове та цивільне будівництво;
- розорювання землі під сільськогосподарські культури;
- внесення добрив;
- застосування пестицидів.

У процесі перетворення літосфери людина витягнула 125 млрд. т вугілля, 32 млрд. т нафти, більше 100 млрд. т інших корисних копалин. Розорано понад 1500 млн. га земель, заболочено і засолено 20 млн. га. При цьому лише 1/3 частина всієї видобутої гірської маси втягується в оборот, а використовується у виробництві близько 5 ... 7% обсягу видобутку. Велика частина відходів не використовується і накопичується у відвалах.

Можна виділити наступні основні напрямки захисту Л.:

1. Захист ґрунтів
2. Охорона і раціональне використання надр: найбільш повне вилучення з надр основних і попутних корисних копалин; комплексне використання мінеральної сировини, включаючи проблему утилізації відходів.
3. Рекультивація порушених територій.

Рекультивация - це комплекс робіт, що проводяться з метою відновлення порушених територій (при відкритій розробці родовищ корисних копалин, в процесі будівництва і ін.) і приведення земельних ділянок в безпечний стан.

Розрізняють рекультивацию технічну, біологічну і будівельну.

Технічна рекультивация це попередня підготовка порушених територій. Проводиться планування поверхні, зняття верхнього шару, транспортування і нанесення родючих ґрунтів на землі, що рекультивуються. Засипаються виїмки, розбираються відвали, поверхня вирівнюється.

Біологічна рекультивация проводиться для створення рослинного покриву на підготовлених ділянках.

Будівельна рекультивация - при необхідності зводяться будівлі, споруди та інші об'єкти.

4. Захист масивів гірських порід:

5. Захист від підтоплення - організація стоку ґрунтових вод, дренаж, гідроізоляція;

6. Захист зсувних масивів і селенебезпечних масивів - регулювання поверхневого стоку, організація зливових колекторів. Забороняється будівництво будівель, скидання господарських вод, вирубка дерев.

3 Поняття про ґрунти

Ґрунт - поверхневий шар літосфери Землі, що має родючість і представляє собою багатофункціональну гетерогенну відкриту чотирифазну (тверда, рідка, газоподібна фази і живі організми) структурну систему, утворену в результаті вивітрювання гірських порід і життєдіяльності організмів. Її розглядають як особливу природну мембрану (біогеомембрану), регулюючу взаємодію між біосферою, гідросферою і атмосферою Землі. Ґрунти є функцією від клімату, рельєфу, вихідної ґрунтоутворюючої породи, мікроорганізмів, рослин і тварин (тобто біоти в цілому), людської діяльності і змінюються з часом.

Приведемо ще стандартне визначення ґрунту (ГОСТ 27593-88).

Ґрунт - самостійне природноісторичне органомінеральне природне тіло, що виникло на поверхні Землі в результаті тривалого впливу біотичних, абіотичних і антропогенних факторів, що складається з твердих мінеральних і органічних частинок, води і повітря і має специфічні генетико-морфологічні ознаки, властивості, що створюють для зростання і розвитку рослин відповідні умови.

Наука, що займається вивченням ґрунту - ґрунтознавство.

Найцінніша властивість ґрунту - родючість, тобто здатність забезпечувати рослини необхідними поживними речовинами і вологою. Ґрунт складається з мінеральних часток, органічної речовини в основному рослинного походження, ґрунтової води, ґрунтового повітря і живих організмів, що його населяють. У різних районах Землі товщина ґрунту коливається від декількох сантиметрів до 2-3 метрів, деє його немає взагалі (скелясті гори, пустелі, льодовики).

Ґрунт утворюється дуже повільно, для повного оновлення його мінеральної частини на глибину 1 м необхідно 10 000 років.

Засновник сучасного ґрунтознавства В.В. Докучаєв вважав, що, подібно до мінералів, рослин і тварин, ґрунти представляють собою особливі природно-історичні тіла. Вони формуються під впливом кількох чинників ґрунтоутворення, що діють одночасно.

Гірські породи, на яких утворюються ґрунти називаються материнськими або ґрунтоутворюючими, вони служать джерелом мінеральної частини ґрунту і визначають його хімічний, мінеральний і механічний склад.

Від клімату залежать тепловий і водний режими ґрунтоутворення, а також швидкість вивітрювання гірських порід. Рослинність поставляє в ґрунт органічні речовини і помітно впливає на її мікроклімат. Тварини і мікроорганізми, які населяють ґрунт, перемішують і розпушують його, а також прискорюють розкладання органічних залишків. Залежно від рельєфу

перерозподіляються тепло і волога, а хімічний склад і режим ґрунтових і підземних вод впливають на багато ґрунтових процесів.

На формування ґрунту величезний вплив справляє господарська діяльність людини: вона обробляє землю, а щоб отримати хороший урожай, вносить в ґрунт добрива.

Утворення ґрунту починається з вивітрювання - руйнування і подрібнення гірських порід.

На пухкий зволоженій масі з'являються перші бактерії, гриби і водорості. В процесі їх життєдіяльності утворюється тонка плівка органічної речовини, на якій першими поселяються нижчі рослини - мохи та лишайники. Рослини, що відмирають і останки тварин переробляють мікроорганізми, органічної речовини стає більше. У ґрунті утворюється перегній, шар чорного кольору, який називається гумусом (рис. 4). Він містить основні поживні речовини, необхідні рослинам. Чим більше гумусу в ґрунті, тим він родючіший.

В процесі ґрунтоутворення, перш за все під дією вертикальних (висхідних і низхідних) потоків речовини і енергії, а також неоднорідності розподілу живої речовини вихідна порода розшаровується на генетичні горизонти. Часто ґрунти формуються на початково вертикально неоднорідних двочленних породах, що накладає певний відбиток на ґрунтоутворення і поєднання горизонтів.

Горизонти - однорідні взаємозалежні частини ґрунту, що відрізняються за хімічним, мінералогічним, гранулометричним складом, фізичними і біологічними властивостями. Комплекс горизонтів, характерний для даного типу ґрунтоутворення, утворює ґрунтовий профіль.

ОБРАЗОВАНИЕ ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Сформировавшаяся подзолистая почва



Рисунок 4 – Утворення ґрунту

Виділяються такі типи горизонтів

- органогенні - (підстилка (A_0 , O), торф'яний горизонт (T), перегнійний горизонт (A_h , H), дернина (A_d), гумусовий горизонт (A) тощо). Вони характеризуються біогенним накопиченням органічної речовини.
- Елювіальні - (підзолистий, лесірований, осолоділий, сегрегований горизонти; позначаються літерою E з індексами, або A_2) - характеризуються виносом органічних і / або мінеральних компонентів.
- Ілювіальні - (B з індексами) - характеризуються накопиченням винесеної з елювіальних горизонтів речовини.
- Метаморфічні - (B_m) - утворюються при трансформації мінеральної частини фронту на місці.
- Гідроґенно-акумулятивні - (S) - утворюються в зоні максимального накопичення речовин (легкорозчинні солі, гіпс, карбонати, оксиди заліза тощо), принесених ґрунтовими водами.
- Корові - (K) - горизонти, зцементовані різними речовинами (легкорозчинні солі, гіпс, карбонати, аморфний кремнезем, оксиди заліза і ін.).
- Глеєві - (G) - з переважаючими відновними умовами.

- Підґрунтові - материнська порода (С), з якої утворилася ґрунт, і порода, що залягає нижче - підстилаюча (D), іншого складу.

Для горизонтів прийнято буквене позначення, що дозволяє записувати будова профілю. Наприклад, для дерново-підзолисті ґрунти: А₀-А₀А₁-А₁-А₁А₂-А₂-А₂В-ВС-С [3].

Наприклад, в підзолистих ґрунтах змішаних лісів помірного поясу зверху вниз зазвичай виділяють горизонт А₁, в якому відбувається накопичення органічної речовини та утворення гумусу; горизонт А₂ - вимивання, з якого при достатній кількості опадів відбувається винос частини органічних і мінеральних сполук; горизонт В - вмивання, де накопичуються відносно рухливі продукти ґрунтоутворення з верхніх горизонтів; горизонт С - ґрунтоутворюючих порід.

За ступенем виявлення окремих ґрунтових горизонтів, їх потужності, хімічним складом визначають типи ґрунтів - чорноземи, підзолисті ґрунти, солончаки тощо.

Піщані і глинисті частинки, з яких складається ґрунт, по-різному пропускають вологу. Пісок швидко вбирає воду, оскільки він складається з досить великих часток, які не дуже щільно стикаються між собою, і вода легко просочується. Глинисті частинки мають менший розмір і так щільно притиснуті один до одного, що вода між ними проходить важко.

За співвідношенням піщаних і глинистих частинок судять про механічний складі ґрунту. . Якщо в ґрунті більше піщаних частинок, то це легкий піщаний ґрунт, а якщо багато дрібних глинистих - важкий глинистий. У супіщаних і суглинних ґрунтах співвідношення піску і глини приблизно однакове.

Здатність ґрунту розпадатися на грудочки різних форм і розмірів називають структурою ґрунту. Грудкуваті і зернисті ґрунти дуже родючі, а безструктурні ґрунти, що складаються з дрібних пилюватих частинок, не дозволяють повітрю і волозі проникати до коріння рослин, тому вони неродючі.

Захист ґрунтів від прогресуючої деградації і необґрунтованих втрат - найбільш гострі екологічні проблеми в землеробстві, які ще далекі від свого вирішення.

У число основних ланок екологічного захисту ґрунтів входять:

- Захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії;
- Організація сівозмін і системи обробки ґрунтів з метою підвищення їх родючості;
- Меліоративні заходи (боротьба з заболочуванням, засоленням ґрунтів та ін.);
- Рекультивація порушеного ґрунтового покриву;
- Захист ґрунтів від забруднення, а корисної флори і фауни від знищення;
- Запобігання необґрунтованому вилученню земель із сільськогосподарського обороту.

Захист ґрунтів повинен здійснюватися на основі комплексного підходу до сільськогосподарських угідь як складних природних утворень (екосистем) з обов'язковим урахуванням регіональних особливостей.

4. Захист ґрунтів від ерозії.

Ерозія (від лат. Erosio - роз'їдання) - руйнування гірських порід і ґрунтів поверхневими водними потоками і вітром, що включає в себе відрив і винос уламків матеріалу і супроводжується їх відкладенням.

Часто, особливо в зарубіжній літературі, під ерозією розуміють будь-яку руйнівну діяльність геологічних сил, таких, як морський прибій, льодовики, гравітація; в такому випадку ерозія виступає синонімом денудації. Для них, проте, існують і спеціальні терміни: абразія (хвильова ерозія), екзарація (льодовикова ерозія), гравітаційні процеси, соліфлюкція тощо. Термін дефляція використовується паралельно з поняттям вітрова

ерозія. Далі буде розглядатися тільки ерозія водними і повітряними потоками.

За швидкістю розвитку ерозію поділяють на нормальну і прискорену. Нормальна має місце завжди при наявності скільки-небудь вираженого стоку, протікає повільніше ґрунтоутворення і не призводить до помітних змін рівня і форми земної поверхні. Прискорена ерозія йде швидше ґрунтоутворення, призводить до деградації ґрунтів і супроводжується помітною зміною рельєфу.

За фактором впливу виділяють природну і антропогенну (тобто зв'язану з діяльністю людини) ерозію. Слід зазначити, що антропогенна ерозія не завжди є прискореною, і навпаки.

Вітрова ерозія (дефляція). Під дефляцією розуміють руйнівну дію вітру: відрив, підняття у повітря і перенос поверхневих частинок пісків, ґрунтів; виникнення пилових бур; шліфування скель, каменів, будівель і споруд твердими частинками, які переносяться силою вітру. Вітрова ерозія підрозділяється на два типи:

- повсякденна;
- пилові бурі.

Початок пилової бурі пов'язаний з певними швидкостями вітру, однак через те, що частинки, які летять, викликають ланцюгову реакцію відриву нових частинок, закінчення бурі відбувається при швидкостях значно менших. За декілька днів пилова буря здібна знести шар ґрунту товщиною до 30 см.

Найбільш сильні бурі мали місце в США в 1930-і роки («Пиловий котел») і в СРСР в 1960-і роки, після освоєння цілини. Найчастіше пилові бурі пов'язані з нераціональною господарською діяльністю людини, а саме – з масованим розорюванням земель без проведення ґрунтозахисних заходів.

Виділяють специфічні дефляційні форми рельєфу, так звані «улоговини видування»: негативні форми, витягнуті по напрямку пануючих вітрів.

Формою дефляції є вивітрювання - сукупність процесів фізичного і хімічного руйнування гірських порід і мінералів, що їх складають. Дія вітру при цьому посилюється під впливом коливань температури, циклів замерзання і хімічної дії води, атмосферних газів і організмів. Тобто вивітрювання відбувається за рахунок сукупного впливу на верхню оболонку літосфери агентів (факторів) вивітрювання з гідросфери, атмосфери і біосфери. В результаті утворюються кора вивітрювання і продукти вивітрювання.

Кора вивітрювання - це товща материнських порід верхньої частини літосфери, перетворених в континентальних умовах різними агентами вивітрювання. Від корінних порід відрізняється пухкою структурою і хімічним складом.

Продуктами вивітрювання в певних умовах стають щебінь, кам'яні уламки, піщані і глинисті фракції, включаючи каолін, леси, окремі уламки гірських порід різних форм і розмірів в залежності від петрографічного складу, часу і умов вивітрювання.

Розрізняють декілька типів вивітрювання, які можуть переважати в різному ступені:

- фізичне або механічне;
- хімічне;
- біологічне (органічне);
- радіаційне.

Швидкість механічного вивітрювання залежить від властивостей гірських порід і клімату. Чим більше різниця температур протягом доби, тим швидше відбувається процес вивітрювання. Наступним кроком в механічному вивітрюванні є потрапляння в тріщини води, яка при замерзанні збільшується в об'ємі на 1/10 свого обсягу, що сприяє ще більшому вивітрюванню породи. Механічне вивітрювання призводить до утворення самих різноманітних форм рельєфу (рис. 5).

Хімічне вивітрювання - це сукупність різних хімічних процесів, в результаті яких відбувається подальше руйнування гірських порід і якісна

зміна їх хімічного складу з утворенням нових мінералів і з'єднань. Найважливішими факторами хімічного вивітрювання є вода, вуглекислий газ і кисень.



Рисунок 5 - Приклад механічного вивітрювання – «арка» у штаті Юта, США.

Біогенне вивітрювання здійснюють живі організми (бактерії, грибки, мохи, тварини, що риють, нижчі і вищі рослини). В процесі своєї життєдіяльності вони впливають на гірські породи механічно (руйнування і дроблення гірських порід зростаючими корінням рослин, при ходьбі, риття нір тваринами).

Радіаційним вивітрюванням називається руйнування порід під дією радіаційного, або сонячного випромінювання. Радіаційне вивітрювання впливає на процеси хімічного, біологічного та фізичного вивітрювання.

Водна ерозія відбувається під впливом тимчасових потоків атмосферних вод (зливові дощі, талі води тощо), чи постійних водних потоків (руки, струмки). Виділяють крапельну, поверхневу (площинну) та лінійну водну ерозію.

Крапельна ерозія - руйнування ґрунту ударами крапель дощу. Структурні елементи (грудочки) ґрунту руйнуються під дією кінетичної енергії крапель дощу і розкидаються в сторони. На схилах переміщення вниз відбувається на більшу відстань. Падаючи, частинки ґрунту потрапляють на плівку води, що сприяє їх подальшому переміщенню. Цей вид водної ерозії набуває особливого значення у вологих тропіках і субтропіках.

Під площинною (**поверхневою**) ерозією розуміють рівномірний змив матеріалу зі схилів, що призводить до їх виполаживання. З деякою часткою абстракції уявляють, що цей процес здійснюється суцільним рухомим шаром води, проте в дійсності його здійснює мережа дрібних тимчасових водних потоків.

Поверхнева ерозія призводить до утворення змитих і намитих ґрунтів, а в більших масштабах - **делювіальних відкладень**.

На відміну від поверхневої, **лінійна** ерозія відбувається на невеликих ділянках поверхні і призводить до розчленування земної поверхні і утворення різних ерозійних форм (вимоїн, ярів, балок, долин) (рис. 6,7). Сюди ж відносять і річкову ерозію, здійснену постійними потоками води.

Змитий матеріал відкладається зазвичай у вигляді конусів виносу і формує **пролювіальні відкладення**.

Види лінійної ерозії:

- Глибинна (донна) - руйнування дна русла водотоку. Донна ерозія спрямована від гирла вгору за течією і відбувається до досягнення дном рівня базису ерозії.
- Бічна - руйнування берегів.



Рисунок 6 – Вимоїна на полі



Рисунок 7 – Яр, що утворився внаслідок лінійної водної ерозії

У кожному постійному і тимчасовому водотоці (річці, яру) завжди можна виявити обидві форми ерозії, але на перших етапах розвитку переважає глибинна, а в наступні етапи - бічна.

Розглянемо механізм дії водної ерозії.

Основною причиною водної ерозії є механічний вплив на гірські породи та ґрунти води і уламків раніше зруйнованих порід, що переносяться нею. При наявності у воді уламків ерозія різко посилюється. Чим більше швидкість течії, тим більші уламки переносяться, і тим інтенсивніше йдуть

ерозійні процеси. Хімічний вплив поверхневих вод, до яких відносяться і води річок, мінімальний.

Оцінити стійкість ґрунту, гірської породи або будь-якої наземної поверхні до дії водного потоку можна за критичними швидкостями:

1. Нерозмиваюча швидкість - максимальна швидкість потоку, при якій не відбувається відриву і переміщення частинок.
2. Розмиваюча швидкість - мінімальна швидкість потоку, при якій починається безперервний відрив частинок.

Для ґрунтів і полідисперсних гірських порід поняття розмиваючої швидкості не має фізичного сенсу, оскільки навіть при найнижчих швидкостях відбувається винос найбільш дрібних частинок. При турбулентному потоці відрив частинок відбувається при максимальних пульсаційних швидкостях, тому збільшення амплітуди коливання швидкості потоку викликає зменшення критичних швидкостей для даного ґрунту.

Ґрунти, що піддаються руйнуванню, в залежності від ступеня еродованості, можна поділити на чотири категорії.

1. Слабо еродовані (втрачено не більше половини гумусового горизонту, розорюється його нижня частина або підзолистий горизонт).
2. Середнє еродовані (втрачено більше половини або весь гумусовий горизонт, приносять верхню частину перехідного або ілювіального горизонту, які надають ґрунту бурий відтінок).
3. Сильно еродовані (втрачений частково перехідний або ілювіальний горизонт, приносять середню або нижню частину цих горизонтів, орний шар має бурого забарвлення і глибистий).
4. Дуже сильно еродовані (повністю втрачений перехідний або ілювіальний горизонт, розорюється безплідна материнська порода).

При подальшому розвитку ерозії ґрунту, коли бувають повністю змиті всі ґрунтові горизонти і ґрунти настільки втратили родючість, що ні розорюються, на ґрунтових картах показують виходи ґрунтоутворюючих

порід. Ці породи діляться на дві групи: пухкі, ще придатні для оранки, залуження і залісення, і кам'янисті щільні породи (виходи крейди, опок, пісковиків, вапняків тощо), де звичайна оранка неможлива.

Вирішальним фактором стабілізації ґрунтів і захисту їх від всіх видів ерозії є рослинний покрив. Дерева і чагарники, травостій з розвиненою кореневою системою ефективно знижують швидкість приповерхневих повітряних потоків при вітрі, забезпечують поглинання енергії падаючих крапель під час дощу і дисипації водних потоків на поверхні.

Тому, при впливах техногенного характеру, пов'язаних з оголенням ґрунтів, наприклад, ґрунтових роботах при будівництві, розробці кар'єрів, пристрої шламосховищ тощо, виникає небезпека різкого зростання обсягу ґрунтовтрат з ерозією. Наприклад, при влаштуванні орного поля на важкосуглинистому піщанистому ґрунті при крутизні схилу 10° , швидкість ерозії зростає в 50-250 разів у порівнянні з трав'яним покривом, і в 7000-35000 разів у порівнянні зарослою лісом ділянкою. При відсутності протиерозійних заходів, ґрунтовтрати можуть становити 1-10 см в рік. Форми водної ерозії (крапельна, поверхнева і лінійна) розрізняються за впливом на ґрунтовтрати. На тестовому схилі (піщаний ґрунт, ухил 11°) ґрунтовтрати розподілилися в пропорції 1:20:950. При збільшенні відсотка мулистих частинок схильність до ерозії зростає.

Ерозія ґрунтів є значущим фактором ризику при реалізації інфраструктурних, будівельних і сільськогосподарських проектів, тому після проведення ґрунтових робіт рекомендується негайно застосовувати травосіяння («залуження») для відновлення пошкодженої поверхні і зміцнення схилів [10]. Для забезпечення достатнього захисту ґрунту в період між травосіянням і отриманням стійкого рослинного покриву, разом з посівом часто наноситься захисне покриття: вручну - біомати, механічно – гідромульчування.

Гідромульчування - це процес створення на ґрунтовій поверхні захисного шару і, згодом, трав'яного покриву для запобігання ерозії ґрунтів і

руйнування конструкцій. Гідромульчування - один з етапів інженерного захисту. Використовує технології гідросівби.

Прийнятна для регіону або об'єкта суміш трав, живильні добавки та добрива змішуються з водою і розподіляються по поверхні довільної геометрії. Це додаткова перевага, так як в деяких випадках планування поверхні неможливо або затратне. Метод гідросівби дозволяє отримати рівномірний розподіл насіння трав з високим ступенем контакту з поверхнею і сприятливі умови для проростання.

Завдання гідромульчування - забезпечення надійної фіксації компонентів на ґрунті, стабілізація поверхневого шару ґрунту та протидію водної та еолової ерозії протягом всього терміну становлення рослинного покриву. Для цих цілей в стандартні склади суміші для гідросівби вводяться інші, більш стійкі види волокнистих матеріалів - протиерозійні мульчуві комплекси, синтетичні волокна, полімерні закріплювачі, вологоутримуючі наповнювачі - зі збільшеним терміном функціональної ефективності та стійкістю до зовнішніх впливів. Нанесення підготовленої суміші проводиться з стандартного професійного обладнання для гідросівби, тільки з іншими нормами витрати матеріалів на одиницю площі. Оброблена за допомогою гідромульчування ділянка ефективніше захищена від ерозії, ніж за допомогою гідросівби зі звичайними матеріалами.

Для боротьби з ерозією ґрунтів необхідний комплекс заходів: землевпорядних (розподіл угідь за ступенем їх стійкості до ерозійних процесів), агротехнічних (ґрунтозахисні сівозміни, контурна система вирощування сільськогосподарських культур, при якій затримується стік, хімічні засоби боротьби тощо), лісомеліоративних (полезахисні і водорегулюючі лісові смуги, лісові насадження на ярах, балках і т. д.) і гідротехнічних (каскадні ставки і т. п.).

При цьому враховують, що гідротехнічні заходи зупиняють розвиток ерозії на певній ділянці відразу ж після їх влаштування, агротехнічні - через кілька років, а лісомеліоративні - через 10-20 років після їх впровадження.

Для ґрунтів, схильних до сильної ерозії, необхідний весь комплекс протиерозійних заходів: смугове землеробство, тобто така організація території, при якій прямолінійні контури полів чергуються з полезахисними лісовими смугами; ґрунтозахисні сівозміни (для захисту ґрунтів від дефляції); залісення ярів; безплужна система обробки ґрунтів (застосування культиваторів, плоскорізів і т. п.); різні гідротехнічні заходи (улаштування каналів, валів, канав, терас, спорудження водотоків, лотків і ін.) і інші заходи.

У зонах сильного прояву вітрової ерозії вирівняні поля необхідно розташовувати довгою стороною поперек пануючих вітрів. На схилах крутизною понад одного градуса поля сівозмін нарізуються довгою стороною поперек схилу. Слід уникати проектування доріг і лісосмуг уздовж схилів.

Для ослаблення швидкості вітру в приземному шарі і захисту ґрунту від видування потрібно залужити сильно еродовані і відкриті вітру ділянки. Значно знижують швидкості вітру, а також захищають ґрунт від видування лаштунки з високостеблових культур. Хороший ефект також можна отримати, збільшуючи період захисту ґрунту рослинним покривом. Робиться це розширенням посівів зернових, багаторічних трав, проміжних культур, поліпшенням природних кормових угідь, меліорацією і хімізацією земель. Близько 70 відсотків площі польових сівозмін може бути майже постійно захищено стернею і озимими культурами. У ґрунтозахисних сівозмінах стерня - доповнення до ґрунтоохоронної ролі багаторічних трав.

1 Рациональне використання земельних ресурсів та охорона ґрунтів від забруднень

Одним з головних питань охорони довкілля в даний час є охорона літосфери —зовнішньої твердої оболонки землі.

Під раціональним використанням земельних ресурсів слід розуміти не лише охоронні заходи, але також використання землі за прямим призначенням. У зв'язку з цим велике значення має охорона ріллі від неправильного відведення під цивільне і промислове будівництво, від засмічення будівельним сміттям, влаштування сміттєзвалищ міст і населених

пунктів. Збільшення площі, зайнятої міськими забудовами, аеродромами, дорогами майже наполовину відбувається в результаті відчуження добороту орних земель і пасовищ.

Функціонування промислових підприємств, транспорту та енергетичних установок часто призводить до регіонального і навіть глобального забруднення ґрунтів. Регіональне забруднення ґрунтів може спричинятися кислотними дощами, що випадають поблизу великих промислових підприємств, котрі викидають в атмосферу шкідливі гази. Природні процеси (міграція, перетворення, розкладання, вимирання, вивітрювання, сонячна радіація, клімат) сприяють самоочищенню ґрунтів. Захисна здатність ґрунтів до самоочищення має певні межі, котрі слід враховувати в організації виробничої та господарсько-побутової діяльності.

Основними характеристиками ґрунтів щодо самоочищення є час самоочищення та захисна здатність ґрунтів, котра характеризує їх здатність суттєво знижувати токсичність забруднювальних речовин.

Час самоочищення — інтервал, протягом якого відбувається зменшення масової частки речовини, що забруднює ґрунт на 96 % від початкового значення або до його фонового значення. Для самоочищення ґрунтів, а також для їх відновлення потрібно багато часу, котрий залежить від характеру забруднень та природних умов. Процес самоочищення ґрунтів триває від декількох днів до кількох років, а процес відновлення порушених земель — сотні років.

Нині ґрунти і земельні ресурси, як і водні джерела і атмосфера, потребують захисту від впливу шкідливих фізичних і хімічних факторів.

З метою зниження негативного впливу пестицидів, які часто застосовуються на підприємствах сільського та лісового господарства, рекомендують такі заходи:

— підвищення активності пестицидів (щоб знизити їх діюву концентрацію до значень, не шкідливих для людини і тварини);

— створення нових, менш токсичних препаратів третього й четвертого поколінь, речовин вузько вибіркової дії, які мають короткий термін життєдіяльності (наприклад, піретрини та їх аналоги);

— поєднання хімічних засобів стимулювання росту рослин з агротехнічними, селекційними та організаційно-господарськими;

— застосування методів обробки пестицидами, збризкування замість обпилювання (різко скорочується радіус рознесення і забруднення), використання гранул замість борошна;

— зберігання пестицидів та інших отрутохімікатів у спеціальних приміщеннях відповідно до чинних стандартних норм;

— заборона викидів у ґрунти й водоймища неочищених виробничих й стічних вод;

— озеленення територій підприємств і населених житлових масивів з метою поглинання рослинами шкідливих промислових викидів і виділення цілющих фітонцидів.

Для зниження нітрифікації рекомендується застосовувати інгібітори — речовини, що гальмують цей процес.

Для зниження побічної дії мінеральних добрив і нітратів необхідно:

— користуватися встановленими для них нормами щодо якості, типу і кількості;

— правильно організовувати їхнє транспортування, зберігання і використання;

— організовувати моніторинг земель — систем спостереження за станом земельного фонду;

— постійно контролювати вміст у ґрунтах і ґрунтових водах пестицидів (метафос, карбофос, цирам, гептахлор, карбат іон, поліхлорпропілен та ін.);

— постійно контролювати навколо міст і промислових центрів вміст у ґрунтах і водах важких металів.

Величезну шкоду земельним ресурсам наносять геологічна діяльність і гірничодобувна промисловість. З проведенням пошуку та розвідки корисних копалин по тимчасово побудованих дорогах пересувається велика кількість техніки, пробурюють тисячі свердловин, копають десятки тисяч канав, шурфів, виробок, будують тимчасові бази, поселення, аеродроми, шляхи, а це призводить до зміни природних ландшафтів місцевості, порушується ґрунтово-рослинний покрив, утворюються западини й опуклості на поверхні.

Для зменшення тимчасового впливу цих робіт необхідно:

- використовувати техніку із широкими шинами;
- здійснювати селективну виїмку і складування ґрунтів;
- виконувати роботи з відновлення ґрунтів і рекультивації земель;
- зменшувати розміри ділянок свердління;
- зменшення виведення порід у траншеї;
- запроваджувати екологічну паспортизацію земель, відведених під гірничі роботи.

Шкідливі речовини, які виділяються у довкілля відвалами вугільної та гірничодобувної промисловості, можуть і повинні використовуватися. Порода з териконів придатна для засипання брукованих доріг і залізничних насипів (замість гальки і щебеню). Цей матеріал використовується також для виготовлення цементу, а в будівництві служить заповнювачем для бетону. Порода, що містить менше 14 % вугілля, знаходить застосування в кераміці тощо. Якщо в районі розташування териконів є яри, то останні можна засипати породою, після чого покрити шаром родючого ґрунту і передати для сільськогосподарського користування. Порода з териконів унаслідок нескладної обробки може бути цінним компонентом добавок у сільському господарстві для підвищення родючості ґрунтів. Такими заходами досягається подвійна користь: використовується порода терикона, знищуються яри і балки, підвищується продуктивність сільськогосподарських угідь, зменшується шкода, завдана навколишньому середовищу. Врешті, терикони можна озеленювати.

Сьогодні охорона та раціональне використання земельних ресурсів (оброблювані землі, пасовища, косовиці, рекреаційні землі) — одна з найактуальніших проблем.

Загальна площа родючих земель суші становить близько 1,5 млрд га (10—11 % площі суші), пасовищ і косовиць — близько 3 млрд га (20 % площі суші). На кожного жителя Землі сьогодні припадає всього 0,4 га родючої землі.

За даними Всесвітньої організації з продовольства (ФАО), нестача продуктів харчування у світі, насамперед у країнах, що розвиваються, становить 230 млрд. калорій у рік (37 млн т пшениці). Для усунення нестачі харчування та забезпечення ним населення, кількість якого зростає, необхідно збільшити виробництво зерна до 65—70 млн т на рік. Потенційні можливості для; цього існують, як через освоєння й розорювання нових земель, так і завдяки підвищенню врожайності. Слід зазначити, що нестача продуктів харчування у низці країн світу є не стільки технічною, скільки соціальною проблемою, вирішення якої вже зараз можна досягти справедливішим перерозподілом надлишку продукції промислово розвинутих країн.

Однак попри освоєння цілини, меліорацію та іригацію, кількість придатних до обробки сільськогосподарських земель постійно зменшується. За даними ООН, щорічно внаслідок різних причин - спустошування, відчуження, ерозії, засолення тощо — втрачається значна кількість земель. До того ж, втрачені землі не відновлюються або відновлюються коштом величезних матеріальних витрат.

Однією з основних причин деградації земель є спустошування. Припускають, що утворення більшості пустель на Землі пов'язане з діяльністю людини і є наслідком знищення лісів, надмірного використання пасовищ, обробки землі та перенаселення. На даний час площа пустель безперервно збільшується. У результаті значних і частих посух Сахара поступово захоплює великі території Судану, Ефіопії, Сомалі та Сенегалу.

Величезні райони перетворюються у пустелі в Бразилії, Ірані, Пакистані, Бангладеш, Афганістані. Загалом, унаслідок спустошування у світі втрачається до 6×10^6 га сільськогосподарських земель на рік. При будівництві трансамазонської магістралі в Бразилії на величезній території були непродуктивно знищені ліси. Обробка вивільнених земель із застосуванням сучасної техніки перетворила їх у пустелю навіть у районах, розташованих біля ріки.

Другою важливою причиною втрати сільськогосподарських угідь є відчуження земель унаслідок містобудування, будівництва доріг, аеродромів, пристроїв хвостосховищ, промислових і побутових смітників.

Особливе місце у зменшенні придатних до використання сільськогосподарських земель займає деградація ґрунтів унаслідок ерозії, засолення, хімічної деградації. Вже давно нераціональна іригація ґрунтів, схильних до засолювання, була негативною особливістю численних цивілізацій. У районах із посушливим кліматом незадовільний дренаж полів, відведених під сільськогосподарські культури, у місцях, де ґрунтові води перебувають близько до поверхні Землі, а також значне сумарне випаровування призводять до засолення поверхневих шарів ґрунту. У результаті земля стає непридатною для вирощування сільськогосподарських культур.

Одночасний вплив надінтенсивного тваринництва та неправильного використання ґрунтів спричиняє їх ерозію. У природних умовах цей процес відбувається повільно та практично не спостерігається на рівнинах. Розрізняють вітрову та водну ерозію. Вітрова ерозія характерна для степових районів і призводить, особливо в тривалі посушливі періоди, до утворення курних бур. Курні бурі іноді поширюються на сотні тисяч квадратних кілометрів і переносять мільйони тонн ґрунту, оголюючи корені рослин. Водна ерозія завдає ще більших втрат, спричиняючи поступове зменшення родючості ґрунтів. Основною її причиною є знищення лісів на схилах у районах із сильно пересіченою місцевістю. Інтенсивне тваринництво часто

посилює негативний вплив вирубування лісу, що особливо характерно для середземноморських країн.

За даними ЮНЕСКО щорічно внаслідок впливу на ґрунти вітрів, ураганів, хімізації, будівництва доріг, промислових об'єктів, аеродромів, розроблення кар'єрів у світі втрачається від 5 до 7 млн га родючих земель.

Ґрунти— органо-мінеральні утворення, що виникли в результаті тривалої взаємодії живих організмів і порід (гранітів, вапняків, базальтів, глин, пісків, сланців тощо), розкладання живих організмів, впливу природних вод та атмосфери.

Ґрунтоутворення є важливою частиною біологічного кругообігу речовин та енергії. Ґрунт забезпечує рослини калієм і вуглецем, азотом і фосфором, бере активну участь в очищенні стічних і природних вод (фільтруються через ґрунт), є основним джерелом одержання продуктів харчування, регулятором водного балансу суші (поглинає, утримує та перерозподіляє атмосферну вологу), універсальним біологічним фільтром і нейтралізатором антропогенних забруднень.

Сотні мільйонів гектарів земель зазнають ерозії. Тільки в Україні щорічно від ерозії гинуть десятки тисяч гектарів родючої землі.

Однією в найбільших проблем ґрунтів є засолення внаслідок неправильного зрошення. Значної шкоди землям завдають зсуви, селі та осипання ґрунтів, зумовлені діяльністю людини (підрізування ухилів, риття кар'єрів, підтоплення, будівництво водоймищ тощо).

Усе помітніші наслідки хімізації сільського господарства — погіршення стану ґрунтів через нагромадження в них шкідливих хімічних речовин після тривалого та інтенсивного внесення добрив і пестицидів. Адже внесений у ґрунт фосфор практично не вимивається (варто відзначити, що його потрапляння з промислових і побутових стоків значно перевищує надходження із сільськогосподарських угідь). Внесені в ґрунт фосфорні добрива спричиняють нагромадження у ньому фтору, стронцію, урану, радію.

У ґрунтах світу сьогодні накопичено близько 150 млн т азоту. Дуже важливим є поступове розкладання гумусу протягом кількох років, перехід азоту з однієї форми в іншу. Розкладають азотні сполуки та відновлюють їх до оксидів і молекулярної форми азоту бактерії-денітрифікатори.

Одним із негативних наслідків перезбагачення ґрунтів і водойм хімікатами є евтрофікація водойм — збільшення їх біологічної продуктивності через нагромадження біогенних елементів, пов'язаних з азотом, "цвітіння" водоростей, їх нагромадження, відмирання, розкладання, що спричиняє інтенсивне поглинання кисню з водойм, яке призводить до їх задихання, загибелі риби та інших водних тварин.

Нітрати концентруються не лише у воді та ґрунтах, але і рослинах, овочах і фруктах, впливаючи на здоров'я людей. Надлишки нітратів в організмі беруть участь в утворенні нітросо-амінів — канцерогенів. Окрім того, вони, взаємодіючи з гемоглобіном крові, перетворюють двовалентне залізо в тривалентне, зменшуючи транспорт кисню та перешкоджаючи диханню. З овочів найбільше акумулюють нітрати кріп, салат, петрушка, буряк, капуста (у центральній, кореневій системі та верхніх частинах), морква (у нижній частині плода), картопля (у середині), кабачки (нижня частина плода). Гранично допустима концентрація нітратів (мг/кг) у: картоплі — 80, білокачанній капусті та моркві — 300, помідорах — 60, цибулі — 60, огірках — 150, кавунах, динях — 45, буряку — 140. Овочесолення, маринування, квашення наполовину зменшують вміст нітратів.

Для зменшення нітрифікації рекомендують інгібітори — речовини, що зупиняють цей процес.

Для зменшення побічної дії мінеральних добрив і нітратів необхідно:

- дотримуватися встановлених норм якості, типу та кількості добрив;
- правильно організувати їх транспортування, зберігання та використання;
- організовувати моніторинг земель — систем спостереження за станом земельного фонду;

— постійно контролювати вміст у ґрунтах і ґрунтових водах пестицидів (метафос, карбофос, цирам, гептахлор, карбаті- он, поліхлорпропілен тощо) і ДДТ;

— постійно контролювати вміст у ґрунтах і водах важких металів навколо міст та промислових центрів.

Значної шкоди земельним ресурсам завдає геологічна та гірничодобувна промисловість. При розвідуванні та пошуку корисних копалин тимчасово побудованими дорогами пересувається значна кількість техніки, свердлять тисячі свердловин, копають десятки тисяч канав, шурфів, вироблень, будують тимчасові бази, поселення, аеродроми, шляхи, а це спричиняє зміни природних ландшафтів місцевості, порушує ґрунтово- рослинний покрив, сприяє утворенню виїмок та випуклості на поверхні.

Щоби зменшити вплив цих робіт, необхідно:

- використовувати техніку із широкими шинами;
- застосовувати селективну виїмку та складування ґрунтів;
- проводити роботи з відновлення ґрунтів і рекультивації земель;
- зменшувати ресурси ділянок свердління;
- виводити породи у траншеї;
- проводити екологічну паспортизацію земель, відведених під гірничі роботи.

2 Рациональне використання земних надр

Велика шкода заподіюється довкіллю відвалами вугільної та гірничодобувної промисловості, — териконами, які можуть і повинні використовуватись. Порода з териконів придатна для засипання брукованих доріг і залізничних насипів (замість гальки і щебеню). Цей матеріал використовується також для виготовлення цементу, а в будівництві служить

заповнювачем для бетону. Порода, що містить менше 14 % вугілля, знаходить застосування в кераміці.

Всі ці заходи сприяють використанню породи терикону, зменшують шкоду, завдану навколишньому середовищу.

Оскільки літосфера Землі, а саме її надра, є джерелом видобутку корисних копалин та мінеральної сировини, які є основою сучасної індустрії та енергетики, а також місцем захоронення відходів, місцем проведення підземних ядерних випробувань, будівництва ряду підземних споруд, прокладення транспортних комунікацій тощо, необхідні заходи для раціонального використання і охорони надр, основними вимогами до яких є:

- забезпечення повного і комплексного геологічного вивчення надр;
- дотримання встановленого законодавством порядку надання надр у користування і недопущення самовільного їх використання;
- раціональне вилучення та використання запасів корисних копалин;
- недопущення шкідливого впливу робіт при користуванні надрами та збереження корисних копалин, гірничих розробок та свердловин, а також підземних споруд;
- охорона родовищ корисних копалин від затоплення, зневоднення, пожеж тощо, які впливають на якість і промислову цінність родовищ або ускладнюють їх розробку;
- запобігання забрудненню надр при підземному зберіганні токсичних і шкідливих матеріалів, потраплянню їх у стічні води;
- дотримання інших вимог, передбачених законодавством.

Мінеральні ресурси є національним багатством кожної країни. Щорічно на нашій планеті видобувають майже 30 т різних корисних копалин на одну особу, але тільки 1—5 % через недосконалість технології та техніки реалізується як продукція виробництва, решта потрапляє у відходи і втрачається на етапах виробництва.

Мінеральні ресурси України, за даними фахівців "Дойче Банку" (Німеччина), оцінено у вісім балів за десятибальною системою.

Правильна охорона природи передбачає, щоб експлуатація одних видів ресурсів не наносила збитку іншим.

Охороняти мінеральні ресурси необхідно насамперед від непродуктивних витрат, що відбуваються в ряді випадків через недбалість або недосконалість самого процесу видобування. Наприклад, частина кам'яного вугілля втрачається при підземних пожежах, а значна кількість горючого газу — під час спалювання у факелах на нафтопромислових і нафтопереробних підприємствах.

З метою раціонального використання мінеральних ресурсів проводять розвідування корисних копалин, ощадне та комплексне їх витрачання, заміну дефіцитної мінеральної сировини вторинними ресурсами, збирання металобрухту і його повторне використання. Окрім того, потрібно передбачати заходи щодо запобігання та усунення шкідливого впливу гірничодобувної промисловості на природне середовище.

Ощадна та комплексна витрата мінеральної сировини сприяє продовженню експлуатації уже розвіданих корисних копалин, дає змогу використовувати їх триваліший час. У природі майже не трапляються «чисті» руди, що містять тільки залізо або тільки мідь, цинк, свинець. Руди переважної більшості родовищ — це складні комплекси, які включають основний елемент і низку додаткових компонентів, ще їх іноді називають супутніми. Часто гірничопромислові підприємства добувають тільки основну копалину, притому лише із найбагатших шарів. Бідні шари, що залягають під ними, не розробляють, а залишають у землі або вибирають і кидають у відвали з порожньою породою. Туди ж складають викопні копалини, виділення яких з комплексної руди вимагає додаткових технологічних операцій. А потім, коли багаті родовища виснажуються або виникає потреба саме у викинутих раніше супутніх речовинах, починається процес вторинного перероблення й збагачення відвалів, як правило, набагато

дорожчий, ніж організація одночасного видобування всіх копалин. Щоби запобігти таким явищам, потрібні не тільки організаційні заходи, але й наукові дослідження, спрямовані на створення більш досконалих технологічних процесів видобування мінеральної сировини.

Затока Каспійського моря Кара-Богаз-Гол — це мілководна чаша площею понад 12 тис. км², куди через вузьку протоку вриваються маси каспійської води. Гаряче сонце пустелі, постійні вітри сприяють інтенсивному випаровуванню води у цій чаші, загущуючи до насиченої великою кількістю солей ропи— вихідної сировини для хімічного виробництва. Цей процес тривав століттями, нашаровувалися величезні сольові запаси. Доведено, що в розсолах затоки є майже всі елементи таблиці Менделєєва, однак сьогодні тут добувають насамперед сульфат натрію (мірабіліт, або глауберову сіль) — найціннішу сировину для скляної, целюлозно-паперової, миловарної та інших галузей промисловості. Розпочато заходи щодо комплексного використання ропи. Поки що в обмеженій кількості виробляють епсоміт (його застосовують у шкіряній промисловості), глауберову сіль та інші хімікати. Будується гігантський бромний завод. Кара-Богаз-Гол наразі залишається величезною хімічною "цілиною", комплексне використання якої обіцяє чималі вигоди.

Доцільність ощадного та комплексного використання мінеральних ресурсів можна описати на прикладі горючих сланців. Сланці органічного походження — це давні морські відкладення, які доцільніше використовувати не як паливо, а як хімічну сировину. Наприклад, розроблено спосіб виготовлення препарату СРВ — сланцевої ростової речовини, випробування якої, проведені в спеціалізованих інститутах, дозволили рекомендувати її для використання в сільському господарстві з метою підвищення врожайності ряду сільськогосподарських культур. СРВ особливо ефективна для підвищення першого врожаю помідорів — майже утричі. Створені та впроваджуються у виробництво нові методи термічної переробки сланців, що дають змогу одержувати велику кількість етилену,

пропілену та бутилену— поширеної сировини для синтезу полімерів, пластмас і низки хімікатів. Смоли, які утворюються при цьому, є досконалим паливом. Отже, існує можливість використання сланців у двох напрямках — як хімічної сировини і як палива, що не забруднює атмосферу золою й сірчистими газами. Зі сланців можна отримати мийну речовину — сульфонал, яка має всі переваги синтетичних мийних засобів, не забруднює довкілля, оскільки, як і мило, згодом розкладається.

Потреба заміни дефіцитної мінеральної сировини іншими ресурсами стає необхідною із вичерпанням запасів корисних копалин. Ця проблема турбує вчених уже зараз, але стане особливо актуальною в середині ХХІ ст., коли вичерпання різних видів мінеральних ресурсів стане фактом. Із вичерпанням родовищ, які існують, людство буде змушене використовувати запаси глибоких шарів, що є важливою технічною та фізико-хімічною проблемою, над якою сьогодні працюють геохіміки багатьох країн. При дефіциті необхідних матеріалів у надрах землі людство навчиться добувати їх із повітря, морської води та з дна океанів. Наприклад, на даний час розроблена технологія одержання азоту з атмосфери.

Сьогодні вже відомо, що практично в будь-якій частині нашої планети наявні всі потрібні людині елементи, існує лише питання економічної доцільності їх використання. За оцінками англійських учених, видобування 1 кг урану з уранової руди коштує 20 \$, з океану— 40 \$, з граніту — 200 \$.

В умовах початку кризи мінеральних ресурсів особливого значення набувають запаси корисних копалин, зосереджені на дні Світового океану: будматеріали, нафта, газ, поліметали, сірка, фосфоритові та залізо-марганцеві конкреції, приблизна маса яких лише в Тихому океані становить 1500 млрд т.

У перспективі важливими сировинними продуктами океанських глибин будуть мули, які містять кремнезем і алюміній, червону глину (оксид заліза) і багаті кольоровими металами відкладення рифових домен океанських хребтів.

3 Переробка твердих відходів

Переробку твердих відходів доцільно проводити в місцях їх утворення, що скорочує витрати на вантажно-розвантажувальні роботи, знижує безповоротні втрати при їх перевалці та транспортуванні й вивільняє транспортні засоби.

Ефективність використання лому та відходів металів залежить від їх якості. Забруднення і засмічення металовідходів спричиняють великі втрати при переробці, тому їхній збір, зберігання та здачу регламентують спеціальні стандарти (ГОСТ 2787-75 "Лом і відходи чорних металів. Шихтові. Класифікація і технічні вимоги", ГОСТ 1639-71 "Лом і відходи кольорових металів і сплавів. Загальні вимоги"; ГОСТ 1993-73 "Лом і відходи кольорових металів і сплавів. Правила збору, первинної обробки, зберігання й транспортування" та інші).

Основні операції первинного перероблення металовідходів — сортування й механічна обробка. Сортування полягає в поділі лому й відходів на види металів. Обробка лому полягає у видаленні неметалевих включень. Механічна обробка включає рубання, різання, пакетування та брикетування на пресах.

Пакетування відходів проводять на підприємствах, де утворюється 50 і більше тонн висічки та обрізків на місяць. Кожна партія повинна супроводжуватися посвідченням про вибухонебезпечність і нешкідливість. Стружку переробляють на пакетуючих пресах, стружкоподрібнювачах, брикетуючих пресах. Брикетуванню піддається суха й неокиснена стружка одного виду, яка не містить сторонніх домішок довжиною елемента до 40 мм для сталеві та 20 мм для чавунної стружки.

На підприємствах, де утворюється значна кількість металовідходів, організовують спеціальні цехи (ділянки) для утилізації вторинних металів. Чисті однорідні відходи з паспортом, що підтверджує їхній хімічний склад, використовують без попереднього металургійного переділу.

Відходи деревини широко використовують для отримання товарів культурно-побутового призначення, виготовлених переважно методом пресування. Окрім того, перероблені деревні відходи застосовують у виробництві деревостружкових плит, корпусів різних приладів тощо.

При термічній обробці відходів пластмас витрачається велика кількість кисню і виділяється багато високотоксичних продуктів (ціаніди, хлористий водень тощо), тому раціональним методом їх усунення є високомолекулярне нагрівання без доступу повітря (піроліз), в результаті якого з відходів пластмас у суміші з іншими відходами (дерево, гума тощо) виготовляють цінні продукти: пірокарбон, горючий газ і рідку смолу. Пірокарбон застосовують для виробництва різних полімерних і будівельних матеріалів.

Висока температура піролізу сприяє руйнуванню практично всіх складних отруйних сполук і перетворенню їх у прості горючі або інертні сполуки. Піроліз широко застосовується і для переробки виробничого сміття органічного походження (деревини, гуми, паперу, ганчір'я тощо).

Відходи деревини й пластмас у чистому вигляді характерні тільки для специфічних підприємств і цехів: заводів пластмасових виробів, модельних ділянок ливарних цехів тощо. На більшості промислових підприємств відходи переважно є частиною їх промислового сміття, а поділ сміття на окремі компоненти при цьому виявляється економічно недоцільним.

У наш час у промисловості розроблені та впроваджені технології обробки, утилізації і ліквідації промислового сміття. Якісний і кількісний склад промислового сміття будь-якого підприємства приблизно стабільний протягом року, тому технологія переробки сміття розробляється для конкретного підприємства і визначається складом та кількістю промислового сміття, що утворюється на його території.

У Запоріжжі розроблена Система переробки промислового сміття в будівельні матеріали та комбіновані добрива. Зола стає основним матеріалом для виготовлення штучного гравію, з якого створюють стінні панелі й несучі конструкції житлових і виробничих будинків.

У Німеччині розроблений спосіб безвідходної переробки в електродуговій печі. При високій температурі (1500—1700 °С) у печі мінеральна частина відходів плавиться й поділяється на метал і шлаки. У результаті переробки однієї тонни відходів отримують близько 140 кг ферометалу.

Переробку твердих побутових і промислових відходів у містах проводять на спеціальних заводах. У промисловій зоні Бірюльово (Москва, Росія) працює завод для спалювання понад 2 млн м³/рік твердих відходів. У Санкт-Петербурзі (Росія) працює завод із знешкодження та переробки 400 тис. м³/рік твердих відходів, який виготовляє 2 тис. т/рік сільськогосподарського компосту, що широко використовують у теплицях.

Захоронення відходів потрібно проводити в спеціально відведених місцях за узгодженням з органами державного санітарного нагляду. Пункт захоронення відходів необхідно розташовувати на незатоплюваній території з низьким рівнем ґрунтових вод та з наявністю водотривкого глинистого шару. Відстає від місця поховання відходів до населених пунктів і відкритих водоймищ господарсько-питного і культурно-побутового водокористування, а також водоймищ рибогосподарського призначення встановлюється кожному конкретному випадку за узгодженням з органами державного санітарного нагляду.

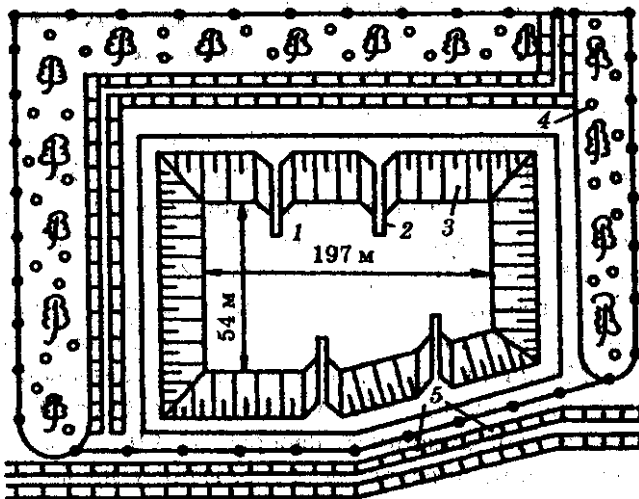
Накопичувачі твердих відходів призначені для збирання шламу від загальнозаводських очисних споруд, очищення розсолів, шлакових матеріалів, золи тощо. Ці земляні споруди називають хвостосховищами і шламосховищами.

На рис. 1 зображена схема шламонакопичувача. Площа земельної ділянки, яку він займає, становить близько 5 га, глибина — 10 м. Щоб уникнути потрапляння в шламонакопичувач зливових і талих вод із площі водозбору, в місцях можливого напрямку поверхневих вод створюють огорожувальний насип шириною на гребені 4 м. Щоби запобігти забрудненню ґрунтових вод надлишковою вологою шламу, передбачають протифільтраційний екран. Аналогічний екран розташовують на вирівняній поверхні шламу.

Екрани складаються з двох шарів: нижнього (два шари полімерної плівки товщиною по 0,2 мм) і верхнього (грунтополімерний шар товщиною 0,6 мм). Грунтополімерний шар одержують розбризкуванням розігрітого до 80 °С розчину синтетичних жирних кислот на підготовленому шарі ґрунту.

З екологічною метою, щоби контролювати роботу протифільтраційного екрана і якість ґрунтових вод у районі шламовідвалу бурують свердловини для відбору проб води на хімічний аналіз. Щоби запобігти появі пилу верхнього підсохлого шару шламу і створити природне огороження навколо шламонакопичувача, планують лісосмугу з дерев і чагарника.

Після обробки на станції механічного зневоднення загальнозаводських очисних споруд шлам вивозять самоскидами з наступним скиданням у шламонакопичувач із естакад і гребеня огорожувального насипу. Після заповнення шламонакопичувача та пристрою верхнього екрана зверху насипають шар місцевого піщаного покриву товщиною 0,6 м і шар місцевого ґрунтово-рослинного матеріалу товщиною 0,5 м. Лише по завершенні зазначених робіт майданчик шламонакопичувача можна знову використовувати у сільському господарстві.



1 — чаша; 2 — естакада; 8 — скоси накопичувача; 4 — лісопосадка; 5 — водовідвідна канава

Рисунок 1- Шламонакопичувач твердих відходів

ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

Будова Землі

Приклад 1

Визначити глибину залягання поверхні Конраду у даному місці, якщо швидкість сейсмічних хвиль в осадових породах $V_o = 3,4$ км/с, і у гранітному шарі – $V_r = 6,2$ км/с. Глибина осадових порід – $h_o = 800$ м. Час надходження відбитої хвилі – $\tau = 4,22$ с.

Розрахунок

Час проходження сейсмічною хвилею осадових порід в обох напрямках:

$$\tau_o = 2 \frac{h_o}{V_o} = 2 \frac{800}{3400} = 0,47 \text{ с}$$

Час проходження сейсмічною хвилею гранітного шару в обох напрямках:

$$\tau_r = \tau - \tau_o = 4,22 - 0,47 = 3,75 \text{ с}$$

Глибина залягання поверхні Конраду:

$$h_k = \frac{V_r \tau_r}{2} + h_o = \frac{6200 \cdot 3,75}{2} + 800 = 12425 \text{ м} \approx 12,4 \text{ км}$$

Задача 1

Глибина осадових порід - h_o . Товщина гранітного шару h_r . Швидкість сейсмічних хвиль відповідно V_o та V_r . Швидкість сейсмічних хвиль у базальтовому шарі – V_b . Час надходження відбитої хвилі – τ . Знайти глибину поверхні Мохо.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h_o , м	500	700	100	400	250	300	0	50	200	900
h_r , км	15	12	16	17	18	20	9	9,5	10	11
V_o , км/с	3	2,8	4,1	4,4	5,3	2,8	3,3	2,1	3,3	1,8
V_r , км/с	5,6	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	5,7	5,9	6,0	6,05
V_b , км/с	6,5	6,6	6,7	6,4	6,45	6,65	6,72	6,64	6,51	6,72
τ , с	15,2	14,8	14,3	16,0	16,4	17,0	15,8	16,1	14,1	14,4

Задача 2

Задача 1

У травильному відділенні утворюється 500 м^3 ВТР за добу. Концентрація сірчаної кислоти у ВТР – C . Гіпс, що одержується внаслідок вапняної нейтралізації, складується у відвал. Висота відвалу h . Визначити земельну площу, що визволяється за рік безперервної роботи, якщо замінити вапняну нейтралізацію на вакуум-кристалізацію з повною реалізацією продукту.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C , кг/м ³	50	60	40	35	42	53	58	47	62	45
h , м	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10

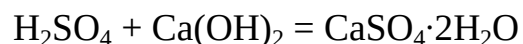
Теоретичні відомості

При травленні металу у великих кількостях утворюються відпрацьовані травильні розчини (ВТР). При сірчаноокислотному і соляноокислотному травленні утворюються приблизно однакові об'єми ВТР.

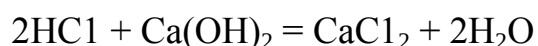
У випадку сірчаноокислотного травлення ВТР містить сірчану кислоту (до 50 кг/м³) і сульфат залізу FeSO₄ (до 250 кг/м³). У випадку соляноокислотного травлення у ВТР містяться соляна кислота і хлориди залізу.

Серед способів переробки ВТР можна відзначити такі.

1. Нейтралізація вапняним молоком. У випадку сірчаноокислотного травлення при цьому утворюється гіпс:



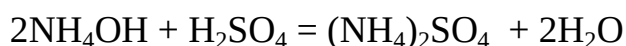
При нейтралізації ВТР соляноокислотного травлення утворюється хлорид кальцію:



Шлам, що утворюється при нейтралізації ВТР сірчаноокислотного травлення, може скидатися у шламонакоплювач або збезводнюватися на фільтр-пресах. Збезводнений осад, в свою чергу, вивозиться у відвал або реалізується як гіпс.

2. Вакуум-кристалізація з отриманням залізного купоросу FeSO₄·7H₂O. Розчин сірчаної кислоти при цьому використовується повторно. Залізний купорос може бути реалізований як товарний продукт. Цей спосіб вигідніший за перший, так як залізний купорос приблизно в 5 разів дорожчий за гіпс і його утворюється більше.

3. Аміачна нейтралізація. ВТР нейтралізується гідроксидом амонію із отриманням товарного продукту – сульфату амонію:



Сульфат амонію використовується у виробництві добрив. Третій спосіб найбільш вигідний і може бути навіть рентабельним.

Приклад 1

На аміачну нейтралізацію з добу поступає 300 м^3 ВТР із вмістом сірчаної кислоти 48 кг/м^3 . Треба визначити кількість сульфату амонію, що реалізується за рік, якщо вихід гідного 95%.

Рішення. Знаходимо масу нейтралізованої за добу кислоти, кг:

$$M_k = 300 \cdot 48 = 14400$$

За допомогою додатку 2 знаходимо молекулярні маси сірчаної кислоти і сульфату амонію:

$$\mu_k = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98$$

$$\mu_{ca} = 2 \cdot 14 + 8 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 132$$

Таким чином, із 98 кг H_2SO_4 утворюється 132 кг $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Тоді з 14400 кг кислоти утвориться $14400 \frac{132}{98} = 19396$ кг сульфату амонію. За рік це складе, т:

$$M_{ca} = 19,396 \cdot 365 = 7080$$

Маса реалізованого сульфату амонію складе, т:

$$M_{\text{рса}} = 7080 \cdot 0,95 = 6726$$

Задача 2

Меблева фабрика споживає m т деревини за рік. Відходи утворюються у кількості P % і вивозяться за територію фабрики, де складуються у відвал висотою 6 м. Після реконструкції фабрики g т відходів йде у гідролізне виробництво, відходом якого є лігнін у кількості L %. Залишок деревних відходів спалюється з використанням тепла. При спалюванні деревини утворюється зола у кількості 2,5%. І лігнін, і зола відправляються у відвал. Висота відвалу лігніну – 5м, золи – 8м. Визначити земельну площу, що визволяється за рік роботи фабрики.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m , тис. т	5	6	4	3,5	12	13	18	17	10	15
P , %	15	16	16,5	17	17,5	18	14	12	11	10
g , тис. т	2	1,5	1	0,9	4	5	3	6	2,5	7
L , %	5	6	7	5,5	6,5	4,5	4	4,8	5,2	5,7

Задача 3

Визначити площу полігону для біодеградації полімерів. Відходи полімерів складаються у купи масою 500 кг. Площа, що займає одна купа – 5 м². Час повного руйнування поліетилену – 7 діб, поліпропілену – 8 діб, полівінілхлориду – 10 діб. Річний вивіз відходів на полігон – M . Частка у відходах поліетилену – $g_{\text{пе}}$ поліпропілену $g_{\text{пп}}$ полівінілхлориду $g_{\text{пвх}}$.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M, тис. т	10	12	14	16	2	25	30	35	40	50
g _{пе} , %	30	30	40	50	50	55	50	5	60	30
g _{пп} , %	20	30	20	15	20	20	30	30	30	60

Теоретичні відомості

Деякі види полімерів схильні до руйнування під впливом мікроорганізмів – бактерій, цвілі, грибків. Такий процес називається біодеградацією. Це явище використовують з метою ліквідації полімерних відходів. Відходи поліетилену, поліпропілену і деяких інших пластмас заражують спеціальними культурами бактерій. Для інтенсифікації процесу біодеградації у пластикові відходи вводять у незначній кількості добавки рослинних крохмалів і сполучень двовалентного залізу. Ці добавки служать центрами початку біорозпаду відходів.

Задача 4

Дніпровська гідроелектростанція в Запоріжжі (Дніпрогес) має потужність 1530 МВт. Площа затоплення, яке відбулося внаслідок будівництва греблі та площа, яку займають наземні споруди станції складають близько 160 км². Потужність атомної електростанції в місті Енергодар - 5700 МВт, площа, яку займає АЕС – 20 га. Теплова електростанція у тому ж Енергодарі займає площу (з відвалами) - 30 га при потужності 3600 МВт. Вітровий електрогенератор АЕРО ВЭС-20 може розвивати потужність 20 кВт, займаючи площу 400 м². Розставити види вироблення електроенергії згідно вигоди з точки зору захисту літсфери.

Задача 5

Тверді побутові відходи вивозилися на звалище (полігон). Після спорудження заводу з переробки відходів їх стали спалювати з

використанням тепла на виробництво пари. Теплота згоряння відходів 6,3 МДж/кг, експлуатаційні витрати складають 30% від собівартості теплової енергії. Ціна 1 Гкал тепла складає 700 грн. Визначити:

- вартість полігону і заводу;
- витрати на утримання полігону і заводу;
- термін окупності заводу

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Річна маса відходів, тис. т	10	15	20	25	30	23	18	14	22	16
Питомі капітальні витрати на полігон, $\kappa_{\text{п}}$, \$/т	10	15	20	25	30	33	35	40	45	50
№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Питомі капітальні витрати на завод, $\kappa_{\text{з}}$, \$/т	400	410	420	425	430	440	450	460	470	480
Питомі експлуатаційні витрати на полігон, $e_{\text{п}}$, \$/т	3	3,5	4	3	3,5	4	3	3,3	4,1	3,2
Питомі експлуатаційні витрати на завод, $e_{\text{з}}$, \$/т	32	35	38	40	32	35	38	40	32	35

Теоретичні відомості

Термін окупності заводу можна розрахувати, знаючи прибуток Π та капітальні витрати $K_{\text{з}}$:

$$T = \frac{K_{\text{з}}}{\Pi}$$

Прибуток приблизно можна визначити як різницю між ціною та собівартістю теплової енергії.

Приклад 2

Собівартість утилізації 1 т твердих побутових відходів $C_T = 800$ грн. Теплота згоряння відходів $Q = 6$ ГДж/т. Ціна 1 ГДж теплової енергії $C_e = 200$ грн. Визначити річний прибуток від спалювання відходів, якщо за добу їх утилізується 20 т.

Рішення. Визначаємо собівартість 1 ГДж теплової енергії, грн:

$$C_e = \frac{C_T}{Q} = 800:6 = 133,3$$

Прибуток від спалювання 1 т відходів, грн.:

$$\Pi_T = Q(C_e - C_T) = 6(200 - 133,3) = 400$$

Річна маса утилізуємих відходів, т:

$$M = 20 \cdot 365 = 7300$$

Річний прибуток, грн.:

$$\Pi = \Pi_T \cdot M = 400 \cdot 7300 = 2\,920\,000$$

Задача 6

В індустріальному місті працює комбінат чорної металургії, феросплавний завод, що спеціалізується з випуску ферохрому, і мідіплавильний завод. Металургійний комбінат має у своєму складі доменний та киснево-конверторний цехи. Вихід шлаку в доменному виробництві – 500 кг/т, в

конвертерному – 150 кг/т, при виплавці ферохрому – 1000 кг/т, при виплавці міді – 6000 кг/т.

80% доменного шлаку гранулюється. Із остатнього – 30% йде на виробництво щебеню, 20% - на шлакове литво. 10% конвертерного шлаку гранулюється, із остатнього 6% йде на виготовлення щебеню. 70% шлаку ферохрому утилізується у будівництві, 15% повертається у виробництво. При виплавці міді утилізується 30% шлаку. Шлак, що не утилізується, вивозиться до відвалу. Насипна маса доменного шлаку 2000 кг/м^3 , конвертерного - 2200 кг/м^3 , фросплавного – 2300 кг/м^3 , мідіплавильного – 2350 кг/м^3 . Висота відвалу – 10 м. . Розрахувати річне збільшення площі відвалів за рахунок кожного з виробництв, якщо річний випуск чавуну $M_{\text{ч}}$, сталі – $M_{\text{с}}$, ферохрому – $M_{\text{ф}}$, міді – $M_{\text{м}}$ (тис.т). Визначити, яке виробництво найбільш впливає на літосферу, а яке – найменш.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M_{\text{ч}}$	3000	2500	3200	1500	2000	800	2800	1600	1800	3400
$M_{\text{с}}$	2500	2000	2700	1000	1500	500	230	1100	1300	2100
$M_{\text{ф}}$	100	150	80	90	40	200	120	70	60	50
$M_{\text{м}}$	20	25	30	15	35	10	8	17	27	12

Задача 7

Розрахувати річне зміншення виходу твердих відходів при заміні традиційного способу виробництву сталі на прямий, позадоменний.

Питомий вихід шлаку при виробництві чавуну – 500 кг/т, при виплавці сталі в конверторах – 140 кг/т. Вихід шламу газоочисток при виробництві чавуну – 60 кг/т, виплавці сталі – 50 кг/т. При виробництві сталі прямим способом вихід шлаку електродугових печей – 60 кг/т, шламу від всіх газочисток – p , кг/т. Річне виробництво сталі – M , тис. т. Середній вміст вуглецю в чавуні – 4%, у сталі – 0,8%. Різницею у вмісті інших елементів та втратами при виробництві чавуну та сталі знехтувати.

Врахувати, що утилізується D % доменного шлаку, K % конвертерного шлаку, E % електросталеплавильного шлаку і III % конвертерного шламу.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$M, \text{тис. т}$	1000	500	2500	1500	850	770	1800	3000	600	1200
$p, \text{кг/т}$	100	90	80	110	85	65	75	95	50	45
$D, \%$	90	88	85	80	95	78	82	84	86	92
$K, \%$	15	10	12	14	16	17	9	11	8	13
$E, \%$	10	11	12	13	14	15	16	9	8	7
$III, \%$	20	18	15	10	5	2	14	13	7	12

Задача 8

Терікон, складений з пустої породи, має вигляд конусу з висотою H і діаметром основи D . Насипна маса породи 2100 кг/м^3 . Почалася розробка пустої породи для застосування у будівництві. За добу розробляється m т породи. Коли терікон зникне ?

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$H, \text{м}$	60	70	50	40	30	35	45	55	65	25
$D, \text{м}$	100	130	100	90	85	70	110	100	135	70
$M, \text{т/добу}$	16	20	12	14	10	11	15	17	18	8

Приклад 3

Шлаковий відвал має форму зрізаної піраміди, з основами у вигляді квадратів. Сторона нижньої основи - 100м , верхньої – 80м , висота відвалу – 10м . Густина шлаку 2500 кг/м^3 , поруватись шлаку у відвалі – 70% . За добу розробляється 40 т шлаку. Коли відвал зникне?

Рішення. Відомо, що об'єм зрізаної піраміди розраховується за формулою:

$$V = \frac{1}{3}h(F + f + \sqrt{Ff}),$$

де h – висота піраміди, F – площа нижньої основи, f – площа верхньої основи.

Знаходимо об'єм відвалу, м^3 :

$$V = \frac{1}{3}10(100^2 + 80^2 + 100 \cdot 80) = 81\,333$$

Насипна маса шлаку, $\text{кг}/\text{м}^3$:

$$\gamma = 2500 \cdot 0,7 = 1750$$

Маса відвалу, т:

$$M = \frac{V\gamma}{1000} = \frac{81333 \cdot 1750}{1000} = 142\,330$$

Термін повної вироботки відвалу:

$$T = 142330/40 = 3558 \text{ діб} = 9,75 \text{ років}$$

Задача 9

Внаслідок вітрової ерозії утворюється яр, що у перетині має вигляд рівнобедреного трикутника з кутом при вершині α . Виніс ґрунту складає m кг на 10 м довжини яру за рік. Густина ґрунту – $1400 \text{ кг}/\text{м}^3$. За скільки років глибина яру досягне h м? Якої при цьому буде його ширина?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
вар.										
α°	90	80	75	60	100	55	95	110	90	70

m, кг	250	300	200	450	450	170	500	600	680	570
h, м	5	6	4	3	5	2,5	7	8	7	4

ДОДАТКИ

Додаток 1

Насипна маса деяких відходів, кг/м³

Матеріал	Насипна маса
Гіпс	950
Деревина	400
Деревна зола	1500
Лігнін	1000

Додаток 2

Атомні маси деяких елементів

Елемент	μ	Елемент	μ	Елемент	μ
Азот	14	Кальцій	40	Свинець	207
Алюміній	27	Кисень	16	Сірка	32
Бор	11	Магній	24	Силіцій	28
Бром	80	Марганець	55	Срібло	108
Ванадій	51	Мідь	64	Титан	48

ЛІТЕРАТУРА

1. Абашина К. О., Хандогіна О. В. Конспект лекцій з курсу "Утилізація промислових відходів." Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 58 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi74/0054671.pdf> .
2. Іваненко О. В., Носачова О. В. Техноекологія : підручник. Київ : Кондор, 2017. 294 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054287.pdf> .
3. Лико Д. В., Костолович М. І., Войтович О. П. Радіоактивні відходи: технології утворення, поводження, утилізації : навч. посіб. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. 204 с.
4. Рижков В. Г., Беренда Н. В., Троїцька О. О. Утилізація вторинних енергетичних та сировинних ресурсів : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 384 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/ZII/metodychky/2018/0045490.pdf> .
5. Рижков В. Г., Ткаліч І. О. Технології захисту літосфери та поводження з відходами : навч.-метод. посіб. для здобувачів ступеня вищ. освіти магістра ден. і заоч. форм навчання спец. 183 "Технології захисту навколиш. середовища" за освіт.-проф. програмою "Технології захисту навколиш. середовища". Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 127 с.1
6. Системи поводження з твердими побутовими відходами в українських містах, роль міського населення в роздільному збиранні сміття та рекомендації для органів місцевого самоврядування / підгот. дослідж. І. Л. Бондар, Л. І. Полтораченко. 47 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Lebedeva/0031249.pdf> .
7. Сталінська І. В., Хандогіна О. В. Системи управління відходами : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. 73 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi75/0055477.pdf> .
8. Станкевич С. В., Головань В. Л. Техноекологія : навч. посіб. Харків, 2020. 338 с. URL: <http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi73/0054288.pdf> .