

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

Д.В. Кулікова

**РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ У ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОМУ
КОМПЛЕКСІ**

**Методичні рекомендації до виконання практичної роботи
«Оцінка рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування
підприємств гірничо-металургійного комплексу»
для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми
«Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі»
зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища**

Дніпро
НТУ «ДП»
2024

Ресурсозбереження у гірничо-металургійному комплексі [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до виконання практичної роботи «Оцінка рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу» для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища / уклад. Д.В. Кулікова ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2024. – 36 с.

Укладачка

Д.В. Кулікова, канд. техн. наук, доц.

Затверджено науково-методичною комісією зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища (протокол №5 від 03.12.2024) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол №7 від 03.12.2024).

Орієнтовано на активізацію навчальної діяльності здобувачів освітньо-наукової програми «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» другого (магістерського) рівня вищої освіти та закріплення практичних навичок у засвоєнні дисципліни «Ресурсозбереження у гірничо-металургійному комплексі».

Відповідальний за випуск завідувачка кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	4
МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ	5
ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	6
1. Загальні відомості про гірничо-металургійний комплекс України	6
2. Загальна характеристика забруднювачів навколишнього середовища в чорній металургії	8
2.1. Різновиди та джерела хімічних забруднювачів	8
2.2. Вплив шкідливих речовин на організм людини та навколишнє середовище	12
2.3. Накопичення та поведінка шкідливих викидів та скидів у навколишньому середовищі	16
ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	23
КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.....	28
ПИТАННЯ ДО САМОКОНТРОЛЮ.....	33
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	35

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Дисципліна «Ресурсозбереження у гірничо-металургійному комплексі» – фахова освітня компонента за освітньо-науковою програмою «Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Метою дисципліни є формування у майбутніх фахівців (магістрів) загальних і фахових компетентностей у сфері захисту навколишнього середовища та раціонального природокористування, надання інженерно-технічних знань і практичних навичок для пошуку та впровадження природоохоронних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій та сучасного обладнання на підприємствах гірничо-металургійного комплексу.

В методичних рекомендаціях представлено *практичну роботу*, текст якої викладено за типовою структурною схемою: тема, мета роботи, завдання, сформовані результати навчання, подання теоретичних положень за темою, завдання для самостійного виконання та питання для самоконтролю. Практична робота виконується студентами згідно з поставленими завданнями за допомогою наведених в роботі таблиць.

Результатом виконання практичної роботи є звіт, виконаний в письмовій формі в окремому зошиті або на аркушах формату А4, який підлягає захисту.

Звіт з практичної роботи може виконуватись у письмовому вигляді або в електронній формі та повинен включати:

- титульний аркуш;
- назву, мету та завдання на практичну роботу;
- вихідні дані, необхідні для оцінки рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу, відповідно до варіанта;
- методику розрахунку рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу;
- результати розрахунку рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу, відповідно до варіанта вихідних даних;
- висновки.

В результаті виконання практичної роботи студенти повинні набути практичні навички з:

- аналізу даних щодо використання промисловим підприємством ресурсів (природних, вторинних тощо) і визначення впливу його виробництва на компоненти навколишнього природного середовища;
- розрахунку рівнів комплексних факторів екологічного ризику та екологічної небезпеки, внаслідок функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу.

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Мета: набуття теоретичних знань у сфері ресурсозберігаючих технологій в гірничо-металургійному комплексі та здобуття практичних навичок зі встановлення рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування підприємств ГМК.

Завдання:

1. Проаналізувати матеріально-технічний баланс промислового підприємства, визначити кількість утворених відходів, які неможливо утилізувати, відповідно до варіанта вихідних даних.

2. Виконати аналіз даних про забруднення території, визначити площу території, що забруднюється промисловим підприємством, відповідно до варіанта вихідних даних.

3. Оцінити рівні комплексних факторів екологічного ризику, визначити до якого класу небезпеки відноситься виробництво за наведеними типами забруднення, відповідно до варіанта вихідних даних.

4. Визначити загальний екологічний ризик промислового підприємства, охарактеризувати рівень екологічної безпеки підприємства, відповідно до варіанта вихідних даних.

В результаті виконання даної практичної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- знати структуру гірничо-металургійного комплексу, сировинну базу галузі, основні принципи розміщення підприємств ГМК, розуміти технологічні процеси і методи, що застосовуються на виробництві;

- оцінювати потенційний вплив на довкілля підприємств гірничо-металургійного комплексу, використовуючи знання фізико-хімічних властивостей поллютантів, параметрів технологічних процесів та нормативних показників стану навколишнього середовища;

- знати сучасні природоохоронні, енерго- і ресурсозберігаючі технології та методи, що використовуються для захисту навколишнього середовища та комплексного і раціонального використання мінерально-сировинної бази підприємств гірничо-металургійного комплексу;

- планувати і організовувати технологічні процеси з урахуванням захисту навколишнього середовища та раціонального природокористування, організовувати і контролювати виконання природоохоронних заходів на виробництві, обирати оптимальні умови проведення цих процесів і керувати ними;

- знати технічні, організаційні, нормативні й економічні заходи щодо забезпечення утилізації відходів, використовувати одержані знання при розробці комплексу заходів щодо управління та поводження з відходами підприємств гірничо-металургійного комплексу.

ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1. Загальні відомості про гірничо-металургійний комплекс України

Гірничо-металургійний комплекс – це важлива частина економіки країни, що привносить до 40% валютних доходів у державний бюджет і забезпечує діяльність багатьох галузей важкої та легкої промисловості, сільського господарства, будівельної індустрії тощо.

В складі ГМК України більше трьохсот підприємств і організацій. П'ятдесят чотири з них випускають основні види продукції і є об'єктами підвищеної екологічної небезпеки. Основна товарна продукція чорної металургії: залізорудна сировина (кускова залізна руда, аглоруда, концентрат, окатиші), металургійний кокс, передільний і ливарний чавун, напівфабрикати для виробництва прокату, листового і сортового прокату, феросплави, сталеві та чавунні труби, інші металовироби.

До складу металургійної галузі країни входять крупні металургійні комбінати та заводи, коксохімічні та гірничорудні підприємства, феросплавні заводи, заводи з виробництва вогнетривів. Підприємства зосереджені в основних промислових регіонах країни – Донбасі, Кривбасі та Придніпров'ї. Внаслідок великої щільності розміщення підприємств на порівняно невеликих виробничих майданчиках і, найчастіше, поблизу житлових масивів, створюється високе газопилоне навантаження на мешканців металургійних міст, селищ і цілих регіонів, із врахуванням того, що масові, переважно газові викиди, уносяться вітрами на десятки кілометрів.

Провідні підприємства галузі розташовані на територіях Дніпропетровської (міста Дніпро, Кам'янське, Кривий Ріг, Нікополь, Покров, Марганець), Запорізької (Запоріжжя, Дніпрорудне), Донецької (Донецьк, Маріуполь, Макіївка, Єнакієве, Краматорськ), Луганської (Алчевськ, Кадіївка) та Полтавської (Горішні Плавні) областей.

Найбільше екологічне навантаження несуть Донецька та Дніпропетровська області – міста Донецького вугільного та Криворізького залізорудного басейнів, Нікопольського марганцеворудного району та Придніпров'я.

ГМК – потужний надкористувач, працюючий на власній рудній сировині і паливі – коксі, що виготовляється, в основному, з донецького коксівного вугілля. Розвідані запаси залізних руд у родовищах Криворізького басейна, Білозерського (Запорізької області) і Кременчуцького (Полтавської області) залізорудних районів складають близька 20-30 млрд. тонн і можуть забезпечити роботу ГМК протягом 50-80 років і більше з врахуванням великих поставок сировини за кордон. Багато років Україна експортує залізорудну сировину (концентрат, окатиші), в основному, в країни Західної Європи.

Переважно відкритий видобуток і збагачення залізних руд ведуть гірничорудні підприємства – шість гірничозбагачувальних комбінатів (ГЗК), розташованих в районах міст Кривий Ріг і Кременчук (Інгулецький, Новокриворізький, Північний, Центральний, Південний і Полтавський).

В сферу надрокористування входять також підприємства з видобутку та переробки вапняку й доломіту. Основні потужності флюсових підприємств розташовані на територіях Донецької області (Докучаєвський флюсодоломітовий комбінат, Комсомольське та Новотроїцьке рудоуправління) і Автономної республіки Крим (Балаклавське рудоуправління та флюсовий кар'єр колишнього Камиш-Бурунського залізорудного комбінату в м. Керчі). Переважно відкритий видобуток і збагачення марганцевих руд забезпечують Покровський і Марганецький ГЗК, розташовані в Нікопольському марганцеворудному басейні.

Річні об'єми виробництва основної продукції ГМК складають, млн. тонн:

Залізна кускова руда – 15,0;

Залізорудний концентрат – 50,5;

Залізорудний агломерат – 47,0;

Залізорудні окатиші – 16,3;

Марганцеві руди і концентрати – 2,3;

Марганцеворудний агломерат – 2,0;

Металургійний кокс – 22,0;

Передільний чавун – 36,0;

Сталь – 43,0;

Прокат – 33,0;

Труби – 2,0;

Феросплави – 1,8.

Більше 55% чавуну, сталі, прокату, 75% коксу, близько 45% агломерату, більше 80% вогнетривів і флюсових вапняків від їхнього загального виробництва в країні приходить на підприємства Донбасу.

Весь об'єм видобутку та збагачення залізних та марганцевих руд, виробництва залізорудних окатишів, понад 80% виробництва феросплавів зосереджено на підприємствах Кривбасу та Придніпров'я. Зазначене співвідношення потужностей шкідливих виробництв визначає велику частку забруднень навколишнього середовища на Донеччині: щорічно 320-350 кг загальних газопилових викидів припадає на одного мешканця донецького регіону.

Необхідно звернути увагу на те, що Україна, як і інші сировинні країни, змушена користуватися в умовах тривалої економічної кризи стратегією виживання, експортуючи 70-90% продукції чорної металургії за кордон. Обсяги експорту доводиться тримати на максимальному рівні, збільшуючи виробництво енергоємних та неекологічних видів продукції. До них відносяться: залізорудні концентрати та окатиші, кокс і передільний чавун, прокатна заготівля та феросплави. Така експортна політика з екологічних позицій є неповною. Країна вивозить невідновлювані, неекологічні сировинні та паливні ресурси та завозить відновлювані ресурси продовольства (цукор-сирець, м'ясні продукти, зерно тощо).

Відомо, що з міркувань стратегії сталого розвитку, проголошеної в 1992 році в Ріо-де-Жанейро для всього світу, і, нарешті, з міркувань екологічного захисту мешканців металургійних центрів, доцільно продавати за кордон готову

конкурентоспроможну продукцію. При цьому сильно обмежити, а в майбутньому – і зовсім припинити продаж енерго- та ресурсномістких товарів – рудної сировини, коксу, передільного чавуну та інших напівфабрикатів. Вочевидь, при скороченні їхнього виробництва до рівня забезпечення необхідних обсягів випуску конкурентоспроможної прокатної продукції.

2. Загальна характеристика забруднювачів навколишнього середовища в чорній металургії

Підприємства чорної металургії пригнічують екологічні системи в регіонах їхнього розміщення хімічними та фізичними забруднювачами. Найбільшої шкоди навколишньому середовищу завдають викиди в атмосферне повітря хімічних забруднювачів.

2.1. Різновиди та джерела хімічних забруднювачів

Небезпечні викиди підприємств чорної металургії з урахуванням їхньої токсичності значно перевищують за масою викиди будь-якої іншої забруднюючої галузі. Навіть у тих регіонах, де розвинені паливна, електроенергетична, хімічна та інші важкі галузі промисловості. В зв'язку з цим переважна частина населення таких регіонів проживає в зонах явного шкідливого впливу викидів, скидів, відходів основних і допоміжних виробництв металургійної промисловості. В цій галузі найбільш відчутним є вплив пилових і нерідко смердючих газових викидів, що створюють стійкі смогові шлейфи та хмари, які поширюються в атмосфері на десятки кілометрів від джерел виділення. В загальній масі забруднюючих речовин від стаціонарних джерел усієї промисловості країни частка шкідливих викидів найбільша в тих регіонах України, де працюють підприємства чорної металургії (рис. 1).

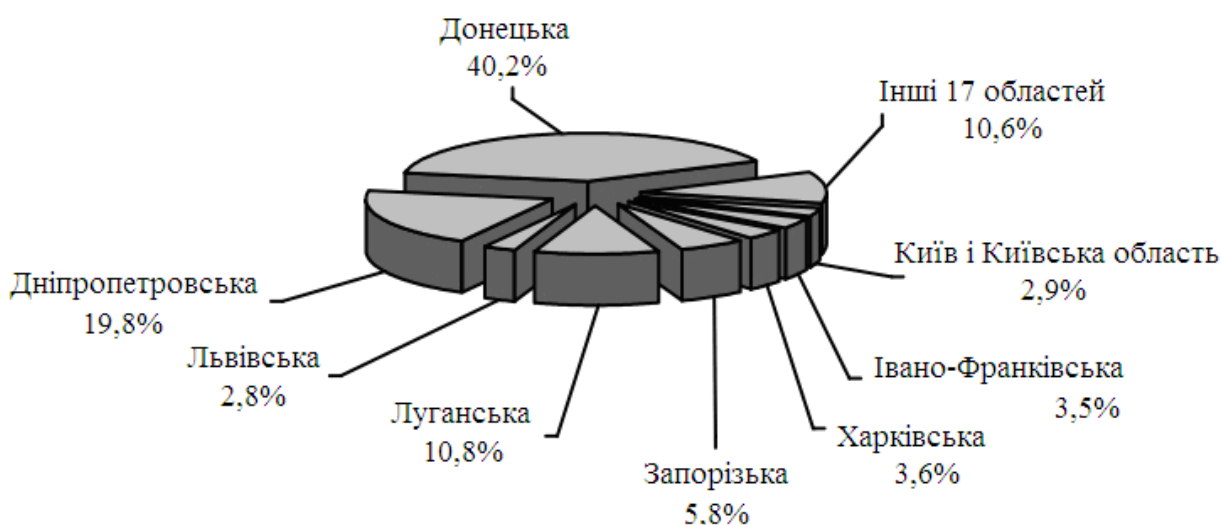


Рис. 1 – Масова частка забруднюючих речовин стаціонарних джерел промисловості за окремими регіонами України

Газопилові викиди чорної металургії прийнято розділяти на організовані, аспіраційні та неорганізовані.

Організовані або **технологічні** – це регульовані газопилові викиди металургійних агрегатів, які примусово видаляються через спеціальні герметичні газові мережі та димові труби. Останні служать переважно однієї мети – розсіянню забруднюючих речовин в атмосфері до безпечних концентрацій. Якщо технологічні гази, що відходять, використовуються як паливо (коксове, доменне, конверторне), то в димові труби вони потрапляють після очищення і спалювання в різних нагрівальних пристроях.

Аспіраційні (або **вентиляційні**) відносять до переважно керованих газопилових викидів від місць дроблення, гуркотіння, перезавантаження матеріалів, обробки та розливання металу. Видаляються ці викиди в навколишнє середовище під дією аспіраційних (всмоктувальних) або припливно-витяжних вентиляційних установок. Аспіраційні системи часто мають такий самий пристрій як технологічні, тобто складаються з газопроводів від місць всмоктування запиленних газів, пиловловлювачів, димососів та досить високих труб розсіювання викидів.

Неорганізовані – це випадкові, некеровані викиди пилу і газів, що утворилися на невеликих висотах від земної поверхні і видаляються аерацією у вигляді газоповітряних потоків через жалюзійно-ліхтарні прорізи промислових будівель або при впливі вітру та природних циркуляційних потоків повітря.

В складі шкідливих викидів, крім найбільш масових, що визначаються промисловими підприємствами та фіксуються у звітності – пилу, CO, SO₂, NO_x – присутні також і багато інших, більш токсичних та канцерогенних елементів та сполук. Серед них: токсичні метали, сірководень, ціаністий водень, аміак, бензапірен, діоксини, фурані, феноли, бензоли, фториди, ціаніди тощо.

Через відсутність необхідної вимірювальної апаратури багато небезпечних викидів регулярно не контролюються. Їх наявність виявляється в епізодичних вимірах. Відомості про концентрації у викидах галузі так званих супертоксикантів (токсичних металів, бензапірену, діоксинів, фуранів тощо) фахівці отримують, в основному, з довідкового або зарубіжного періодичного друку.

В Японії, Китаї, Німеччині, Франції та інших країнах Західної Європи проводяться інтенсивні дослідження в цій маловивченій галузі. Там створюють та впроваджують ефективні апарати та установки, що нейтралізують згадані газоподібні високотоксичні речовини.

Звітні дані промислових підприємств про масу шкідливих викидів часто не відповідають даним контрольних вимірювань та балансовим екологічним розрахункам, що відображають можливі концентрації окремих речовин у газах і скидах, які утворюються, а також абсолютні маси викидів за будь-який звітний період часу. Неточні контроль та облік викидів пов'язані, в основному, з обмеженими можливостями промислових підприємств з придбання та встановлення великої кількості дорогих та дефіцитних контрольно-вимірювальних приладів, лабораторних аналізаторів, різних пристроїв і застосувань для оцінки маси викидів та ступеня забруднення ними довкілля.

Наймасовіші викиди чорної металургії (пил, CO, SO₂, NO_x) розподіляються між окремими виробництвами наступним чином (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкідливі викиди в основних виробництвах чорної металургії

Види виробництва	Частка викидів у загальній кількості, %			
	Пил	CO	SO ₂	NO _x
Коксохімічне	2,0	7,8	1,0	9,1
Агломераційне	31,1	77,8	61,0	26,0
Доменне	17,3	3,5	0,3	3,0
Сталеплавильне	19,7	5,4	0,02	6,5
Прокатне	1,2	немає відомостей	0,2	10,5
Вогнетривке та вапнякове	18,4	0,4	0,4	5,4
Енергетичне	7,4	немає відомостей	36,7	36,6
Ремонтне	1,0	4,9	0,02	1,5
Інше	1,9	0,2	0,36	1,4

Наведені в табл. 1 дані характерні для вітчизняної металургії, де велику частку у випуску продукції все ще складають відсталі способи виробництва сталі в мартенівських печах та розливання металу у виливниці.

Найбільша кількість пилу, CO, SO₂ належить агломераційному виробництву. Близько 70% усіх викидів пилу супроводжують процеси виробництва агломерату, чавуну та сталі. Ці процеси пов'язані з переробкою пиловмісних шихтових матеріалів, утворенням і винесенням пилу газами, що відходять. Саме викиди пилу в атмосферу, що фіксуються, насамперед візуально, є іноді головною характеристикою діяльності захисту навколишнього середовища від викидів металургії. При цьому не береться до уваги та важлива обставина, що маса часто невидимих газових викидів у багато разів перевищує масу пилових.

Доменне виробництво та коксохімічне й агломераційне, що його забезпечують, викидають в атмосферу більше половини пилу від загальної її кількості, а також, у %: 89,1 – CO, 62,3 – SO₂ і 38,1 – NO_x.

Шкідливі викиди від виробництва залізородних окатишів рідше наводять в екологічній характеристиці галузі з тієї причини, що тут у 3-10 разів менше викидів пилу та особливо токсичних газів.

Сталеплавильне виробництво замикає комплекс металургійних цехів, що викидають в атмосферу основну частину пилу (до 70%), оксидів вуглецю, сірки та азоту, відповідно, у %: 94,5 – CO, 62,3 – SO₂, 44,6 – NO_x.

Проблеми скорочення газопилових викидів металургії зосереджені в цих виробництвах. Тому в стратегії розвитку галузі головна увага має бути зосереджена на реалізації екологічних технологій переважно у виробництвах-забруднювачах.

Основні види згаданих токсичних речовин є переважно атмосферними забруднювачами. Потрібно особливо підкреслити, що в пилоподібних частинках викидів присутні, крім суто рудно-флюсових та паливних хімічних

сполук, багато токсичних металів. З'являються вони в металургійному циклі в складі практично всіх сировинних, легуючих матеріалів і палива.

У відходах чорної металургії фіксують значні концентрації таких токсичних металів, як Zn, Pb, Cr, Ni, V, Mn. Проте не можна не враховувати того, що підприємства галузі можуть забруднювати довкілля й такими елементами (або їхніми сполуками) як Sn, Cd, Co, Ti, Zr, Sr, Ga тощо.

Елементи малих концентрацій (мікроелементи) містяться практично у всіх матеріалах, що використовуються в чорній металургії. Частина елементів належить до радіоактивного ряду (уран, торій, свинець, калій тощо) і тому в деяких технічних умовах на постачання рудно-флюсової сировини та палива передбачено обмеження концентрацій (активності) радіонуклідів.

Мікроелементи, що потрапили в газову фазу, частково вловлюються в пиловловлювачах і у вигляді тонкого мокрого пилу (шламів) повторно повертаються в технологічний процес, забезпечуючи накопичення в циклі переробки «доменна піч-шлам-агломерація-доменна піч». Менша частина маси мікроелементів викидається в навколишнє середовище з невловленим у газоочисних апаратах пилом або у вигляді металургійних шламів, що складаються на відкритих майданчиках і тимчасово не використовуються.

Хімічні елементи в чорній металургії прийнято ділити на дві групи та чотири категорії (рис. 2).



Рис. 2 – Різновиди хімічних елементів чорної металургії

Макроелементи визначають сутність та властивості продукту, впливають на перебіг розвитку та показники процесів видобутку, виробництва та споживання продукту. До них відносять ті елементи, масова частка яких у продукті перевищує 0,01%.

Якщо вміст елемента в продукті менше 0,01% мас., то його слід віднести до групи мікроелементів, які, в свою чергу, поділяють на категорії «мікродомішок» і «слідових».

Мікродомішки істотно впливають на властивості та кількісні характеристики продукту. Слідові ніяк не впливають, через мізерно малі

концентрації, на якісь відомі в даний час споживчі або токсичні характеристики продукту.

Таким чином, всі хімічні елементи слід розглядати як з позицій корисного використання для покращення якості металу, так і з екологічних позицій – токсичного впливу на здоров'я людини та довкілля.

2.2. Вплив шкідливих речовин на організм людини та навколишнє середовище

Токсичні елементи. Небезпечні для здоров'я людини властивості переважно важких металів виявили порівняно давно. Тому в екологічній літературі лише важкими металами обмежували список токсичних елементів. Останніми роками виявили й інші, так звані легкі метали і металоїди, які мають токсичні властивості (літій, германій, алюміній тощо). Тому тепер правильніше позначати цю групу небезпечних речовин під загальною назвою «токсичні елементи».

Дія металів на організм людини вивчена найбільш всебічно. Широко поширені відомості про те, що метали (мікроелементи) забезпечують функціонування органів та систем в організмі людини, визначають стан його здоров'я.

У житті мікроорганізмів, рослин та тварин метали грають подвійну роль. З одного боку, вони токсичні навіть при малих концентраціях, якщо їх наявність не властива нормальному природному кругообігу в біосфері. З іншого боку, нестача металу розглядається як обмеження продуктивності та життя живих організмів. Відповідно до цього забруднення біосфери металами має два наслідки: відкриває доступ до них живих організмів і водночас може спричинити отруєння при досягненні елементами токсичних концентрацій.

Залежно від впливу елементів на живі організми розрізняють п'ять типів:

1. Необхідні елементи, при нестачі яких виникають функціональні розлади, що усуваються введенням цих елементів.

2. Стимулятори – елементи, що підсилюють функціонування органів і систем організму; до їх складу входять як необхідні, так і не необхідні іони металів.

3. Інертні – нешкідливі для організму метали, які можна вживлювати в окремі організми при хірургічних операціях (Pt, Ag, Au, Ta тощо)

4. Терапевтичні засоби – іони металів, що мають бактерицидні властивості (сполуки ртуті, цинку тощо) або інші властивості, що впливають на центральну нервову або серцево-судинну системи людини (літій, бром, кальцій, натрій, калій, магній тощо)

5. Токсичні елементи – ті, що завдають шкоди організму при високих концентраціях.

Перелік іонів металів, необхідних організму людини і тварин, наведено в табл. 2.

При зазначених денних нормах споживання та формах знаходження іонів металів в організмі людини їм не притаманні токсичні властивості.

Таблиця 2 – Необхідні для організму людини та тварин іони металів

Іони та форми їхнього знаходження у водному розчині при pH=7	Маса в організмі людини	Денне споживання
Na ⁺ (Na ⁺)	100 г	1-3 г
K ⁺ (K ⁺)	140 г	2-5 г
Mg ²⁺ (Mg ²⁺)	95 г	0,7 г
Ca ²⁺ (Ca ²⁺)	1100 г	0,8 г
Cr ³⁺ [Cr(OH) ₂ ⁺]	6 мг	0,1 мг
Mo ⁶⁺ (MoO ₂ ²⁻)	9 мг	0,3 мг
Mn ²⁺ (Mn ²⁺)	12 мг	4 мг
Fe ³⁺ [FeO(OH)]	4-5 г	10-20 мг
Fe ²⁺ (Fe ²⁺)	4-5 г	10-20 мг
Co ²⁺ (Co ²⁺)	1 мг	3 мкг
Ni ²⁺ (Ni) ²⁺	10 мг	немає даних
Cu ²⁺ (CuO)	0,1 г	3 мг
Zn ²⁺ (Zn ²⁺)	2 г	15 мг

Специфічні механізми детоксикації, тобто переходу іонів металів у нешкідливу форму, поки що достатньо не вивчені.

Зокрема, виявлено лише вплив одних іонів металів на токсичні властивості інших. Так, токсичність Cd²⁺ виявляється переважно в умовах недостатності цинку, а токсичність Pb²⁺ посилюється при недостатності Ca²⁺.

Дуже часто концентрації металів у навколишньому середовищі значно перевищують гранично допустимі (ГДК). Найбільші перевищення ГДК спостерігаються за такими важкими металами, як свинець, ртуть, хром, нікель тощо.

Проблема зниження «металургійного тиску» в індустріальних містах особливо важлива через здатність важких металів накопичуватися в організмі, викликаючи важкі віддалені наслідки. Токсичні елементи можуть бути присутніми у всіх середовищах природного оточення – атмосфері, гідросфері та літосфері.

Фізико-хімічні властивості та наслідки впливу найбільш поширених викидів чорної металургії на здоров'я людини наведено у відповідній літературі. Враховуючи важливість знань про наслідки перевищення ГДК шкідливих речовин, наведемо додаткову коротку характеристику їхнього токсичного впливу на здоров'я людини та навколишнє середовище.

1. Пил технологічних та інших викидів містить практично всі елементи та сполуки, що входять до складу рудно-флюсової сировини, палива та різних добавок до шихти металургійних виробництв. Тому пил є токсичною речовиною яка може чинити негайну подразнюючу дію на слизові оболонки (оксиди кальцію, натрію, калію) так і уповільнену, в міру накопичення в організмі токсичних елементів (сажистий вуглець, важкі метали) та їх небезпечних сполук.

2. **Монооксид вуглецю (CO)** – чадний газ, не має кольору та запаху. Проте, витік носіїв CO – доменного, коксового, конвертерного та інших газів металургійних агрегатів – виявляється завдяки специфічному запаху супутніх газових інгредієнтів (SO₂, H₂S, NO_x тощо). Серед газових токсичних викидів CO є найпоширенішим, що перевищує маси інших шкідливих газів у багато разів. Супроводжує будь-які процеси спалювання природних та штучних палив.

Ознаки токсичного впливу CO на організм людини з'являються при його концентрації в повітрі близька 1% об. у вигляді головного болю, серцебиття, тривожного стану тощо. В міру збільшення концентрації CO у повітрі, що вдихається, посилюються головний біль, стукіт у скронях, з'являються – шум у вухах, нудота, порушення координації, психічні розлади (панічний стан, плач). При досягненні концентрації чадного газу близько 4% об. в повітрі настають втрата свідомості, рухливості, з великою ймовірністю смерть. Отруйна дія CO виражена в зниженні рухливості еритроцитів крові (згущення крові), припиненні перенесення нею кисню. Фактичні концентрації CO в повітрі промислових міст частіше знаходяться лише на рівні ГДК і не мають вираженого шкідливого впливу на організм людини.

3. **Сірчистий та сірчаний ангідриди (SO₂ та SO₃)** є, в основному, продуктами окислення або розпаду сірчистих сполук шихтових матеріалів (сульфідів, сульфатів) або окислення сірки газоподібних та твердих палив. Розчиняючись у дощовій воді, утворюють сірчану кислоту. Викликають гострі легеневі захворювання, запалення слизових оболонок дихальних шляхів. Підсилюють корозійне руйнування металів та інших конструкційних та облицювальних матеріалів. Завдають шкоди родючості ґрунтів та всієї рослинності в зоні дії кислотних опадів.

4. **Оксиди азоту (NO, NO₂)** в десятки разів токсичніші від чадного газу. Утворюють азотну та азотисту кислоти, що викликають при попаданні в організм сильне запалення слизових оболонок та багато інших тяжких захворювань людини. Оподи кислот руйнують металеві та інші конструкції, завдають великої шкоди рослинності.

5. **Сірководень (H₂S)** виявляється за різким задушливим запахом, подібним до запаху тухлих яєць. Він є у 100 разів токсичнішим за сірчистий ангідрид (SO₂). Викликає гостре запалення та руйнування тканини трахей, бронхів, легень. Один-два вдихи концентрованого сірководню викликають параліч дихання та летальний кінець.

6. **Бенз(а)пірен (C₂₀H₁₂)** – поліциклічний ароматичний вуглеводень. У промисловості як товар не виробляється, утворюється у всіх процесах горіння. Викидається в навколишнє середовище в складі газів, що відходять. Міститься, зокрема, в бітумах та смолах коксохімічного виробництва. Всі гази, що містять CO, зазвичай містять і бенз(а)пірен, малі концентрації якого складно визначаються методами аналітичної хімії. Є сильною отрутою, в 106 разів токсичнішим за чадний газ, має канцерогенний ефект, передаючи цю властивість також частинкам сажі, що добре адсорбують бенз(а)пірен. Присутній в повітрі, воді, ґрунті. Практично не піддається руйнації.

7. **Діоксини** утворюються за наявності вільного хлору і органічних сполук різних металургійних палив за умов підвищеної температури (400-700 °С). Як і інші супер-еко-токсиканти (деякі важкі метали та радіоактивні елементи), надають комплексний вплив на організм людини та тварин. Можуть викликати мутагенний (мутації – зміна спадкових властивостей організму), канцерогенний (ракові захворювання) та порфірогенний (порушення обміну речовин) ефекти. Вражають внутрішні органи та виснажують організм.

Знижують імунітет, тому називаються хімічним СНІДом. Діють практично на всі біомішені та системи організму людини, реалізуючи свій токсичний вплив одночасно за декількома механізмами, включаючи підсумовування вражаючих ефектів (адитивність), а також посилення спільної дії кількох речовин (синергізм). Найлегша токсикація від дії діоксинів супроводжується зменшенням здатності до тривалих фізичних та розумових навантажень. Майже всі діоксини в 105 разів токсичніші за бенз(а)пірена. Нестійкі при нагріванні, починаючи з температури 850 °С, але можуть утворитися знов при зниженні температури газових інгредієнтів, що складають діоксини.

8. **Ціаністий водень** або **синильна кислота (HCN)**. Ціаніди – солі синильної кислоти, ціан (C_2N_2) – безбарвний газ із гострим специфічним запахом. Ці сполуки присутні у викидах у вигляді пари, газів або аерозолів (завислих у повітрі або газі дисперсних частинок пилу та крапель рідини). Характерні для коксового та доменного газів. Надзвичайно токсичні.

9. **Токсичні елементи** включають, перш за все, важкі метали (Pb, Sn, Zn, Cu, Cd, Cr, Ni тощо). Їм властиво накопичуватися в організмі, викликаючи потім мутації, ракові захворювання, ушкодження ембріонів та зниження репродуктивної функції людини.

- **Свинець (Pb)**, як викид чорної металургії, присутній в біосфері у невеликих концентраціях, однак, за всіма передумовами може мати небезпечний токсичний вплив на людину. Має кумулятивні властивості. Потрапляє в організм із забрудненим повітрям, водою та їжею. Впливає на нервову систему, знижує інтелект, фізичну активність, координацію та слух. Викликає захворювання серцево-судинної системи та серця, уповільнення зростання, підвищення агресивності та неухваги, порушення вестибулярного апарату.

Свинцеве отруєння займає перше місце серед професійних інтоксикацій в кольоровій металургії. Основний шлях такого отруєння – із продуктами харчування, забрудненими свинцем (близько 80-85% від загального надходження до організму).

- **Кадмій (Cd)** може бути присутнім у невеликих концентраціях при виробництві чорних металів. Є найтоксичнішим з важких металів, що використовуються при легуванні сталі та створенні антикорозійних покриттів металовиробів. Викликає тяжкі руйнування кісток людини, захворювання нервової системи, ракові пухлини.

- **Нікель (Ni)** – один із найпоширеніших легуючих елементів, що використовуються у виробництві сталі. Надходить в організм людини з повітрям та їжею. Нерідко викликані нікелем захворювання – бронхіальний рак

та дерматити. Негативно впливає на серцево-судинну та нервову системи, призводячи до гіпотонії, головного болю, запаморочення, агресивності, дратівливості. Нікель швидко реагує з багатьма біологічно важливими молекулами, включаючи білки та ДНК (ДНК – складна органічна природна речовина в складі ядра клітин живих організмів, відповідальна за генетичні, спадкові ознаки цих організмів). Руйнує легеневу тканину, змінює ритм серцевих скорочень, тобто має, як і ряд інших металів, аритмогенний ефект. Накопичується переважно у нирках. Сильний алерген.

- *Хром (Cr)* – також дуже часто використовується при виробництві нержавіючих, кислототривких та жаростійких сталей. Як і інші метали, може бути стимулятором окремих функцій організму. Однак великою мірою виявляються токсичні властивості, що належать тільки Cr^{6+} , з'єднання якого є канцерогенними, їдкими для тіла людини, ушкоджують ниркові каналця, на відміну від нешкідливого Cr^{3+} .

- *Марганець (Mn)* – один із найпоширеніших хімічних елементів, що використовуються в металургійному та інших виробництвах. Як і всі інші шкідливі речовини може потрапляти в організм при диханні та прийомі їжі. Біологічна роль: важливий в мікродозах для функціонування багатьох органів та систем організму людини і одночасно, ймовірно, є канцерогеном. Концентрується в печінці, підшлунковій залозі, кишечнику та кістках, порушуючи роботу органів, а також знижуючи мінералізацію кісток, що призводить до деструктивних змін кінцівок, розвитку «марганцевого рахіту» у дітей. Марганець чинить токсичну дію на центральну нервову систему, викликаючи дегенеративні зміни у відділах головного мозку. Підвищена концентрація марганцю в питній воді пригнічує функцію щитовидної залози, викликаючи розвиток ендемічного зоба.

2.3. Накопичення та поведінка шкідливих викидів та скидів у навколишньому середовищі

Основні забруднювачі атмосфери – пил та аерозолі, монооксид вуглецю (CO), двоокис сірки (SO₂), оксиди азоту (NO_x-NO+NO₂), токсичні елементи та синтетичні, що утворюються в процесах металургії, вуглеводні – накопичуються над містами та промисловими зонами і тому мають переважно регіональне значення.

При сильному вітровому русі повітряних мас газопилові хмари разносяться в підвітряну сторону. До атмосферного пилу відносяться тверді частинки розміром більше 1 мкм (10⁻³ мм), що складаються з токсичних елементів та їхніх сполук. В аерозолях, що є тонкодисперсними, колоїдними системами, діаметр твердих і рідких частинок становить 0,1-0,001 мкм.

Рідкі частинки утворюються при конденсації парів або взаємодій газів, що вийшли з робочого простору металургійних агрегатів і установок. З фізіологічних міркувань особливу увагу слід приділити частинкам з розмірами менше 5 мкм, так як їхня поведінка при зменшенні розміру все більше подібна до поведінки газів. Вони не затримуються в бронхах, не вимиваються з повітря

дощами. Відносно великі частинки перебувають в атмосфері протягом години або однієї доби, а мікрочастинки (менше 1 мкм) – протягом 10-20 діб. Цього часу достатньо, щоб шкідливі речовини поширилися на відстані 10-20 тис. км. У викидах чорної металургії переважають відносно великі пилові частинки і гази, які осідають переважно в радіусі до 100 км.

Поступове розсіювання та осідання пилу та аерозолів з повітря на земну поверхню створюють певні концентрації шкідливих речовин у воді наземних і навіть підземних джерел, а також у ґрунтовому шарі.

До основних факторів впливу на ступінь розсіювання, можливого зменшення концентрацій шкідливих речовин в атмосфері відносять:

- кількість, температура та швидкість газопилових викидів, що виходять через димові труби та лінійні джерела;
- висота та діаметр гирла димових труб;
- висота та довжина аераційних ліхтарів промислових будівель;
- швидкість та напрям вітру;
- концентрації у відпрацьованих газах токсичних інгредієнтів;
- розміщення населених місць та інших об'єктів довкілля щодо джерел викидів з урахуванням рози вітрів (переважного напрямку вітрових потоків) та інверсійної характеристики (інтенсивності конвективного руху) атмосфери в цій рельєфно-кліматичній зоні.

Неорганізовані викиди пилу і газів металургійних виробництв створюють найбільшу екологічну напруженість на територіях і поблизу промислових підприємств. На відстані кількох кілометрів запилені гази буквально стелються територіями промислових підприємств та місць проживання населення. В туманну та безвітряну погоду металургійні центри «накриті» газопиловою щільною хмарою, яка утворює так званий смог (від англійських “smoke” – дим, “fog” – туман). Він є добре видимими застійними масами викидів, в основному, сизого, місцями червоно-коричневого кольору. Особливо важкі екологічні умови спостерігаються біля промислових підприємств, які розміщені без урахування рози вітрів, у низинах чи центрі житлових масивів. Такі промислові підприємства не мають нормальних санітарно-захисних зон, протяжність яких для підприємств повного металургійного циклу має становити 12-15 км.

Безвітряна погода для більшості металургійних підприємств є справжнім лихом. Це підтверджують дані медичних установ щодо збільшення кількості викликів швидкої медичної допомоги, випадків погіршення самопочуття населення в умовах штильової погоди.

Крім задушливого, дратівливого запаху, люди відчувають наростання токсичної дії викидів, особливо що належать коксохімічному виробництву. Пояснюється це тим, що ступінь отруєння чи отримана доза визначається добутком концентрації та часу дії токсичної речовини. Чим триваліша безвітряна погода, тим більше величини співмножників, що визначають отруйні дози.

Історично склалося так, що промислові майданчики для металургійних підприємств обиралися понад 70-100 років тому природно, без урахування невідомих тоді екологічних вимог, у розрахунку на випуск невеликих обсягів

металопродукції. Про відсутність повних уявлень про шкоду викидів металургії свідчить той факт, що житлові будинки для керівництва та провідних фахівців зводилися на відстанях, буквально двох-трьох сотень кроків від території металургійних заводів.

З часом з'явилося багато нових цехів, агрегатів, виробництво металопродукції зросло в 15-20 разів, відповідно збільшилася й маса викидів. Однак, значна частина навіть нових житлових масивів міст не віддалена від підприємств на відстані понад 1-3 км, а багато колишніх житлових будинків опинилися в кілометровій санітарно-захисній зоні. Їх довелося або знести, або перетворити на службові приміщення.

Зі згаданих факторів впливу на ступінь розсіювання та концентрації шкідливих речовин в атмосфері поки що не використовуються повною мірою фізико-хімічні способи придушення викидів після виходу їх з основних технологічних процесів. До них слід віднести, перш за все, повну локалізацію викидів, уловлювання та очищення в газоочисних аспіраційних апаратах запиленних, поки ще неорганізованих, газоповітряних потоків, що супроводжують складування, усереднення, перевантаження шихтових матеріалів і відходів, процеси агломерації руд, виробництва окатишів, коксування вугілля, виплавки чавуну. Саме неорганізовані викиди пилу та газів домінують зараз у забрудненні атмосферного повітря робочих місць та прилеглих житлових територій.

Важливе становище займає нині необхідність оснащення більшості металургійних агрегатів ефективними газоочисними установками, що забезпечують уловлювання пилу та токсичних газів і відведення в атмосферне повітря, безумовно через високі димові труби, технологічних та аспіраційних газів із залишковою запиленістю трохи більше 5 мг/м^3 . Недостатня висота діючих димарів багатьох агрегатів, споруджених 40-60 років тому і більше – один з основних факторів перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих технологічних викидів у приземному атмосферному повітрі.

Розсіяні в атмосфері пил і гази після їхнього осідання або випадання з опадами на землю потрапляють під вплив ґрунтових мікроорганізмів, що перетворюють частину згаданої отрути в нешкідливі для життя сполуки. Так, чадний газ (CO) і сірчистий ангідрид (SO_2) перетворюються на вуглекислий газ (CO_2) і сульфати (CaSO_4 , BaSO_4), необхідні рослинам для харчування. Перебуваючи в складі атмосфери оксиди сірки та азоту при контакті з вологою повітря або атмосферними опадами утворюють, відповідно, соляну та азотну кислоти, що випадають на поверхню землі у вигляді кислотних дощів.

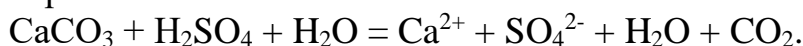
Представляє великий інтерес рівень впливу наймасовіших викидів – оксидів вуглецю, сірки, азоту та продуктів їхніх реакцій – на рослини та інші неживі об'єкти навколишнього середовища. Основні кислотоутворюючі гази (CO_2 , SO_2 , NO_x) чинять руйнівний вплив на вироби з органічних та неорганічних матеріалів. Це будови з мармуру, бетону, скла, металевих сплавів, багато технічних пристроїв, машин і апаратів. Метали під дією кислотних викидів ($\text{pH}=3-6$) руйнуються значно швидше, ніж вироби з каменю та скла, особливо у вологій атмосфері. Багато виробів із металевих сплавів без захисних

покриттів при постійному впливі агресивного середовища перетворюються, зрештою, на неміцну, пухку масу.

Шкідливий вплив CO₂ на споруди з карбонатних порід (мармуру, вапняно-вапнякової кладки) проявляється, коли дощова вода, що розчинила CO₂, омиває такі споруди і в цей же час протікає руйнівна реакція (при pH=8,6-6,2):



При появі в дощовій воді сірчаної кислоти – продукту окислення та розчинення SO₂ у воді (SO₂ + 0,5O₂ + H₂O = H₂SO₄) – руйнування CaCO₃ прискорюється:



Двоокис сірки (SO₂) шкідливо впливає на рослини або безпосередньо, або у вигляді кислотних опадів через ґрунт. Виявляється це в знебарвленні хлорофілу, відмиранні листя рослин.

Оксиди азоту (NO і NO₂) з'являються в атмосферному повітрі не тільки від антропогенних джерел.

Природні оксиди азоту утворюються переважно при електричних атмосферних розрядах, а також у процесі розкладання біомаси. Первинний оксид NO переходить при окисленні в NO₂. Основна частина природних оксидів переробляється в ґрунті мікроорганізмами, внаслідок чого утворюється нешкідливий напівоксид N₂O.

Оксиди азоту антропогенного походження містять переважно монооксид азоту (NO). Утворюється цей газ при згорянні палива в атмосфері, особливо при температурах понад 1000 °С. Великий вміст азоту в повітрі (78,08%) неминуче призводить при нагріванні до реакції якоїсь його частини з киснем за схемою N₂ + O₂ = 2NO. Одночасно окислюється і азот, що міститься в паливі, утворюючи так звані «паливні» оксиди азоту. Деякі фахівці навіть вважають їх основними у викидах NO_x.

Підвищення інтенсивності спалювання палива, зазвичай, призводить до прогресуючого збільшення викидів NO.

Монооксид азоту окислюється до NO₂ за допомогою озону (O₃) та пероксиду водню (H₂O₂). У темряві NO₂ стабільний, а під впливом сонячної радіації розпадається на NO та кисень, що стимулює утворення озону. В міру віддалення від джерела викидів все більше NO переходить в NO₂, який є значно токсичнішим за NO.

Роль оксидів азоту NO і NO₂ оцінюється спільно, оскільки в атмосфері вони присутні лише разом і інформацію про них надають як про суміш – NO_x.

Кислотоутворюючі оксиди азоту вбивають рослини, руйнують неживі об'єкти та становлять дуже серйозну небезпеку для здоров'я людини.

Якщо оксиди вуглецю (CO), сірки (SO₂) та азоту (NO) є первинними забруднювачами, то продукти їхнього реагування з киснем та вологою (кислоти – H₂CO₃, H₂SO₄ та HNO₃) відносяться до вторинних токсичних забруднювачів. Присутні вони у всіх компонентах довкілля: в повітрі, воді та ґрунті.

Забруднення поверхневих і ґрунтових вод стічними водами промисловості викликають дедалі більші побоювання. На думку фахівців у регіонах Донбасу,

Кривбасу, Придніпров'я практично немає джерел масового водопостачання, що надають споживачам воду, придатну для харчових цілей без попередньої знезаражувальної обробки (відстоювання, фільтрування, кип'ятіння).

Забруднення вод проявляється в зміні фізичних та органолептичних властивостей (прозорості, забарвлення, запаху та смаку), збільшенні вмісту сульфатів, хлоридів, нітратів, токсичних елементів, зменшенні кількості розчиненого кисню, появі радіонуклідів, хвороботворних бактерій тощо. Понад 400 видів речовин можуть спричинити забруднення водою. Розрізняють три категорії забруднювачів води:

1. Хімічні забруднювачі є найбільш поширеними і стійкими, що далеко відносяться водною течією. Хімічне забруднення вод може поширюватися на багато десятків кілометрів.

2. Біологічні забруднювачі – це тимчасово присутні у воді патогенні бактерії, віруси, різновиди найпростіших грибків, загальна кількість яких перевищує 1000 видів. Носіями цих забруднень є господарсько-побутові та сільськогосподарські стоки, брудні скиди харчової промисловості, але особливо – виділення та трупи інфікованих тварин, комах і птахів, що потрапляють у воду та ґрунт.

3. Фізичні забруднювачі – представлені, передусім, радіоактивними елементами, (Sr, N, Ra, K, Cs тощо), які можуть бути, наприклад, у складі вугілля, залізних, марганцевих руд та інших сировинних матеріалів.

До цієї категорії відносяться також механічні (нетоксичний пил, шлами, сміття) і теплові забруднювачі у вигляді нагрітих скидних вод.

Слід підкреслити, що перевищення теплового навантаження на воду відкритих басейнів більше 12-17 кДж/м² призводить до змін складу та властивостей води, загибелі риби, розмноженню анаеробних (всередині організмів) бактерій, «цвітінню» води тощо.

Скидні води ГМК містять багато розчинних і нерозчинних домішок.

За концентрацією тих чи інших домішок стоки прийнято поділяти на чотири групи, (мг/л):

- слабкоконцентровані (до 500);
- середньоконцентровані (500-5000);
- концентровані (5000-30000);
- висококонцентровані (вище 30000).

За агресивністю стоки поділяються на три групи:

- неагресивні – рН 6,5-8,0;
- слабкоагресивні – рН 6,0-6,5 (слабкокислотні) і 8,0-9,0 (слабколужні);
- сильноагресивні – рН < 6 і > 9.

Виробничі стоки металургійних підприємств містять органічні і неорганічні речовини, значна частина яких відноситься до токсичного виду. Органічні речовини – це феноли, бензоли, фурани, смоли, нафтові олії, розчинні у воді бенз(а)пірен, діоксини тощо. Неорганічні домішки представлені великою групою, що включає токсичні елементи, їх оксидні сполуки, солі, кислоти, луги.

Особливою токсичністю відрізняються скиди самостійних травильних і гальванічних відділень прокатних цехів, де наносять захисні покриття на

поверхню металевих виробів. Процес складається з двох стадій. Спочатку проводиться травлення – хімічна обробка поверхні у водних розчинах кислот, лугів, солей з метою видалення тонких шарів окалини. На другій стадії електрохімічним способом наносять на метал тонкий шар гальванопокриття з корозійностійкого металу Zn, Pb, Sn, Cd, Cr, Ni, Cu тощо.

Стічні води травильних і гальванічних відділень поділяються на три групи:

1. Ціановмісні лужні стоки з ванн ціаністого цинкування, кадмування, міднення поверхні металу тощо, що містять 5-30 мг/л ціанідів.
2. Хромовмісні кислотні стоки мокрих газоочисток від ванн хромування, що містять 80-120 мг/л сполук дуже токсичного шестивалентного хрому.
3. Кислотні (рН=2-5) та лужні (рН=10-12) стоки від ванн травлення та електрохімічного покриття листового прокату.

У скидних водах присутні не тільки вище згадані небезпечні речовини, а й катіони багатьох токсичних елементів (Zn, Cr, Ni, Cd, Mn тощо).

Перед скидом у загальнозаводську мережу скидних вод токсичні стоки піддаються, переважно, хімічному знешкодженню шляхом введення в них хлору, залізного купоросу, вапна та інших реагентів. Кислотні стоки поєднують з лужними, забезпечуючи їх взаємне знешкодження. Сучасні станції очищення промислових стічних вод передбачають як хімічні, так і фізико-механічні, біологічні методи обробки.

Таким чином, при стійкому водоочищенні у водоймища потрапляють у невеликих концентраціях і первинні токсичні речовини, і вторинні (продукти знешкодження), менш токсичні.

Забруднювачі ґрунту мають, по суті, ті ж самі джерела походження, що й розглянуті для атмосфери і води. Але ґрунт не має рухливості, тому токсичні речовини, що потрапили до нього з повітря, води, а також заскладованих відходів, створюють малозмінну локальну небезпеку. На десятки кілометрів навколо індустриальних центрів ґрунтовий шар забруднений токсичними елементами (Li, Rb, Cs, Sr, Zn, Pb, Cu, Cr, Ni, Co, Mn, V тощо).

Класи небезпеки деяких металів наведено в табл. 3. Токсичні метали малорухливі в ґрунті, можуть опускатися до рівня нижче рівня кореневої системи рослин.

Таблиця 3. Класи небезпеки металів, що потрапляють у ґрунт із викидів, скидів та відходів

Класи небезпеки	Метали
I	As, Hg, Pb, Zn
II	Co, Ni, Mo, Cu, Cr
III	V, Mn

Найбільшу небезпеку представляє забруднення продуктів харчування токсичними елементами. Перебуваючи в ґрунті у водорозчинній, іонообмінній та адсорбованій формах, токсичні елементи всмоктуються кореневою системою в стовбур, гілки та листя рослин. Рослини виявляють більшу стійкість до дії

токсичних металів, ніж люди та тварини. В рослинах метали стають фізіологічно неактивними, нешкідливими для рослин завдяки захисній знезаражувальній дії самих рослин.

Різні частини рослин акумулюють різні метали. Так, мідь і цинк концентрується, в основному, в корінні, а кадмій – у листі. Ступінь поглинання та акумуляції металів рослинами залежить від видів останніх.

Потрапляючи з плодами рослин, молочною, м'ясною та іншою харчовою продукцією в організм людини, токсичні елементи виявляють всі притаманні їм властивості отрути.

Зростаюче забруднення атмосферного повітря, води, ґрунту та продуктів харчування чинить загрозливий вплив на здоров'я людини.

Поведінка шкідливих речовин у навколишньому середовищі людини і їх тісний зв'язок з живими організмами наведені на рис. 3.

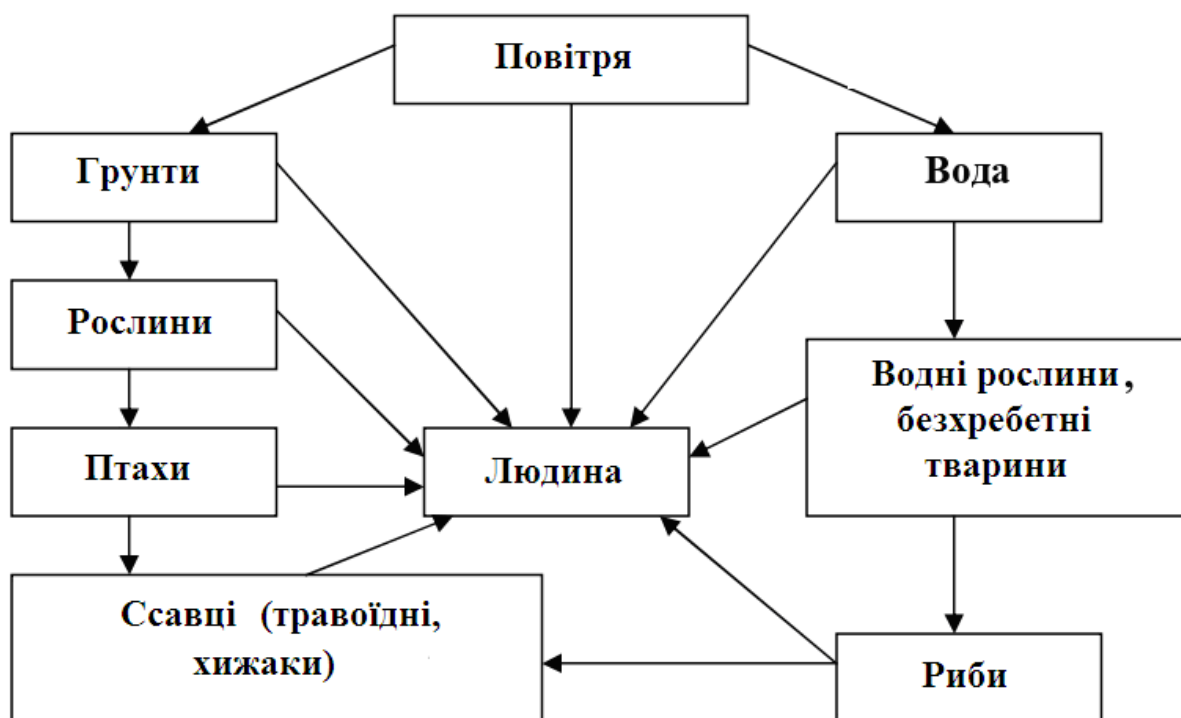


Рис. 3 – Кругообіг забруднюючих речовин у природі

Видно, що всі шкідливі речовини можуть здійснювати складний кругообіг у біосфері. Практично кожен із використовуваних людиною природних ресурсів (повітря, вода, продукти харчування) можуть завдати шкоди його здоров'ю, якщо концентрація шкідливих речовин у них перевищує гранично допустимий рівень.

Шкідливий вплив супертоксикантів проявляється, як відомо, при будь-яких малих концентраціях у складі біоресурсів, що використовуються.

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1. Аналіз матеріально-технічного балансу промислового підприємства

Матеріально-технічний баланс твердих матеріалів на промисловому підприємстві перевіряється за формулою:

$$M_n = M_{on} + M_{zn} + M_o, \text{ тонни}, \quad (1)$$

M_n – середня за місяць маса твердої сировини та матеріалів, що надходять на промислове підприємство, тонни;

M_{on} – середня за місяць сумарна маса готової (основної) продукції, тонни;

M_{zn} – середня за місяць сумарна маса утилізованих відходів, тонни;

M_o – кількість твердих відходів виробництва, які не можна утилізувати, тонни.

Величина середньої за місяць сумарної маси готової (основної) продукції визначається за формулою:

$$M_{on} = n \cdot M_1, \text{ тонни}, \quad (2)$$

n – кількість одиниць основної продукції в середньому за місяць, штуки;

M_1 – маса одиниці основної продукції, тонни.

Величина середньої за місяць сумарної маси утилізованих відходів визначається за формулою:

$$M_{zn} = n_1 \cdot M_2, \text{ тонни}, \quad (3)$$

n_1 – кількість одиниць додаткової продукції з утилізованих відходів в середньому за місяць, штуки;

M_2 – середня маса одиниці додаткової продукції з утилізованих відходів, тонни.

З рівняння матеріально-технічного балансу твердих матеріалів (1) визначається загальна кількість відходів, які не можна утилізувати (M_o).

Загальна маса твердих і рідких ресурсів, що витрачаються, і загальна маса корисної продукції визначаються за формулами:

$$W = M_n + V_e, \text{ тонни}, \quad (4)$$

$$W_1 = M_{on} + M_{zn}, \text{ тонни}, \quad (5)$$

V_e – середньомісячна маса стічних вод, що скидаються в каналізацію, забрудненість яких перевищує величину граничнодопустимої концентрації (ГДК), тонни.

Величини питомих відходів (маса відходів, що припадають на одиницю маси продукції) та загальна кількість відходів, що утворюються на промисловому підприємстві визначаються за формулами:

$$K_T = \frac{M_o}{W_1}, \quad (6)$$

$$K_{ж} = \frac{V_e}{W_1}, \quad (7)$$

$$K_{\Gamma} = \frac{A_6}{W_1}, \quad (8)$$

$$K = K_T + K_{\Gamma} + K_{\text{ж}}, \quad (9)$$

K_m – тверді відходи, тонни/1 тонну продукції;

$K_{\text{жс}}$ – рідкі відходи, тонни/1 тонну продукції;

K_2 – газоподібні відходи, тонни/1 тонну продукції;

A_6 – середньомісячна маса газів, диму та пилу, що викидається в атмосферу, тонни;

K – загальна кількість відходів, тонни.

Висновок (приклад): При виготовленні 1 тонни корисної продукції утворюється $K=$ ___ тонн відходів, які не можна утилізувати. Загальна кількість відходів, які не можна утилізувати, складає в процентному відношенні:

$$\text{- тверді} - 100\% \cdot \frac{K_T}{K};$$

$$\text{- рідкі} - 100\% \cdot \frac{K_{\text{ж}}}{K};$$

$$\text{- газоподібні} - 100\% \cdot \frac{K_{\Gamma}}{K}.$$

2. Аналіз забруднення територій

Площа неушкодженого ландшафту на території промислового підприємства визначається за формулою:

$$S_{\text{НЛ}} = S - S_C - S_1 - S_2 - S_3, \text{ га}, \quad (10)$$

S – загальна площа території, яку займає промислове підприємство, га;

S_C – площа складів сировини та матеріалів, га;

S_1 – площа складів відходів, га;

S_2 – площа виробничих будівель, га;

S_3 – площа транспортних комунікацій, га.

Загальна площа ландшафтних ушкоджень на території промислового підприємства визначається за формулою:

$$S_L = S_C + S_1 + S_2 + S_3, \text{ га}. \quad (11)$$

Загальна площа території, що піддається антропогенному впливу, визначається за формулою:

$$S_{\text{AB}} = S_L + S_4, \text{ га}, \quad (12)$$

S_4 – площа територій, прилеглих до промислового підприємства та діляниць, схильних до антропогенного впливу, га.

Загальна площа забрудненої території визначається за формулою:

$$S_{\text{об}} = S + S_4, \text{ га}. \quad (13)$$

Питома площа території, що забруднюється під час виробництва 1 тонни корисної продукції, яка випускається в середньому протягом місяця, визначається за формулою:

$$S_{num} = \frac{S_{об}}{W_1}, \text{ га}, \quad (14)$$

S_{num} , га \rightarrow м².

Висновок (приклад): При виробництві 1 тонни корисної продукції, в середньому за місяць, забруднюється $S_{num} = \underline{\hspace{2cm}}$ м² території, в тому числі на території промислового підприємства $\frac{S}{W_1} = \underline{\hspace{2cm}}$ м², за межами території промислового підприємства $\frac{S_4}{W_1} = \underline{\hspace{2cm}}$ м².

3. Оцінка рівнів комплексних факторів екологічного ризику

Існує 5 основних комплексних факторів екологічного ризику:

- пошкодження ландшафту;
- антропогенне забруднення навколишнього середовища;
- утворення відходів виробництва;
- забруднення поверхневих водних джерел;
- забруднення атмосферного повітря.

Кожен із факторів оцінюється за рівнем екологічного ризику від 0 до 1 (або у % – від 0 до 100).

Рівень пошкодження ландшафту промисловим підприємством визначається за формулою:

$$Y_{ПЛ} = \left(\frac{S_{Л}}{S_o} \right) \cdot j, \text{ частка}, \quad (15)$$

$S_{Л}$ – загальна площа ландшафтних пошкоджень, га;

S_o – константа, що позначає питому площу ландшафту. Вона відповідає питомій одиниці ландшафту, тобто площі території, що описується на місцевості радіусом, який дорівнює 1 милі. Приймаємо $S_o = 1077$ га;

j – коефіцієнт кореляції, що враховує глибину пошкодження ландшафту на території промислового підприємства та визначається за формулою:

$$j = 1 + 0,1 \cdot x, \quad (16)$$

x – глибина пошкодження ландшафту нижче 1 м від поверхні землі, що визначається за формулою:

$$x = h - 1, \text{ м}, \quad (17)$$

h – глибина пошкодження ландшафту на території промислового підприємства, м.

Рівень антропогенного забруднення середовища промисловим підприємством визначається за формулою:

$$Y_{ПЛ} = \left(\frac{S_{AB}}{S_o} \right) \cdot d, \text{ частка}, \quad (18)$$

S_{AB} – загальна площа території, що піддається антропогенному впливу, га;

d – коефіцієнт кореляції, що враховує інтенсивність антропогенного забруднення навколишнього середовища та визначається за формулою:

$$d = 1 + 0,1 \cdot p, \quad (19)$$

p – перевищення рівня антропогенного забруднення середовища на територіях, прилеглих до промислового підприємства у % від ГДР (гранично допустимого рівня).

Рівень утворення відходів виробництва визначається за формулою:

$$Y_{оп} = \left(\frac{M_o}{m_o} \right) \cdot q, \text{ частка}, \quad (20)$$

M_o – загальна (середня за місяць) кількість не утилізованих відходів, тонни;
 m_o – константа, що позначає питомі запаси природної сировини; приймаємо $m_o=1000$ тонн;

q – коефіцієнт кореляції, що враховує клас небезпеки речовин, що містяться у твердих відходах виробництва, та визначається за табл. 4.

Таблиця 4 – Значення коефіцієнта кореляції

Клас небезпеки відходів	Значення коефіцієнта кореляції
1	0,5
2	1,0
3	1,5
4	2,0

Рівень забруднення поверхневих водних джерел визначається за формулою:

$$Y_{ВИ} = \left(\frac{V_e}{V_o} \right) \cdot E, \text{ частка}, \quad (21)$$

V_e – середньомісячний обсяг стічних вод, що скидаються в каналізацію, забрудненість яких перевищує величину ГДК, м³;

V_o – константа, що означає питомий середньомісячний стік води; приймаємо, що $V_o=1000$ м³;

E – коефіцієнт кореляції, що враховує клас небезпеки речовин, які містяться в стічній воді, та визначається за табл. 4.

Рівень забруднення атмосферного повітря визначається за формулою:

$$Y_{АП} = \left(\frac{A_{II}}{A_o} \right) \cdot Z, \text{ частка}, \quad (22)$$

A_{II} – середньомісячна маса газів, диму та пилу, що викидаються промисловим підприємством в атмосферу, тонни;

A_o – константа, що позначає питому масу приземного шару атмосферного повітря; приймаємо, що $A_o=1000$ тонн;

Z – коефіцієнт кореляції, що враховує клас небезпеки речовин, які містяться у викидах в атмосферу, та визначається за табл. 4.

Для оцінки рівнів основних факторів ризику необхідно обчислені рівні перевести у відсотки (%) та порівняти з характеристиками класів екологічної безпеки виробництва (табл. 5), вказати до яких класів небезпеки відноситься промислове підприємство за тими чи іншими видами забруднення.

Вважається, що антропогенні ушкодження природного середовища, що не перевищують 1% від його первісної якості, реабілітуються природними процесами

Таблиця 5 – Класи екологічної безпеки

Клас небезпеки виробництва	Екологічна характеристика виробництва	Величина екологічного ризику, %	Екологічний податок на прибуток, що рекомендується, %
1	Безпечне	менше 1	0
2	Відносно небезпечне	1-5	1-1,5
3	Небезпечне	5-25	1,5
4	Особливо небезпечне	25-50	2,0
5	Надзвичайно небезпечне	більше 50	2 – необхідно змінювати діяльність промислового підприємства

4. Визначення загального екологічного ризику промислового підприємства

Загальний екологічний ризик промислового підприємства визначається за формулою:

$$R = 0,02 \cdot (S_{Л} \cdot j + S_{AB} \cdot d + M_o \cdot q + V_{\epsilon} \cdot E + A_{\epsilon} \cdot Z), \% \quad (23)$$

На підставі розрахунків за допомогою табл. 5 оцінюється загальний екологічний стан промислового підприємства.

Висновок (приклад):

1. При приготуванні 1 тонни корисної продукції утворюється ___ тонн відходів, які не можна утилізувати. Загальні неутілізовані відходи складають у процентному відношенні: тверді – ___ %, рідкі – ___ %, газоподібні – ___ %.

2. На 1 тону корисної продукції, що виробляється в середньому за місяць, приходиться ___ м² забрудненої території, в тому числі на території промислового підприємства – ___ м², за межами території промислового підприємства – ___ м².

3. Дане промислове підприємство за рівнем ушкодження ландшафту ___% відноситься до **безпечного** виробництва, за рівнем антропогенного забруднення (___%) – також до **безпечного**, за рівнем утворення відходів (___%) – до **надзвичайно небезпечного**, за рівнем забруднення водних джерел (___%) – до **особливо небезпечного** і за рівнем забруднення атмосфери (___%) – до **відносно небезпечного**.

4. В цілому промислове підприємство за загальним екологічним ризиком $R=$ ___% відноситься до ___ класу небезпеки. Рекомендований екологічний податок на прибуток може складати ___%.

КОНТРОЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

Оцінити рівень екологічної небезпеки внаслідок функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу, відповідно до варіанта вихідних даних, наведеного в табл. 6.

Таблиця 6 – Варіанти вихідних даних для оцінки рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування підприємств гірничо-металургійного комплексу (з екологічного паспорту підприємства)

Показники	Варіанти вихідних даних				
	1	2	3	4	5
Кількість одиниць основної продукції, що виготовляється в середньому за місяць n , штуки	42	68	57	306	112
Маса одиниці основної продукції M_1 , тонни	1,6	0,7	1,1	0,2	0,25
Кількість одиниць додаткової продукції з утилізованих відходів n_1 , штуки	420	350	800	500	1200
Середня маса одиниці додаткової продукції з утилізованих відходів M_2 , тонни	0,02	0,06	0,07	0,03	0,08
Середня за місяць маса твердої сировини та матеріалів, що надходять на промислове підприємство M_n , тонни	302	350	480	420	580
Загальна площа території, що займає промислове підприємство S , га	3,9	4,5	1,8	2,9	4,0
Площа складів сировини та матеріалів S_C , га	0,4	0,5	0,25	0,55	0,2
Площа складів відходів S_I , га	0,6	0,7	0,2	0,3	0,8
Площа виробничих будівель S_2 , га	0,8	0,9	0,1	0,2	0,15
Площа транспортних комунікацій S_3 , га	1,2	1,3	0,3	0,4	1,0
Площа територій, прилеглих до промислового підприємства та дільниць, схильних до антропогенного забруднення S_4 , га	4,1	2,2	5,0	3,3	4,4
Перевищення рівня антропогенного забруднення територій прилеглих до промислового підприємства p, y % від ГДР	2	9	11	1	3
Глибина ушкодження ландшафту на території промислового підприємства (середня) h , м	2,5	2,0	1,9	2,6	0,5
Середньомісячна маса стічних вод, що скидаються в каналізацію, забрудненість яких перевищує ГДК V_6 , тонни	148	170	230	540	300
Клас небезпеки речовин, які містяться в стічних водах, що скидаються	2	1	2	3	1
Середньомісячна маса газів, диму та пилу, що викидаються в атмосферу A_L , тонни	110	180	150	90	60
Клас небезпеки газів, диму та пилу	1	2	1	2	3
Клас небезпеки речовин, що містяться в твердих відходах виробництва	2	1	1	3	2

продовження табл. 6

Показники	Варіанти вихідних даних				
	6	7	8	9	10
Кількість одиниць основної продукції, що виготовляється в середньому за місяць n , штуки	24	76	95	82	35
Маса одиниці основної продукції M_1 , тонни	0,8	2,61	0,5	1,1	2,4
Кількість одиниць додаткової продукції з утилізованих відходів n_1 , штуки	700	1100	600	1000	900
Середня маса одиниці додаткової продукції з утилізованих відходів M_2 , тонни	0,004	0,04	0,008	0,05	0,01
Середня за місяць маса твердої сировини та матеріалів, що надходять на промислове підприємство M_n , тонни	640	890	720	680	550
Загальна площа території, що займає промислове підприємство S , га	5,1	6,0	2,5	3,5	5,5
Площа складів сировини та матеріалів S_C , га	0,35	0,3	0,1	0,45	0,15
Площа складів відходів S_1 , га	0,9	0,5	0,4	0,1	1,0
Площа виробничих будівель S_2 , га	0,25	0,35	0,3	0,4	0,7
Площа транспортних комунікацій S_3 , га	1,1	0,9	0,5	0,6	0,8
Площа територій, прилеглих до промислового підприємства та ділянок, схильних до антропогенного забруднення S_4 , га	1,0	5,5	2,0	3,0	6,6
Перевищення рівня антропогенного забруднення територій прилеглих до промислового підприємства p, y % від ГДР	13	5	7	15	8
Глибина ушкодження ландшафту на території промислового підприємства (середня) h , м	3,0	0,7	2,8	1,0	1,5
Середньомісячна маса стічних вод, що скидаються в каналізацію, забрудненість яких перевищує ГДК V_6 , тонни	380	90	330	120	450
Клас небезпеки речовин, які містяться в стічних водах, що скидаються	4	2	1	3	4
Середньомісячна маса газів, диму та пилу, що викидаються в атмосферу A_n , тонни	210	50	70	30	100
Клас небезпеки газів, диму та пилу	2	2	3	4	4
Клас небезпеки речовин, що містяться в твердих відходах виробництва	2	3	2	1	4

продовження табл. 6

Показники	Варіанти вихідних даних				
	11	12	13	14	15
Кількість одиниць основної продукції, що виготовляється в середньому за місяць n , штуки	107	112	142	110	136
Маса одиниці основної продукції M_1 , тонни	0,7	0,65	0,3	0,85	1,15
Кількість одиниць додаткової продукції з утилізованих відходів n_1 , штуки	800	550	1050	300	1250
Середня маса одиниці додаткової продукції з утилізованих відходів M_2 , тонни	0,03	0,027	0,007	0,016	0,024
Середня за місяць маса твердої сировини та матеріалів, що надходять на промислове підприємство M_n , тонни	580	700	800	600	820
Загальна площа території, що займає промислове підприємство S , га	5,1	3,9	7,4	3,6	6,9
Площа складів сировини та матеріалів S_C , га	0,38	0,28	0,37	0,24	0,33
Площа складів відходів S_1 , га	0,4	0,34	0,47	0,51	0,29
Площа виробничих будівель S_2 , га	0,4	0,63	0,75	0,59	0,69
Площа транспортних комунікацій S_3 , га	0,6	1,27	1,21	1,29	0,83
Площа територій, прилеглих до промислового підприємства та ділянок, схильних до антропогенного забруднення S_4 , га	6,6	6,4	5,7	4,8	5,1
Перевищення рівня антропогенного забруднення територій прилеглих до промислового підприємства p, y % від ГДР	2	6	18	12	16
Глибина ушкодження ландшафту на території промислового підприємства (середня) h , м	2	3,1	3,6	2,4	3,4
Середньомісячна маса стічних вод, що скидаються в каналізацію, забрудненість яких перевищує ГДК V_6 , тонни	280	430	350	400	240
Клас небезпеки речовин, які містяться в стічних водах, що скидаються	3	2	3	1	2
Середньомісячна маса газів, диму та пилу, що викидаються в атмосферу A_n , тонни	40	80	190	120	105
Клас небезпеки газів, диму та пилу	2	3	4	2	3
Клас небезпеки речовин, що містяться в твердих відходах виробництва	2	1	2	3	4

продовження табл. 6

Показники	Варіанти вихідних даних				
	16	17	18	19	20
Кількість одиниць основної продукції, що виготовляється в середньому за місяць n , штуки	126	114	146	127	116
Маса одиниці основної продукції M_1 , тонни	0,35	0,55	0,95	0,37	0,75
Кількість одиниць додаткової продукції з утилізованих відходів n_1 , штуки	850	400	650	950	1150
Середня маса одиниці додаткової продукції з утилізованих відходів M_2 , тонни	0,029	0,006	0,025	0,028	0,018
Середня за місяць маса твердої сировини та матеріалів, що надходять на промислове підприємство M_n , тонни	760	620	720	780	600
Загальна площа території, що займає промислове підприємство S , га	4,8	3,7	4,6	7,7	3,8
Площа складів сировини та матеріалів S_C , га	0,29	0,34	0,26	0,31	0,36
Площа складів відходів S_1 , га	0,41	0,36	0,31	0,49	0,43
Площа виробничих будівель S_2 , га	0,57	0,79	0,61	0,73	0,67
Площа транспортних комунікацій S_3 , га	1,03	1,25	1,19	1,33	0,97
Площа територій, прилеглих до промислового підприємства та ділянок, схильних до антропогенного забруднення S_4 , га	6,5	5,9	4,6	5,6	6,3
Перевищення рівня антропогенного забруднення територій прилеглих до промислового підприємства p, y % від ГДР	4	19	17	14	10
Глибина ушкодження ландшафту на території промислового підприємства (середня) h , м	3,8	3,2	2,7	3,5	3,7
Середньомісячна маса стічних вод, що скидаються в каналізацію, забрудненість яких перевищує ГДК V_6 , тонни	360	420	390	250	370
Клас небезпеки речовин, які містяться в стічних водах, що скидаються	4	3	2	4	1
Середньомісячна маса газів, диму та пилу, що викидаються в атмосферу A_n , тонни	155	130	200	115	140
Клас небезпеки газів, диму та пилу	2	1	3	2	4
Клас небезпеки речовин, що містяться в твердих відходах виробництва	1	2	3	1	2

Показники	Варіанти вихідних даних				
	21	22	23	24	25
Кількість одиниць основної продукції, що виготовляється в середньому за місяць n , штуки	138	129	124	134	140
Маса одиниці основної продукції M_1 , тонни	1,05	0,45	1,65	2,15	1,25
Кількість одиниць додаткової продукції з утилізованих відходів n_1 , штуки	450	750	670	1140	860
Середня маса одиниці додаткової продукції з утилізованих відходів M_2 , тонни	0,005	0,026	0,022	0,015	0,012
Середня за місяць маса твердої сировини та матеріалів, що надходять на промислове підприємство M_n , тонни	840	740	380	460	320
Загальна площа території, що займає промислове підприємство S , га	6,1	4,4	1,6	2,0	1,2
Площа складів сировини та матеріалів S_C , га	0,27	0,32	0,11	0,18	0,14
Площа складів відходів S_1 , га	0,33	0,38	0,14	0,59	0,25
Площа виробничих будівель S_2 , га	0,77	0,71	0,85	0,47	0,87
Площа транспортних комунікацій S_3 , га	1,23	1,31	1,11	1,35	1,15
Площа територій, прилеглих до промислового підприємства та ділянок, схильних до антропогенного забруднення S_4 , га	4,9	5,8	6,8	6,1	5,2
Перевищення рівня антропогенного забруднення територій прилеглих до промислового підприємства p, y % від ГДР	20	15	23	27	25
Глибина ушкодження ландшафту на території промислового підприємства (середня) h , м	2,9	3,3	1,3	1,7	2,1
Середньомісячна маса стічних вод, що скидаються в каналізацію, забрудненість яких перевищує ГДК V_6 , тонни	440	410	160	100	200
Клас небезпеки речовин, які містяться в стічних водах, що скидаються	2	3	4	1	3
Середньомісячна маса газів, диму та пилу, що викидаються в атмосферу A_n , тонни	165	220	185	125	160
Клас небезпеки газів, диму та пилу	1	2	3	4	2
Клас небезпеки речовин, що містяться в твердих відходах виробництва	3	1	2	1	4

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Надати загальну характеристику гірничо-металургійного комплексу України.
2. Навести класифікацію газопилових викидів чорної металургії.
3. Як розподіляються викиди чорної металургії між окремими виробництвами?
4. Навести класифікацію хімічних елементів в чорній металургії.
5. Навести класифікацію хімічних елементів залежно від їхнього впливу на живі організми.
6. Надати характеристику пилу технологічних та інших викидів та їхнього впливу на здоров'я людини.
7. Надати характеристику монооксиду вуглецю та його впливу на здоров'я людини.
8. Надати характеристику сірчистого та сірчаного ангідридів, сірководню та їхнього впливу на здоров'я людини.
9. Надати характеристику оксидів азоту та ціаністого водню та їхнього впливу на здоров'я людини.
10. Надати характеристику діоксинів та їхнього впливу на здоров'я людини.
11. Надати характеристику бенз(а)пірену та його впливу на здоров'я людини.
12. Надати характеристику свинцю та його впливу на здоров'я людини.
13. Надати характеристику нікелю та його впливу на здоров'я людини.
14. Надати характеристику кадмію та хрому та їхнього впливу на здоров'я людини.
15. Надати характеристику марганцю та його впливу на здоров'я людини.
16. Що відносять до основних факторів впливу на ступінь розсіювання, можливого зменшення концентрацій шкідливих речовин?
17. Як рельєфно-кліматичні фактори впливають на рівень забруднення довкілля та здоров'я населення прилеглих територій?
18. Як викиди найпоширеніших забруднюючих речовин впливають на рослини та неживі об'єкти навколишнього середовища?
19. Назвіть категорії забруднювачів води.
20. Навести класифікацію стічних вод за концентрацією тих чи інших домішок.
21. Навести класифікацію стічних вод за показником агресивності.
22. Навести класифікацію стічних вод травильних і гальванічних відділень.
23. Надати характеристику забрудненню ґрунтів токсичними елементами.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90-100	відмінно / Excellent
74-89	добре / Good
60-73	задовільно / Satisfactory
0-59	незадовільно / Fail

Здобувачі вищої освіти можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів складатиме не менше 60 балів.

Максимальне оцінювання:

Теоретична частина	Практична частина		Разом
	при своєчасному складанні	при несвоєчасному складанні	
60	40	30	100

Практичні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Оцінювання практичних робіт здійснюється шляхом підсумовування балів за кожен складену практичну роботу.

Критерії оцінювання практичної роботи

За кожен практичну роботу здобувач вищої освіти може отримати наступну кількість балів:

8 балів: отримано правильну відповідь (згідно з еталоном), використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

7 балів: отримано правильну відповідь з незначними неточностями згідно з еталоном, відсутня формула або пояснення змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

6 балів: отримано правильну відповідь з незначними неточностями згідно з еталоном, відсутня формула та пояснення змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

5 балів: отримано правильну відповідь з незначними неточностями згідно з еталоном, відсутня формула та пояснення змісту окремих її складових, не зазначено одиниці виміру.

4 бали: отримано неправильну відповідь, проте використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

3 бали: отримано неправильну відповідь, не використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, зазначено одиниці виміру.

2 бали: отримано неправильну відповідь, не використано формулу з поясненням змісту окремих її складових, не зазначено одиниці виміру.

1 бал: наведено неправильну відповідь, до якої не надано жодних пояснень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технологія основних виробництв. Навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання/ В.М. Кропивний, А.В. Кропивна, Л.А. Молокост, М.В. Босий, О.В. Кузик. – Кропивницький: Видавництво ТОВ «КОД», 2021. – 196 с.
2. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва: Навч. посібник / А.М. Верховлюк, А.В. Нарівський, В.Г. Могилатенко / За ред. академіка НАН України В.Л. Найдека. – К.: Видавничий дім «Вініченко», 2016. – 224 с.
3. Сігарьов Є.М., Кащеєв М.А., Крячко Г.Ю. Основи металургії чавуну і сталі: Навчальний посібник. – Кам'янське: ДДТУ, 2022. – 274 с.
4. Сігарьов Є.М., Чубіна О.А. Технології ресурсозбереження в металургії: Навчальний посібник. Частина 1. – Кам'янське: ДДТУ, 2021. – 248 с.
5. Сігарьов Є.М., Чубіна О.А. Технології ресурсозбереження в металургії: Навчальний посібник. Частина 2. – Кам'янське: ДДТУ, 2022. – 294 с.
6. Грес Л.П., Єрьомін О.О., Каракаш Є.О., Радченко Ю.М. Екологічні аспекти металургійних технологій (1 ч.): навч. посібник. – Дніпро: Україн. держ. ун-т науки і технол., 2022. – 106 с.
7. Дзядикевич Ю.В. Економічні основи ресурсозбереження. Навчальний посібник. – Тернопіль: Вектор, 2015. – 76 с.
8. Сотник І.М. Економічні основи ресурсозбереження. Навчальний посібник для ВНЗ (рек. МОН України). – К.: Університетська книга, 2017. – 284 с. – ISBN: 978-966-680-664-5.

Начальне видання

КУЛІКОВА Дар'я Володимирівна

**РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ У ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНОМУ
КОМПЛЕКСІ**

**Методичні рекомендації до виконання практичної роботи
«Оцінка рівня екологічної небезпеки внаслідок функціонування
підприємств гірничо-металургійного комплексу»
для здобувачів ступеня магістра освітньо-наукової програми
«Ресурсозбереження в гірничо-металургійному комплексі»
зі спеціальності 183 Технології захисту навколишнього середовища**

Видано в авторській редакції.

Електронний ресурс
Підписано до видання 10.12.2024. Авт. арк. 2,6.

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка».
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19