

8. ЕКОЛОГІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ – БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ – СТАЛИЙ РОЗВИТОК

8.1. ПРЕДМЕТ, ОБ'ЄКТ І ЗАВДАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Науково-технічний прогрес і природа[♦]

Головним фактором руйнування навколишнього середовища є суспільне виробництво. Науково-технічна революція, що багатократно збільшила масштаби і потужність господарської діяльності людей, стала основною причиною сучасної соціоекологічної кризи. Без використання новітніх науково-технічних досягнень не можна розв'язати гостре протиріччя між суспільством та природою. Отже, науково-технічний прогрес, залежно від того, як ним керувати, може відігравати в історії людства діаметрально протилежні ролі – від крайньо негативної до безумовно позитивної.

Під природно-господарськими (природно-технічними, геотехнічними) системами (ПГС) розуміють територіальні системи, які охоплюють різні господарські об'єкти (промислові, енергетичні, сільськогосподарські, комунальні, транспортні тощо) та певну частину навколишнього середовища, на яку вони безпосередньо впливають.

У процесі взаємодії структурних компонентів природно-господарських систем між господарськими об'єктами і природним середовищем відбувається обмін речовинами та енергією. Якщо цей обмін органічно вписується в природний кругообіг речовин та енергетичні потоки, що мають місце в біосфері нашої планети, і не порушує речовинно-енергетичного балансу соціоекосистеми, на території якої розташована ПГС, то таку ПГС можна вважати оптимізованою.

Тому метою **екологічної інженерії** є оптимізація діючих і створюваних природно-господарських систем, яка полягає у відрегулюванні речовинно-енергетичного обміну і встановленні в них між технологічними та природними процесами динамічної рівноваги, яка б унеможливила пошкодження і руйнування навколишнього середовища. На відміну від інших галузевих підрозділів соціоекології **екологічна інженерія** базується на глибокому знанні технології різних видів суспільного виробництва, на основі чого вона здатна визначати якісні та кількісні параметри технологічних процесів для оцінки їхнього впливу на природне середовище. Одним із головних теоретичних завдань екологічної технології є встановлення кореляційних зв'язків між параметрами технологічних процесів і змінами, що відбуваються у навколишньому середовищі. Результати вивчення цих зв'язків правлять за вихідні дані при розробці конкретних природоохоронних заходів.

До основних *прикладних завдань екологічної інженерії* належать:

- а) розробка ефективних засобів очищення промислових, комунальних та тваринницьких стічних вод і промислових та транспортних викидів у атмосферу;
- б) розробка безвідходних, маловідходних та екологічно чистих технологій;
- в) розробка засобів утилізації відходів.

Розглянемо кожне з цих завдань зокрема. Протягом останніх десятиліть проблема охорони навколишнього середовища розглядалась в основному як запобігання забрудненню його за допомогою очисних споруд та пристроїв або ж ізоляції відходів від природного середовища. Отже, в природоохоронній діяльності

[♦] По матеріалах праць М. І. Панченко, Н. О. Непошивайленко, О. В. Проценко. Дніпродзержинський державний технічний університет (ДДТУ). Кафедра Екології та охорони навколишнього середовища. <http://www.dstu.dp.ua/>

тривалий час переважав „очисний” напрям, завдяки якому було створено досить ефективні засоби очищення як стічних вод, так і газопилових викидів у атмосферу.

Очищення стічних вод здійснюють механічними, хімічними та біологічними методами. Вибір технології очищення залежить від показників забруднення, можливостей повторного використання вод для виробничих потреб, стану водойм. Показниками забруднення є каламутність, вміст рухомих частинок, загальний вміст розчинних речовин, кислотність, концентрація кисню.

Схема очищення повинна забезпечувати мінімальне скидання стічних вод у водойми, максимальне використання їх і найбільш повне вилучення цінних домішок. Існує три типи очисних споруд: локальні (цехові), загальні (заводські), районні (міські).

Локальні практично є продовженням технологічного циклу виробництва. Тут очищення від конкретних речовин здійснюється простіше, дешевше й ефективніше, ніж з їх домішок. Вони вловлюються або регенеруються і повертаються у виробничий процес.

Великі хімічні, нафтохімічні, металургійні, машинобудівні підприємства мають спільні очисні споруди, які складаються з установок первинного, вторинного і третинного очищення. При первинній обробці відділяють великі частинки твердих речовин, при вторинній (з допомогою біохімічних процесів) – основну масу органічних речовин. Після цього стічні води можна скидати в моря, ріки, озера, де подальше очищення відбувається природним шляхом. Третинна обробка дає можливість повторно використовувати воду в технологічних процесах або в системах зворотного водопостачання.

Метод механічного очищення полягає в механічному вилученні із стічних вод нерозчинних домішок з допомогою флотаційних і фільтраційних установок, решіток, сит, жировловлювачів, нафтовловлювачів та вловлювачів піщаної фракції. У відстойниках осідають важкі частинки, а легкі речовини спливають на поверхню. Механічним очищенням можна вилучити з побутових вод до 60 %, а з промислових – до 95 % нерозчинних домішок.

Далі вода очищується переважно **хімічними методами**. Для цього застосовують реагентні методи (коагуляцію, флокуляцію, відсаження), а також адсорбцію, іонний обмін, зворотний осмос, електродіаліз, дистиляцію.

Метод біологічного очищення полягає в мінералізації органічних забруднень з допомогою аеробних бактерій, аеробних біохімічних процесів як у природних, так і штучних умовах. Очищення в природних умовах здійснюється на полях зрошення або полях фільтрації, де формується мережа магістральних і розподільних зрошувальних каналів, по яких розливаються стічні води. Очищення відбувається в процесі фільтрації води через ґрунт. Шар ґрунту 80 см завтовшки забезпечує досить надійне очищення. Для біологічного очищення використовують також каскад ставів із 4–5 ступінчасте розташованих водойм так, що стічні води самотоком рухаються по каскаду.

У штучних умовах біологічне очищення здійснюється в спеціальних установках – біофільтрах, або аеротенках за допомогою фільтрів із крупнозернистого матеріалу. Поверхня зерен вкривається біологічною плівкою, заселеною аеробними організмами. Біохімічне окислення тут значно інтенсивніше, ніж у природних умовах.

Особливо отруйними є солі важких металів, які за ступенем впливу можна розмістити в такому порядку: ртуть, сурма, свинець, кадмій, хром, кобальт, нікель, цинк, мідь, алюміній. Вміст їх у водах, що надходять на очищення, суворо обмежений. Найчастіше вони вловлюються локальними установками. Стічні води, в яких є феноли (фенол, 0-крезол, М-крезол), ефективно очищуються озонуванням. Багато стічних вод доводиться спалювати, бо інакше їх неможливо знешкодити, за

винятком тих, що вміщують берилій, кадмій, ртуть, свинець, цинк, оскільки останні разом з димом можуть потрапити в атмосферу.

Найбільш отруйні рідкі відходи переводять у глибокі горизонти, ізольовані від водоносних пластів. Для цього використовують старі шахти, рудники, штольні. При цьому не допускається хімічна взаємодія застійних вод з породами і підземними водами, бо це може призвести до забруднення джерел водопостачання.

Не менш складною є проблема очищення газових викидів у атмосферу. Здебільшого промислові та транспортні вихлопні гази передаються по трубопроводах, які повинні обладнуватися відповідними газопилоочисними пристроями. Вибір методу очищення залежить від природи вловлюваної речовини.

Очищення повітря від газових шкідливих домішок здійснюється трьома способами: абсорбцією, адсорбцією та хімічним перетворенням. Явище *абсорбції* полягає у поглинанні газів певними рідинами (абсорбентами), які розчиняють або зв'язують гази, що пропускаються через них. Абсорбційний метод широко використовується у тих випадках, коли очищенню піддаються великі газові потоки, наприклад, пара соляної кислоти, аміак, оксид сірки, оксид вуглецю. *Адсорбція* газів полягає у їх поглинанні поверхнею твердих тіл (адсорбентів). Адсорбційні методи базуються на здатності деяких тонкодисперсних речовин (активованого вугілля, силіко-гелів, алюмогелів, цеолітів, пористого скла) вловлювати в газах за певних умов шкідливі компоненти. *Хімічне перетворення* газів — це спалювання або каталітичне перетворення їх, внаслідок чого шкідливі газоподібні речовини трансформуються у нешкідливі, які викидаються в атмосферу або використовуються у виробництві.

Для очищення від твердих домішок гази пропускають через спеціальні камери, в яких за допомогою гравітаційних, електростатичних, термічних, відцентрових або інерційних сил частинки виділяються з газового потоку. Найчастіше використовуються комбінації з двох-трьох способів. Спочатку здійснюється грубе очищення, при якому вловлюються великі частинки, потім — тонке, при якому вилучаються дрібні пиловаті частинки. Грубе очищення здійснюється в осадкових камерах, найпростішими з яких є розширення в гайових трубопроводах. Для більш високої ефективності очищення в технологічний ланцюг включаються циклони, електричні та тканинні або ситові фільтри. Циклонами називаються пиловловлювачі, в яких використовується відцентрова сила. Потік газів рухається по спіралі і частинки пилу, які зберігають прямолінійний рух, осідають на стінках. Мокре очищення, або промивання, є різновидом інерційного. Електричне очищення базується на електричному притяганні частинок до зарядженої поверхні. Воно здійснюється в електрофільтрах, де зарядження та осадження частинок відбуваються одночасно. Цей спосіб широко використовується в цементній промисловості та в теплоелектростанціях (ТЕС) для очищення великих об'ємів газів.

Методи очищення забруднених стоків та газових викидів дуже дорогі. При цьому незначне підвищення ефективності їх вимагає багаторазового збільшення витрат. Так, вартість електрофільтрів для очищення газів теплової енергетики від пилу при збільшенні ефективності від 90 % до 99 % і 99,9 % зростає у співвідношенні 1:2:4. Тому, хоч можливості очисної технології ще не вичерпано, але їй у технологічних заходах, спрямованих на гармонізацію взаємодії суспільства та природи, не може належати провідна роль.

Значно перспективнішими є заходи, спрямовані на зменшення або й повну ліквідацію шкідливих відходів, що забруднюють навколишнє середовище. Адже багато відходів і кінцевих продуктів сучасного виробництва не лише хімічно або радіоактивне забруднюють навколишнє середовище, але є джерелами його механічного забруднення, тому що не розкладаються природними біохімічними

процесами на елементарні сполуки і через це не включаються у природний кругообіг речовин.

Виробничі технологічні процеси можна поділити на замкнуті і незамкнуті. Для замкнутих характерна відсутність обміну речовин із зовнішнім середовищем. Стосовно технологічної операції це можна розуміти як процес, у якому відсутні викиди твердих, рідких і газоподібних речовин-відходів. Незамкнута технологічна система має органічні зв'язки із зовнішнім середовищем, від якого вона отримує вихідну сировину та енергію і в яке віддає готову продукцію та викидає відходи. Сучасна технологія виробництва в основному є незамкнутою, яка нераціонально використовує природні ресурси і має значні відходи. Вдосконалення технології виробництва і прагнення наблизити технологічний процес до замкнутої системи є головним завданням вирішення проблеми раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища.

Практична реалізація даного напрямку пов'язана з пошуком нових джерел сировини для виробництва, нових екологічно оптимальних джерел енергії, нових безвідходних за своєю суттю технологічних процесів, нових видів продукції. Дуже важливою у цьому напрямі є розробка нових матеріалів із задалегідь заданими властивостями і заміни ними традиційних матеріалів, які потребують багатостадійної технології одержання і обробки їх. Для цього потрібні принципово нові технології, які ґрунтуються на нових відкриттях і вимагають цілком нової техніки.

У недалекому майбутньому будуть розроблені технології, що базуватимуться на зміні властивостей матеріалів і їхніх структур на рівні молекулярної будови, на рівні зміни структури кристалічних ґраток. При створенні нових матеріалів потрібно буде дієво впливати на структуру молекул. Інструментом такого впливу можуть стати наднизькі і надвисокі температури, а також опромінювання потоками елементарних частинок високої енергії. У процесі створення нових матеріалів звичайні окислювально-відновні процеси можуть частково замінюватись процесами синтезу, біологічними процесами. Умовами для здійснення таких процесів можуть бути або невагомість, або дуже сильні гравітаційні, магнітні, електричні та інші поля. На шляху до створення принципово нових технологічних безвідходних процесів зроблено лише перші кроки, але широкий розвиток цього напрямку у перспективі стане основним у технологічних засобах гармонізації суспільства та природи.

Важливим сучасним напрямом екологізації виробництва є утилізація, тобто повторне використання відходів. Вловлені відходи повинні або одразу повертатися у технологічний процес, або поступати на вторинну обробку. Це дає змогу не тільки відчутно зменшувати забруднення, а й суттєво знижувати затрати на основне виробництво.

З позиції екологізації виробництва виводити відходи з виробничого циклу і викидати їх нераціонально з двох причин: по-перше, ми цим самим виводимо із виробничого процесу продукт, який містить у собі ще деяку кількість цінних компонентів, і, по-друге, забруднюємо природні об'єкти, ускладнюючи соціоекологічну ситуацію у районі діяльності виробництва. Тому найбільш раціональним заходом є регенерація первинних відходів, тобто залишення їх у циклі виробництва з метою додаткової переробки і вилучення невикористаних елементів або сполук. Способів регенерації може бути багато, але принципових напрямів регенерації відходів існує три.

Перший полягає у поверненні відходів у той самий виробничий процес, з якого його отримано. Така регенерація можлива у випадку, коли відходи за своїми властивостями мало відрізняються від властивостей вихідних сировинних матеріалів. Іноді відходи вдається повернути у виробничий процес без попередньої підготовки. Частіше доводиться піддавати їх спеціальній обробці.

Другий напрям регенерації відходів – це використання їх у інших виробничих процесах. Якщо вилучення корисних компонентів ускладнене, первинні відходи переробляють багаторазово, доки не буде вилучено усі необхідні компоненти. Для цього іноді доводиться організовувати декілька додаткових процесів. У цих нових технологічних процесах також утворюються відходи (вторинні), тому необхідно вирішувати питання і їх регенерації та мінімізації.

Третій напрям регенерації відходів – це використання їх (після вилучення потрібних компонентів або без нього) у вигляді сировини для інших виробництв з метою отримання продуктів тривалого використання. Іноді відходи можуть бути використані як матеріал для виправлення наслідків техногенної ерозії земної поверхні.

Проблема утилізації відходів виробництва викликає з кожним роком все більший інтерес. З одного боку, це пов'язано з виснаженням деяких видів природних ресурсів, з другого – з природоохоронним аспектом, а також можливістю отримання продукції з меншими затратами.

У наш час визріла необхідність створення нової галузі виробництва – утилізації промислових і побутових відходів. При цьому на особливу увагу заслуговує використання твердих відходів мінерального походження (металургії, енергетики, гірничорудної, хімічної та інших галузей) у будівництві та промисловості будівельних матеріалів. Розрахунки, виконані для гірничодобувних галузей промисловості Б. М. Ласкоріним і його колегами, показали, що існуючий рівень виробництва може бути забезпечений при зниженні об'єму видобування гірничої маси на 20–25 % за рахунок виробництва 80 % будівельних матеріалів із відходів. При цьому загальна собівартість продукції знижується на 10–15 %, а також покращується соціоекологічна ситуація у гірничодобувних регіонах. Поки що відходи гірничого видобування і збагачення корисних копалин використовуються лише на 6–7 %.

Великим резервом сировини для будматеріалів та інших цілей є попіл і шлаки численних ТЕС України. Зараз близько 80 % електроенергії виробляється тепловими електростанціями з використанням такого палива, як вугілля, газ і нафта. Від спалювання твердого палива щорічно утворюються відходи у вигляді тонкодисперсного попелу і шлаків.

Дуже перспективним є застосування фосфогіпсу – одного з найбільш великотоннажних відходів виробництва добрив. Сьогодні фосфогіпс переробляється у невеликих кількостях на гіпсову в'язучу масу та вироби з неї, а також використовується як мінералізатор цементу. Одним з цікавих напрямів слід вважати використання цього виду відходів для виробництва сірчаної кислоти і вапна. Фосфогіпс на 92–96 % складається з сульфату кальцію. Піддаючи його термохімічному розкладу у присутності відновлювача, отримують вапно і сірчистий ангідрид. Проте найбільш перспективним слід визнати переробку апатитів у комплексні добрива методом азотнокислотного, а не сірчано-кислотного розкладу, як це прийнято зараз. Тоді фосфогіпс взагалі не буде утворюватися, а кінцевим продуктом стане вапно, потреба у якому дуже велика.

Теперішні масштаби використання відходів є незадовільними. Рівень використання таких великотоннажних відходів, як відходи вуглезбагачення, становить 11,8 %; фосфогіпс – 12,5; легнін – 28,3 %; шлаки сталеплавильні – 36,1; відходи флотажі вугілля – 2,7; відходи вуглевидобування – 13,1 %. Слід відзначити незадовільне використання вловлених у пилогазоочисних пристроях шкідливих інгредієнтів, утилізація яких (по одному із розглянутих напрямів регенерації) не перевищує 40 %.

Є відходи, які поки що дуже важко залучити у виробництво. Насамперед це стосується відходів кольорової металургії. Їх у десятки і навіть у сотні разів більше

на одиницю продукції, ніж у чорній металургії, у тисячі разів більше, ніж у інших галузях. Друга особливість кольорової металургії – необхідність використання отруйних речовин, що забруднюють відходи, а відповідно і навколишнє середовище. Найбільше поширені серед них сполуки важких металів, сірки, миш'яку, сурми, селену, телуру. Небезпечні також залишки самих кольорових металів, що потрапляють у відходи (свинцю, цинку, міді, кадмію, ртуті тощо).

Окрема проблема – шлаки кольорових металів. Їх вихід на одиницю металу, що виплавляється, дуже великий: на 1 т міді, наприклад, припадає 10–30 т шлаків, а на 1 т нікелю – 150 т шлаків, в той час як на 1 т чорних металів отримують лише 0,2–1,0 т шлаків. У шлаках кольорових металів дуже часто вміст деяких кольорових металів більший, ніж у вихідній руді, однак вилучення цих цінних елементів ускладнено через багатокomпонентність відходів. Завдання переробки шлаків за складністю і масштабами цілком співмірне із завданням освоєння нових родовищ.

Важливою також є утилізація вторинних текстильних та шкіряних матеріалів, полімерної сировини, макулатури, склобою тощо. Вторинні шкіряні матеріали застосовуються у випуску товарів народного споживання, використовуються для виготовлення клею, технічного жиру. Склобій, крім виробництва склотари і будівельної кераміки, може знайти застосування у шляховому будівництві і при виготовленні пористих наповнювачів теплоізоляційних матеріалів.

Регенерація рідких відходів (стічних вод) передбачає очищення їх від забруднень (у тому числі і теплового) з наступним поверненням у виробництво, тобто організацією замкнутого водовідного циклу. Можливе і повне їх очищення з поверненням у природні водойми за умови цілковитої екологічної безпеки.

Теплові відходи необхідно утилізувати, використовуючи як вторинні енергетичні ресурси.

Регенерація відходів сприяє вирішенню проблем мінімізації відходів, а у окремих випадках – досягненню цілковитої ліквідації їх. Однак відходоспоживання має свої обмеження внаслідок двох головних причин: кількість відходів часто перевищує реальні можливості їхнього споживання, а затрати на утилізацію їх бувають надто високі. Тому найбільш перспективним напрямом екологізації виробництва слід все-таки вважати розробку принципово нових маловідходних, а в ідеалі – безвідходних технологій.



8.2. ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВЗАЄМОДІЇ СУСПІЛЬСТВА ТА ПРИРОДИ

Зростання техногенного впливу на природу

Протягом багатьох століть штучні, тобто антропогенні, джерела забруднення навколишнього середовища не справляли помітного впливу на природні процеси, хоч окремі галузі індустрії, зокрема металургія і обробка металів, були досить поширені ще до нової ери. Найбільше значення у той час мали виробництва металів (міді, срібла, золота, свинцю, заліза, сурми, ртуті), скла, мила, гончарних виробів, фарб, хліба, вина і деяких інших продуктів. Як правило, названі продукти отримували в результаті окислювально-відновних реакцій. В атмосферу виділялись такі сполуки, як оксиди вуглецю, сірки і азоту, пари металів, особливо ртуті, у водойми потрапляли відходи фарбувальних та харчових виробництв.

У середні віки почався процес прискореного розвитку хімії у зв'язку з необхідністю отримання відносно великої кількості азотної та сірчаної кислот, селітри, пороху, мідного купоросу, поташу тощо. Перехід від феодальної роздрібненості до утворення єдиних держав з централізованою владою сприяв

подальшому прогресу металообробної промисловості і хімічної технології з одночасною концентрацією виробництва. Проте за об'ємом промислові викиди поступалися викидам від пічного опалення та каналізаційних стоків.

До XVIII ст. головними джерелами забруднення навколишнього середовища були побутові стічні води, а також продукти згорання палива, яке застосовувалось для опалення приміщень: оксиди вуглецю, сажа, попіл, а також сірчаний ангідрид у районах, де застосовувалося кам'яне вугілля. Накопичення відходів ще не могло істотно впливати на стан навколишнього середовища.

Інтенсивне забруднення середовища починається з розвитком капіталізму. З винаходом парової машини промисловість поступово стає дедалі більшим джерелом забруднення, оскільки різко зростає споживання палива. Розвиток чорної металургії спочатку на деревному вугіллі, а пізніше на коксі робить свій внесок у загальне забруднення атмосфери, інтенсифікується розвиток споріднених з металургією галузей, таких як видобування вугілля, видобування і виробництво концентратів та шихтових матеріалів, зрештою, виникає коксохімія, що спричинює різке зростання об'ємів промислових стічних вод і твердих відходів. У зв'язку з розвитком залізниць серйозним джерелом забруднення атмосфери стає транспорт. У цей період число інгредієнтів-забруднювачів поволі збільшується разом з ростом загальної кількості їх.

З появою двигунів внутрішнього згорання і великих теплових електростанцій, а також з подальшим розвитком хімічної промисловості якісний склад забруднювачів істотно змінився. У повітряний басейн почали викидатись значні кількості оксидів азоту, сполук свинцю, ртуті, аміак, сірководень, вуглеводні, альдегіди, бенз-а-пірен тощо, а у водойми – велика кількість різних хімічних сполук. Ростуть гори золошлакових відходів і терикони, з'являються перші „білі моря” содового виробництва, будуються шламонакоплювачі. Різка інтенсифікація руйнування навколишнього середовища відбулася після другої світової війни, що дала поштовх до нової науково-технічної революції. Техногенна діяльність, яка стала причиною зростання об'ємів залишкових продуктів і розширення масштабів забруднення навколишнього середовища, набула планетарного характеру. У XX ст. з надр Землі вилучено корисних копалин більше, ніж за всю історію цивілізації, починаючи з палеоліту. Більше половини видобутої за ці роки залізної руди, понад двох третин нафти, природного газу, калійних солей, фосфоритів, три чверті бокситів, тобто переважна частина корисних копалин, взята із Землі за останні 30 років. При цьому для потреб людства використовується лише 2–5 % видобутої природної речовини, решта 95–98 % потрапляє у відходи.

Щорічно у результаті спалювання палива в атмосферу поступає 20 млрд тонн оксиду вуглецю (IV). Тільки при згоранні вугілля і мазуту виділяється більше 150 млн тонн сірчистого газу. Кожен рік у ріки скидається близько 160 км³ промислових стоків. За рік у ґрунт вноситься понад 500 млн тонн мінеральних добрив і приблизно 3 млн тонн отрутохімкатів, третина яких змивається поверхневими стоками у водоймища. Надходження в поверхневі води, атмосферу і ґрунти різноманітних хімічних сполук, утворених у результаті виробничої діяльності, у десятки разів перевищує їхнє природне надходження. Однією з актуальних і серйозних проблем, що виникли в останні десятиріччя, є органічне забруднення навколишнього середовища. Насамперед це хлорвуглеці, діоксини, вуглеводні, поліциклічні хлорвуглеводні, які утворюються внаслідок згорання природного палива. Усі вони мають мутагенні та канцерогенні властивості.

Надходження забруднень у водойми відбувається різними шляхами. Одним із них є розмив відвалів, сховищ і промислових площ талими і дощовими водами. Вилуговування розчинних солей із твердих відходів істотно змінює в зонах

нагромадження їх мінералізацію підґрунтових та річкових вод. Інфільтрація забруднених вод у гірські породи викликає забруднення підземних вод.

Іншим потужним джерелом забруднення поверхневих та підземних вод є промислові, господарсько-побутові та інші стічні води індустріальних міст. Господарсько-побутові стічні води є найбільш стійкою і найменш піддатливою до скорочення категорією відходів міського господарства. Якщо скидання промислових стічних вод може порівняно швидко зменшитись внаслідок переходу на замкнуті системи водопостачання, то знизити господарсько-побутове водоспоживання таким шляхом досить важко. При максимальному очищенні міських стічних вод найбільш сучасними способами вилучення забруднювачів досягає 93 % вихідного їхнього вмісту. Однак при такому високому ступені очистки залишкова концентрація шкідливих речовин нерідко у кілька разів перевищує норми граничне допустимих концентрацій (ГДК). У зв'язку з цим важливо не тільки вдосконалювати очищення, а й скорочувати кількість відходів. Сумарна кількість забруднень, що вносяться у водотоки і водойми з поверхні урбанізованої території оцінюється у межах 8–15 % забруднень, що надходять з господарсько-побутовими стічними водами.

Джерела і види руйнування та забруднення навколишнього середовища

До головних факторів, що зумовлюють техногенне руйнування біосфери нашої планети, належать: демографічний вибух, індустріалізація та урбанізація Землі, хімізація сільського господарства, укрупнення тваринницьких господарств, розвиток транспорту та енергетики, різке збільшення видобутку корисних копалин, гонка озброєнь та війни.

Науково-технічний прогрес сприяв розвитку медицини, вдосконаленню медичного обладнання та медпрепаратів, а на перших порах – також загальному підвищенню життєвого рівня людей. Це спричинило відчутне зниження смертності і підвищення народжуваності у багатьох країнах, що, в свою чергу, зумовило різке збільшення народонаселення Земної кулі – демографічний вибух. Щоб забезпечувати зростаюче населення необхідними продуктами харчування і побуту, потрібно було різко збільшити масштаби і темпи природокористування, що викликало подальше руйнування та вичерпання природних ресурсів.

Індустріалізація планети, розвиток різних галузей промисловості, будівництво гігантських промислових об'єктів різко збільшили кількість шкідливих інгредієнтів і об'єми викидів промпідприємств у повітря та воду.

Промислові об'єкти здебільшого концентруються у великих населених пунктах. Через це індустріалізація стала причиною великомасштабного відтоку робочої сили з сільських місцевостей у міста, які перетворилися на потужні джерела забруднення навколишнього середовища. Крім інтенсивного забруднення атмосферного повітря викидами сконцентрованих на невеликій площі промпідприємств та транспортних засобів, міста у величезній кількості продукують тверді побутові відходи та рідкі каналізаційні стоки. На утилізацію сміття та очищення промислово-побутових стоків лише в США щорічно витрачаються мільярди доларів. Звалища сміття довкола міст є серйозними джерелами забруднення навколишнього середовища.

Загальне збільшення народонаселення при значному зменшенні кількості сільськогосподарських працівників зумовило необхідність якнайширшого застосування мінеральних добрив та хімічних засобів боротьби з шкідниками сільського та лісового господарства – гербіцидів, інсектицидів тощо. Це не могло не призвести до хімічного забруднення ґрунтів і поверхневих та підземних вод, а також атмосферного повітря. Ці процеси набрали особливо загрозливих масштабів у країнах колишнього СРСР внаслідок грубого порушення існуючих норм та

правил застосування хімічних препаратів та широкого використання препаратів, заборонених у всьому світі (наприклад, ДДТ, отрутохімікатів).

Різде зменшення питомої ваги зайнятих у сільському господарстві працівників спонукало також, особливо у державах колишнього соціалістичного табору, створення великих тваринницьких комплексів – свиноферм, птахоферм тощо, які стали потужними джерелами біологічного забруднення навколишнього середовища. Якщо на промислових підприємствах ще роблять більш чи менш вдалі спроби нейтралізувати шкідливі викиди, то біологічні стоки тваринницьких комплексів, як правило, взагалі не очищуються. Це призводить до забруднення водою хвороботворними мікроорганізмами та органічними речовинами, що викликає явище евтрифікації і веде до повного руйнування водних екосистем.

Сучасний транспорт не лише суттєво забруднює всі природні компоненти, а й споживає у величезних кількостях кисень атмосфери. Один потужний літак за годину польоту спалює кілька десятків тонн кисню. Автомобільний транспорт, який ще й досі застосовує двигуни внутрішнього згорання, забруднює своїми вихлопними газами атмосферне повітря. 70–80 % об'ємів забруднення повітряного басейну міст припадає саме на автомобілі. На віддалі 100–200 м обабіч шосейних доріг ґрунти і рослинність забруднені шкідливими хімічними речовинами понад усі допустимі норми. Потужними забруднювачами повітря є також тепловози, літаки та вертольоти. Водний транспорт, хоча і робить свій відчутний внесок у забруднення атмосферного повітря, є серйозним джерелом забруднення поверхневих вод, у які надходять горючі рідкі матеріали, мастила, побутові відходи тощо.

Бурхливий розвиток промисловості та стрімкий ріст міст вимагають постійного збільшення енергетичної бази. Тому в останні десятиріччя відбувалось швидке збільшення кількості і зростання потужності гідро- та теплоелектростанцій, а в ряді країн – й атомних електростанцій.

Гідроелектростанції на рівнинних річках, як це видно на прикладі Дніпра, внаслідок затоплення руйнують високопродуктивні геоекосистеми на великих площах і стають причиною „захворювання” водних екосистем через загнивання мілких водоюм, перенасичених синьозеленими водоростями, постійне обвалювання підтоплених берегів тощо. Теплоелектростанції інтенсивно забруднюють атмосферне повітря.

Вважають, що найменше забруднюють середовище атомні електростанції. Але при найменших аваріях вони загрожують стати потужними джерелами особливо небезпечного радіоактивного забруднення.

Розвиток промисловості та її енергетичної бази вимагає постійного забезпечення мінеральною сировиною. Це викликало необхідність у багаторазовому збільшенні масштабів видобутку корисних копалин, зокрема горючих – вугілля, газу, нафти. Гірничодобувна промисловість поряд з хімічною стала однією з найшкідливіших для навколишнього середовища і самої людини промислових галузей. При видобуванні і перероблюванні мінеральної сировини відбувається інтенсивне забруднення поверхневих та підземних вод, ґрунтів і атмосферного повітря. При цьому часто повністю руйнуються природні екосистеми на значних територіях та акваторіях. Кар'єри механічно знищують цілі природно-територіальні комплекси. З природного кругообігу вилучаються величезні площі родючих земель під промислові об'єкти, гідровідстойники, відвали та терикони, які самі по собі є небезпечними джерелами забруднення різних природних компонентів.

Виникнення тоталітарних режимів і зумовлене цим різке зростання політичного та ідеологічного протистояння у світі викликало у ХХ ст. нестримну гонку озброєнь, що супроводжувалось виготовленням у непомірних масштабах знарядь масового знищення. У багатьох країнах основні виробничі потужності почали працювати не на мирні потреби суспільства, а на війну. Вже сама військова

індустрія стала надпотужним джерелом забруднення і руйнування біосфери нашої планети. Величезні шкідливі відходи підприємств військово-промислового комплексу, відчуження значних територій під військові об'єкти, бази та полігони, масштабні руйнування навколишнього середовища під час військових маневрів — ось лише далеко неповний перелік негативного військового впливу на природу у мирний час.

Під час воєн цей руйнівний вплив зростає у багато разів. Яскравою ілюстрацією цього є недавня іраксько-кувейтська війна, коли висадження у повітря нафтових терміналів і підпалювання нафтових свердловин призвели до екологічної катастрофи регіонального, якщо не глобального масштабу. Слід також пам'ятати, що ще й досі існує загроза ракетно-ядерної війни, яка здатна знищити не лише нашу цивілізацію, але й взагалі людство на Землі.

Негативний техногенний вплив на природу складається з механічного руйнування природно-територіальних комплексів та розмаїтого забруднення різних природних компонентів: ґрунтів, підґрунтя, поверхневих та підземних вод, рослинного покриву та атмосферного повітря.

Характеристика різноманітних впливів на довкілля

Механічне руйнування

Механічне руйнування навколишнього середовища відбувається в кар'єрах при видобутку корисних копалин відкритим способом; внаслідок перекриття ґрунтово-рослинного покриву техногенними відкладами; при будівництві інженерних споруд, промислових та житлових будівель; при прокладанні шляхопроводів, продуктопроводів, ліній високовольтних електропередач особливо в гірських місцевостях; при видобутку корисних копалин у підземних гірничих виробках, що викликають осідання поверхні землі на значних площах, тощо.

До головних видів забруднення навколишнього середовища належать: хімічне, радіоактивне, механічне, теплове, електромагнітне та акустичне забруднення.

Хімічне забруднення

Хімічне забруднення охоплює повітря, ґрунти, рослинність, поверхневі та підземні води. Повітряний басейн забруднюють димові викиди промислових підприємств та теплових електростанцій, вихлопні гази транспортних засобів, продукти samozагорання сміттєзвалищ та териконів вугільних шахт. При цьому в атмосферу потрапляють: отруйні газоподібні речовини (оксиди сірки, оксиди азоту, сполуки фтору і хлору, сірководень, оксид вуглецю, бенза-пірен та інші вуглеводні, аміак тощо); тверді аерозолі (вугільний та цементний пил, зола, сульфіді і сульфати заліза, міді, цинку, свинцю та інших металів, кремнезем, хлориди, сполуки кальцію, натрію, фтору тощо), рідкі аерозолі (пари кислот, феноли тощо).

Частина речовин, що забруднюють повітря, згодом осідає на земну поверхню і хімічно забруднює ґрунти, рослинність та поверхневі води. Крім того, рослинно-ґрунтовий покрив інтенсивно забруднюється отрутохімікатами та мінеральними добривами, особливо при порушенні норм і правил їхнього застосування.

Основним джерелом хімічного забруднення поверхневих, а також підземних вод, що з ними гідравлічне пов'язані, є господарсько-побутові стоки населених пунктів, виробничі стоки промпідприємств, побутові стоки населених пунктів, виробничі стоки промпід-1 підприємств, рідкі стоки тваринницьких комплексів, гідровідстійники та шламонакоплювачі. Води морів та океанів особливо інтенсивно забруднюються при розвідуванні та експлуатації підводних нафтових родовищ, при очищенні та аваріях танкерів, що перевозять нафтопродукти. Підземні води забруднюються передусім брудними поверхневими водами, з якими вони гідравлічне зв'язані, а також буровими розчинами і нафтопродуктами при розвідувально-експлуатаційному бурінні.

Радіоактивне забруднення

Радіоактивне забруднення повітря та інших природних компонентів відбувається при випробуванні ядерної зброї в атмосфері, а також внаслідок аварій атомних електростанцій. Істотно забруднюється навколишнє середовище при видобуванні і перероблюванні уранових руд, складуванні радіоактивних відходів. Особливо небезпечними для організмів є радіонукліди ^{90}Sr та ^{137}Cs .

Механічне забруднення

Механічне забруднення середовища відбувається при складуванні господарсько-побутових твердих відходів (сміття), твердих відходів промідприємств та шахт, при перекиванні рослинно-грунтового покриву техногенними відкладами тощо. Про величезні масштаби цього забруднення свідчить хоча б той факт, що в наш час на кожного мешканця великого міста припадає на рік 1 м^3 сміття, до складу якого входить папір, металевий брухт, скло, полімерні матеріали тощо.

Антропогенні тверді відходи поділяються на перероблювані та неперероблювані. Особливо небезпечними для навколишнього середовища є неперероблювані відходи, які не розкладаються в приповерхневих умовах на прості хімічні сполуки під дією хімічного вивітрювання та життєдіяльності бактерій і не включаються у природний кругообіг речовин.

Теплове забруднення

Теплове забруднення навколишнього середовища відбувається переважно внаслідок недосконалих методів утилізації тепла. Джерелами тепла на виробництві є печі, паро- і теплопроводи. Найбільша кількість тепла виділяється при процесах, пов'язаних з нагріванням, плавленням, випіканням матеріалів, а також у районах, де розміщено теплоелектроцентралі, теплові електростанції, котельні установки. У цих випадках частина енергії, яка повинна витратитися на технологічні процеси, перетворюється на теплову і розсіюється в зовнішнє середовище. Як наслідок, формуються зони, в яких температура повітря є вищою на кілька градусів, зокрема у великих містах.

Електромагнітні забруднення

Електромагнітні забруднення проявляються, в основному, в атмосфері. Загальновідомо, що навколо провідника із струмом виникають одночасно електричне і магнітне поля. При змінному струмі ці поля пов'язані одне з одним і розглядаються як єдине електромагнітне поле. Електромагнітне поле змінюється з цією ж частиною, що і змінний струм, який його утворює. В промисловості широке розповсюдження знаходять електричні поля високої частоти.

Електромагнітне поле високих і надвисоких частот має властивість розповсюджуватись у просторі з швидкістю, близькою до швидкості світла. Джерелами електромагнітного забруднення навколишнього простору є генератори струму високих ($3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^6$ Гц), ультрависоких ($3 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^8$ Гц) та надвисоких ($3 \cdot 10^8 - 3 \cdot 10^{11}$ Гц) частот, високочастотні установки нагрівання матеріалів, установки радіо- і телевізійних центрів, зв'язку. Електромагнітне поле має здатність викривлюватися (деформуватися) в просторі під дією металевих предметів інших установок та споруд. Значні викривлення електромагнітного поля спостерігаються при розповсюдженні радіохвиль в умовах населених пунктів. Електромагнітне поле, особливо надвисоких частот, має негативний вплив на організм людини та роботу інших систем. Так, при наявності зовнішніх електромагнітних полів можуть утворюватись наведення в освітлюваній мережі, системах телефонного зв'язку, металевих предметах, батареях центрального опалення. Методом захисту від негативного впливу електромагнітного поля є

екранування високочастотних елементів у блоках передавачів радіостанцій і телецентрів, високочастотних фільтрів, антенних пристроїв.

Акустичні забруднення

До акустичних забруднень відносяться шумові, інфразвукові та вібраційні забруднення. Шум – одна з форм фізичного (хвильового) забруднення природного середовища, що виникає внаслідок коливних змін тиску повітря. Пристосуватись до шуму організм людини практично нездатний, тому регулювання і обмеження шумового забруднення навколишнього середовища – важливий і обов'язковий захід.

Природний шумовий фон становить 30–60 дБ. До нього в сучасних умовах додаються виробничі і транспортні шуми, рівень яких нерідко перевищує 100 дБ, створюючи акустичні перевантаження. Звук з частотою, вищою за 20000 Гц, кваліфікуються як ультразвук. Вони не сприймаються людиною як звуки, але мають негативний вплив на стан здоров'я. Хвилі з частотою 20 Гц організм людини сприймає як вібрацію. Джерела вібрації – різні промислові і транспортні машини (мотори, станки, вентилятори, насоси).



8.3. МАЛОВІДХОДНІ ТА БЕЗВІДХОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Концепція безвідходного виробництва

В міру розвитку сучасного виробництва з його масштабністю і темпами росту, велику актуальність здобувають проблеми розробки і впровадження мало- і безвідходних технологій. Їх рішення в ряді країн розглядається як стратегічний напрямок раціонального використання природних ресурсів і охорони навколишнього середовища.

“Безвідходна технологія – це такий метод виробництва продукції, при якому сировина й енергія використовуються найбільш раціонально і комплексно в циклі: сировинні ресурси – виробництво – споживання – вторинні ресурси, і будь-які впливи на навколишнє середовище не порушують її нормального функціонування”. Це формулювання не повинне сприйматися абсолютно, тобто не треба думати, що виробництво можливе без відходів. Уявити собі абсолютно безвідходне виробництво просто неможливо, такого й у природі немає. Однак відходи не повинні порушувати нормальне функціонування природних систем. Іншими словами, ми повинні виробити критерії непорушного стану природи. Створення безвідходних виробництв відноситься до дуже складного і тривалого за терміном процесу, проміжним етапом якого є маловідходне виробництво. Під маловідходним виробництвом варто розуміти таке виробництво, результати впливу якого на навколишнє середовище не перевищують рівня, припустимого санітарно-гігієнічними нормами, тобто ГДК. При цьому з технічних, економічних, організаційних чи інших причин частина сировини і матеріалів може переходити у відходи і направлятися на тривале збереження або поховання.

Критерії безвідходності

Підприємства, що порушують санітарні й екологічні норми, не мають права на існування і повинні бути реконструйовані чи закриті, тобто всі в перспективі підприємства повинні бути маловідходними і безвідходними. Однак виникає питання, яка припустима частина сировини і матеріалів при маловідходному виробництві може направлятися на тривале збереження або поховання? У цьому зв'язку в ряді галузей промисловості вже маютья кількісні показники оцінки безвідходності. Так, у кольоровій металургії широко використовується коефіцієнт комплексності, обумовлений часткою корисних речовин (%), що використовуються

з загального об'єму сировини. У ряді випадків він уже перевищує 80%. У вугільній промисловості введений коефіцієнт безвідходності виробництва: $K_{бп} = 0.33 \times (K_{бт} + K_{бж} + K_{бг})$, де $K_{бт}$, $K_{бж}$, $K_{бг}$ – коефіцієнти використання відповідно породи, що утвориться при гірських роботах, води, що попутно забирається, при видобутку вугілля (сланцю) і використання пылегазовых відходів.

Як відомо, видобуток вугілля є одним із самих матеріалоемких і екологічно складних у народному господарстві процесів. Для цієї галузі встановлено, що виробництво є безвідхідним (вірніше – маловідхідним), якщо коефіцієнт безвідходності перевищує 75%. У випадку використання відвалів минулих років, коефіцієнт безвідходності може бути більш 100%. Імовірно, у першому наближенні для практичних цілей значення коефіцієнта безвідходності (чи коефіцієнта комплексності), рівне 75% і вище, можна прийняти як кількісний критерій маловідходного, а 95% – безвідхідного виробництва й у ряді інших матеріалоемких галузях народного господарства. При цьому, безумовно, повинна враховуватися токсичність відходів.

Безвідхідна технологія – це ідеальна модель виробництва яка в більшості випадків у даний час реалізується не повною мірою, а лише частково (звідси стає ясним і термін “маловідходна технологія”). Однак уже зараз мають бути приклади цілком безвідхідних виробництв. Так, протягом багатьох років в Росії на Волховському і Пикалевському глиноземних заводах переробляють нефелин на глинозем, соду, поташ і цемент по практично безвідхідних технологічних схемах. Причому експлуатаційні витрати на виробництво глинозему, соди, поташу і цементу, які отримують з нефелінової сировини, на 10–15% нижче витрат при отриманні цих продуктів іншими промисловими способами.

Принципи безвідходних технологій

При створенні безвідходних виробництв потрібно вирішувати ряд складних організаційних, технічних, технологічних, економічних, психологічних і інших задач. Для розробки і впровадження безвідхідних виробництв можна виділити ряд взаємозалежних принципів. Основним є принцип системності. Відповідно до нього кожен окремих процес виробництва розглядається як елемент динамічної системи усього промислового виробництва в регіоні і на більш високому рівні як елемент еколого-економічної системи в цілому, що включає крім матеріального виробництва й іншої господарсько-економічної діяльності людини, природне середовище (популяції живих організмів, атмосферу, гідросферу, літосферу, біогеоценози, ландшафти), а також людину і середовище її існування. Таким чином, принцип системності, що лежить в основі створення безвідхідних виробництв, повинний враховувати існуючу і взаємозв'язок, що підсилюється взаємозв'язком виробничих, соціальних і природних процесів. Іншим найважливішим принципом створення безвідхідного виробництва є комплексність використання ресурсів. Цей принцип вимагає максимального використання всіх компонентів сировини і потенціалу енергоресурсів. Як відомо, практично вся сировина є комплексною, і в середньому більш третини її кількості складають супутні елементи, що можуть бути вилучені тільки при комплексній переробці. Так, уже в даний час майже все срібло, вісмут, платина і платиноїди, а також більш 20% золота одержують одночасно при переробці комплексних руд.

Одним із загальних принципів створення безвідхідного виробництва є циклічність матеріальних потоків. До найпростіших прикладів циклічних матеріальних потоків можна віднести замкнуті водо- і газозворотні цикли. В підсумку послідовне застосування цього принципу повинне привести до формування спочатку у відділових регіонах, а згодом і у всієї техносфері свідомо організованого і регульованого техногенного круговороту речовини і зв'язаних з

ним перетворень енергії. Як ефективні шляхи формування циклических матеріальних потоків і раціонального використання енергії можна вказати на комбінування і кооперацію виробництв, створення ТПК, а також розробку і випуск нових видів продукції з обліком требо-ваний повторного її використання.

До не менш важливих принципів створення безвідхідного виробництва необхідно віднести вимогу обмеження впливу виробництва на навколишнє природне і соціальне середовище з обліком планомірного і цілеспрямованого росту його обсягів і екологічної досконалості. Цей принцип у першу чергу зв'язаний зі збереженням таких природних і соціальних ресурсів, як атмосферне повітря, вода, поверхня землі, здоров'я населення. Варто підкреслити, що реалізація цього принципу здійсненна лише в сполученні з ефективним моніторингом, розвинутим екологічним нормуванням і багатоланковим керуванням природокористування.

Загальним принципом створення безвідхідного виробництва є раціональність його організації. Визначальними тут є вимоги розумного використання всіх компонентів сировини, максимального зменшення енерго-, матеріало- і трудомісткості виробництва та пошук нових екологічно обґрунтованих сировинних і енергетичних технологій, з чим багато в чому зв'язане зниження негативного впливу на навколишнє середовище і нанесення їй збитку, включаючи суміжні галузі народного господарства. Кінцевою метою в даному випадку варто вважати оптимізацію виробництва одночасно по енерготехнологічним, економічним і екологічним параметрам. Основним шляхом досягнення цієї мети є розробка нових і удосконалення існуючих технологічних процесів і виробництв. Одним із прикладів такого підходу до організації безвідхідного виробництва є утилізація піритних недогарків – відходу виробництва сірчаної кислоти. В даний час піритні недогарки цілком йдуть на виробництво цементу. Однак найцінніші компоненти піритних недогарків – мідь, срібло, золото, не говорячи вже про залізо, не використовуються. У той же час уже запропонована економічно вигідна технологія переробки піритних недогарків (наприклад, хлорна) з одержанням міді, благородних металів і заліза.

В усій сукупності робіт, зв'язаних з охороною навколишнього середовища і раціональним освоєнням природних ресурсів, необхідно виділити головні напрямки створення мало- і безвідхідних виробництв. До них відносяться комплексне використання сировинних і енергетичних ресурсів; удосконалення існуючих і розробка принципово нових технологічних процесів і виробництв та відповідного устаткування; упродовження водо- і газозворотних циклів (на базі ефективних газо- і водоочисних методів); кооперація виробництва з використанням відходів одних виробництв як сировину для інших і створення безвідхідних ТПК.

Вимоги до безвідхідного виробництва

На шляху удосконалення існуючих і розробки принципово нових технологічних процесів необхідне дотримання ряду загальних вимог:

- здійснення виробничих процесів при мінімально можливому числі технологічних стадій (апаратів), оскільки на кожній з них утворюються відходи, і губиться сировина;
- застосування безупинних процесів, що дозволяють найбільш ефективно використовувати сировину й енергію;
- збільшення (до оптимуму) одиничної потужності агрегатів;
- інтенсифікація виробничих процесів, їх оптимізація й автоматизація;
- створення енерготехнологічних процесів. Сполучення енергетики з технологією дозволяє повніше використовувати енергію хімічних перетворень, заощаджувати енергоресурси, сировину і матеріали а також збільшувати

продуктивність агрегатів. Прикладом такого виробництва служить крупнотонажне виробництво аміаку по енерготехнологічній схемі.

Основні напрямки безвідходної та маловідходної технології

При сучасному рівні розвитку науки і техніки без втрат практично обійтися неможливо. У міру того як буде удосконалюватися технологія селективного поділу і взаємоперетворення різних речовин, втрати будуть постійно зменшуватися.

Промислові виробництва які працюють без матеріальних відходів вже існують в цілих галузях, однак частка їх поки мала. Про які нові технології можна вести розмову, якщо з 1985 р. – початку перебудови і до нинішнього часу економічний розвиток при переході до ринку йде напосади; частка зносу основних виробничих фондів постійно збільшується, в окремих виробництвах складає 80–85%. Технічне переозброєння виробництв призупинилося. Разом з тим, ми зобов'язані займатися проблемою безвідходного і малого–відходного виробництва, тому що при наростаючих темпах нагромадження відходів населення може виявитися завалено смітниками промислових і побутових відходів і залишитися без питної води, досить чистого повітря і плодородних земель. Промислові комплекси багатьох міст можуть розширитися далі і перетворити Україну в малопристосовану до життя територію.

Сучасна технологія досить розвинута, щоб у цілому ряді виробництв і галузей промисловості призупинити зростання кількості відходів. І в цьому процесі держава повинна взяти на себе роль керівника й у плановому порядку розробити і реалізувати комплексну державну програму впровадження безвідходних виробництв і переробки відходів, що зібралися на теренах України.

Назвемо основні наявні напрямки і розробки безвідходної і маловідходної технології в окремих галузях промисловості.

Енергетика

В енергетиці необхідно ширше використовувати нові способи спалювання палива, наприклад, такі, як спалювання в киплячому шарі, що супроводжується зниженням вмісту забруднюючих речовин у продуктах горіння, втілення розробок по очищенню від оксидів сірки й азоту газових викидів; досягти експлуатації пилеочисного устаткування з максимально можливим КПД, при цьому зола, що утвориться, ефективно використовувати як сировину при виробництві будівельних матеріалів і в інших виробництвах.

Гірська промисловість

У гірській промисловості необхідно: упроваджувати розроблені тех–нології по повній утилізації відходів, як при відкритому, так і при під–земному способі видобутку корисних копалин; ширше застосовувати геотехноло–гические методи розробки родовищ корисних копалин, прагнучи при цьому до витягу на земну поверхню тільки цільових компонентів; використовувати безвідходні методи збагачення і переробки природної сировини на місці його видобутку; ширше застосовувати гідрометалургійні методи переробки руд.

Металургія

У чорній і кольоровій металургії при створенні нових підприємств і реконструкції діючих виробництв необхідне впровадження безвідходних і маловідходних технологічних процесів, що забезпечують ощадливе, раціональне використання рудної сировини:

- залучення в переробку газоподібних, рідких і твердих відходів виробництва,
- зниження викидів і скидань шкідливих речовин з продуктами горіння і стічними водами;
- при видобутку і переробці руд чорних і кольорових металів – широке впровадження використання багатотонажних відвальних твердих відходів гірського і збагачувального виробництва як будівельні матеріали, закладки виробленого

простору шахт, дорожніх покриттів, стінних блоків і т.д. замість добування спеціальних мінеральних ресурсів;

- переробка в повному обсязі всіх доменних і ферросплавних шлаків, а також істотне збільшення масштабів переробки сталеплавильних шлаків і шлаків кольорової металургії;

- різке скорочення витрат свіжої води і зменшення стічних вод шляхом подальшого розвитку і впровадження безводних технологічних процесів і безстічних систем водопостачання;

- підвищення ефективності існуючих і знову створюваних процесів уловлювання побічних компонентів з газів, що відходять, і стічних вод;

- широке впровадження сухих способів очищення газів від пилу для усіх видів металургійних виробництв і вишукування більш розроблених способів очищення газів, що відходять;

- утилізація слабких (менш 3,5% сірки) сірковмістких газів перемінного складу шляхом упровадження на підприємствах кольорової металургії ефективного способу – окислювання сірчистого ангідриду в нестационарному режимі подвійного контактування;

- на підприємствах кольорової металургії прискорення впровадження ресурсозберігаючих автогенних процесів і в тому числі плавки в рідкій ванні, що дозволить не тільки інтенсифікувати процес переробки сировини, зменшити витрату енергоресурсів, але і значно оздоровити повітряний басейн у районі дії підприємств за рахунок різкого скорочення обсягу газів, що відходять, і держати висококонцентровані сіркомісткі гази, що використовують у виробництві сірчаної кислоти і елементарної сірки;

- розробка і широке впровадження на металургійних підприємствах високоефективного очисного устаткування, а також апаратів контролю різних параметрів забруднення навколишнього середовища;

- найшвидша розробка і впровадження нових прогресивних маловідхідних і безвідхідних процесів, маючи на увазі бездоменний і бескоксовий процеси одержання сталі, порошкову металургію, автогенні процеси в кольоровій металургії й інші перспективні технологічні процеси, спрямовані на зменшення викидів у навколишнє середовище;

- розширення застосування мікроелектроніки, АСУ, АСУ ТП у металургії з метою економії енергії і матеріалів, а також контролю утворення відходів і їх скорочення.

Хімічна і нафтопереробна промисловість

У хімічній і нафтопереробній промисловості в більш великих масштабах необхідно використовувати в технологічних процесах:

- окислювання і відновлення з застосуванням кисню, азоту і повітря;

- електрохімічні методи, мембранну технологію поділу газових і рідинних сумішів;

- біотехнологію, включаючи виробництво біогазу з залишків органічних продуктів, а також методи радіаційної, ультрафіолетової, електроімпульсної і плазменої інтенсифікації хімічних реакцій.

Машинобудування

У машинобудуванні в області гальванічного виробництва варто направляти науково-дослідну діяльність і розробки на водоочистку, переходити до замкнених процесів рециркуляції води і вилучення металів зі стічних вод; в області обробки металів ширше впроваджувати одержання деталей із прес-порошків.

Паперова промисловість

У паперовій промисловості необхідно в першу чергу:

- впроваджувати розробки по скороченню на одиницю продукції витрат свіжої води, віддаючи перевагу створенню замкнених і безстічних систем промислового водопостачання;
- максимально використовувати екстрагуючі сполуки, що містяться в деревній сировині для одержання цільових продуктів;
- вдосконалення процесів по відбілюванню целюлози за допомогою кисню й озону;
- поліпшувати переробку відходів лісозаготівель біотехнологічними методами в цільові продукти;
- забезпечувати створення потужностей по переробці паперових відходів, у тому числі макулатури.

Переробка і використання відходів

Відходи виробництва – це залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, хімічних сполук, що утворилися при виробництві продукції чи виконанні робіт (послуг) які втратили цілком чи частково вихідні споживчі властивості. Відходи споживання це вироби і матеріали, що втратили свої споживчі властивості в результаті фізичного чи морального зносу. Відходи виробництва і споживання є вторинними матеріальними ресурсами (ВМР), що у даний час можуть удруге використовуватися в народному господарстві.

Відходи бувають токсичні і небезпечні. Токсичні і небезпечні відходи – це такі відходи в яких утримуються шкідливі речовини у такій кількості чи в таких концентраціях, що вони представляють потенційну небезпеку для здоров'я людини чи навколишнього середовища.

В Україні щорічно утворюється більше 2 млрд тонн відходів, при цьому удруге використовуються тільки близько 28%. З загального обсягу використовуваних відходів близько 80% – розкривні породи і відходи збагачення – направляються для закладки виробленого простору шахт і кар'єрів; 2% – знаходять застосування як паливо і мінеральні добрива, і лише 18% використовуються в якості вторинної сировини.

На теринах України у відвалах і сховищах накопичено значну кількість твердих відходів, при цьому вибуваються з господарського обороту сотні тисяч гектарів земель. Сконцентровані у відвалах, хвостосховищах і смітниках відходи є джерелами забруднення поверхневих і підземних вод, атмосферного повітря, ґрунтів і рослин.

Особливу тривогу викликає нагромадження у відвалах і смітниках токсичних і екологічно небезпечних відходів, що може привести до незворотного забруднення навколишнього середовища. В Україні щорічно утворюється значна кількість високотоксичних відходів, з них переробляється і знешкоджується лише 18%.

Варто також виділити проблеми, пов'язані з утворенням твердих побутових відходів (ТПВ) і опадів стічних вод. Щорічно в нашій країні утворюється близько 50 млн.м³ ТПВ. Велика кількість приміських земель відчужені для розміщення полігонів ТПВ, не зважаючи на безліч “диких” смітників. Проблема переробки ТПВ в Україні вирішується низькими темпами, в багатьох великих містах відсутні смітпереробні та сміттєспалювальні заводи. Що стосується твердих осадів стічних вод, то вони різноманітні по якісному складі і властивостям і містять значні кількості іонів важких металів, токсичних органічних і мінеральних з'єднань, нафтопродуктів. На переважній більшості очисних споруджень не вирішені питання видалення і переробки осаду, що приводить до неконтрольованого скидання рідких токсичних відходів у водоймища.

Велика частка забруднення навколишнього середовища – неорганізовані звалища навколо садових кооперативів і дачних ділянок. У багатьох містах у кожному

дворі, навколо кожного будинку утворилися величезні “поклади” побутових відходів. У ряді міст випадково були виявлені підземні озера мастил, дизельного палива.

Від неврахованих скидань гинуть малі ріки. Усі ці приклади можна віднести до неврахованих забруднень навколишнього середовища — це хронічна екологічна безгосподарність. Якщо умовно прийняти за 100% загальне екологічне безладдя, то значна його частина — 30–40% приходить на наслідки місцевої безгосподарності. Це величезний резерв поліпшення сфери існування людини. Проблема переробки відходів, що скопичуються, стає в сучасних умовах однією з першочергових проблем, які необхідно вирішувати негайно для збереження навколишнього середовища і свого персонального здоров'я.



8.4. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ АТМОСФЕРИ ВІД ПРОМИСЛОВИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Основні методи очищення та знешкодження газових викидів

Загальна характеристика та класифікація газових викидів

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря є промислові підприємства, транспорт, теплові електростанції, тваринницькі комплекси. Кожний з цих джерел зв'язаний з виділенням великої кількості специфічних токсичних речовин, що іноді не піддаються відразу ідентифікації.

Забруднення в атмосферу можуть надходити з джерел чи безупинно періодично, чи залпами миттєво. У випадку залпових викидів за короткий проміжок часу (частки секунди) у повітря виділяється велика кількість шкідливих речовин іноді на значну висоту. Залпові викиди можливі при аваріях і підривних роботах, при спалюванні швидкопалаючих відходів виробництва на спеціальних площадках знищення.

Таким чином, з газами, що відходять, в атмосферу надходять тверді, рідкі, паро- і газоподібні органічні і неорганічні речовини, тому по агрегатному стані забруднення підрозділяють на тверді, рідкі, газоподібні і змішані.

Гази промисловості, що відходять, утримуючі зважені тверді чи рідкі частки, являють собою двухфазні системи. Суцільною фазою в системі є гази, а дисперсної — тверді чи частки крапельки рідини. Такі аеродисперсні системи називають аерозолями, що розділяють на пилу, що містять тверді частки розміром 5–50 мкм, дими, розміром 0,1–5 мкм і тумани, що складаються з крапельок рідини розміром 0,3–5 мкм і утворюються в результаті конденсації пару чи при розпиленні рідини в газі.

Газові викиди класифікують:

- по організації відводу і контролю — на організовані і неорганізовані;
- по температурі — на нагріті (температура газопилуватої суміші вище температури повітря) і холодні;
- по ознаках очищення — на викидаються без очищення (організовані і неорганізовані) і після очищення (організовані).

Організований промисловий викид надходить в атмосферу через спеціально споруджені газоходи, труби, а неорганізований — у виді ненаправлених потоків газу в результаті порушення герметичності устаткування, чи відсутності незадовільної роботи устаткування по відсмоктуванню газу в місця завантаження, вивантаження і збереження продукту.

Для зниження забруднення атмосфери від промислових викидів удосконалюють технологічні процеси, здійснюють герметизацію технологічного устаткування, застосовують пневмотранспорт, будують різні очисні спорудження.

Найбільш ефективним напрямком зниження викидів є створення безвідхідних технологічних процесів, що передбачають упровадження замкнутих газоподібних потоків.

Основним засобом запобігання шкідливих викидів є системи очищення газів, тобто відділення від газу чи перетворення в нешкідливий стан забруднюючої речовини, що надходить від промислового джерела.

Характеристика методів очищення. Для знешкодження аерозолей (пилів і туманів) використовуються сухі, мокрі й електричні методи. Крім того, апарати відрізняються друг від друга по конструкції і за принципом осадження зважених часток. В основі роботи сухих апаратів лежать гравітаційні, інерційні і відцентрові механізми чи охолодження фільтраційні механізми. У мокрих пиловловлювачах здійснюється контакт запилених газів з рідиною, при цьому осадження відбувається на краплі, на поверхню газових чи міхурів на плівку рідини. У електрофільтрах відділення заряджених часток аерозоля відбувається на осаджувальних електродах. Вибір методу й апарата для уловлювання аерозолів залежить від їхнього дисперсного складу.

Для знешкодження газів, що відходять, від газоподібних і пароподібних токсичних речовин застосовують методи: абсорбції (фізичної і хемосорбції), адсорбції, каталітичної, термічної, конденсації, компримирування.

Абсорбційні методи очищення газів, що відходять, підрозділяються по ознаках:

- по абсорбуючому компоненті,
- по типі застосовуваного абсорбенту,
- по характері процесу – з циркуляцією і без циркуляції газу,
- по використанню абсорбенту – з регенерацією і поверненням його в цикл (циклічні) і без регенерації (не циклічні),
- по використанню компонентів, що уловлюються – з рекуперацією і без рекуперації,
- по типі рекуперуючого продукту,
- по організації процесу – періодичні і безупинні,
- по конструктивних типах абсорбційної апаратури. Для фізичної абсорбції на практиці застосовують воду, органічні

розчинники, що не вступають у реакцію з газом, що витягається, і водяні розчини цих речовин. При хемосорбції як абсорбент використовують водяні розчини солей і лугів, органічні речовини і водяні суспензії різних речовин.

Вибір методів очищення залежить від концентрації компонента, що витягається, у газах, що відходять, обсягу і температури газу, змісту домішок, наявності хемосорбентів, можливості використання продуктів рекуперації, необхідної ступеня очищення.

Адсорбційні методи очищення газів використовують для видалення з них газоподібних і пароподібних домішок. Методи засновані на поглинанні домішок пористими тілами—адсорбентами. Процеси очищення проводять у періодичних чи безупинних адсорбентах. Перевагою методу є високий ступінь очищення, а недоліком – неможливість очищення запилених газів.

Каталітичні методи очищення засновані на хімічних перетвореннях токсичних компонентів у нетоксичні на поверхні твердих каталізаторів. Очищенню піддаються гази, що не містять пилу і каталізаторних отрут. Методи використовуються для очищення газів від оксидів азоту, сірки, вуглецю й органічних домішок, що проводять у реакторах різної конструкції.

Термічні методи (методи прямого спалювання) застосовують для знешкодження газів від легкоокислюваних токсичних і домішок, що дурнопахнуть. Методи засновані на спалюванні палих домішок у топках чи печей смолоскипових пальниках. Перевагою методу є простота апаратури, універсальність використання, недоліками — додаткова витрата палива при спалюванні низькоконцентрованих газів і необхідність додаткового абсорбційного чи адсорбційного очищення газів після спалювання.

Поряд з іншими методами для уловлювання пар летучих розчинників використовують методи конденсації і компримирування.

В основі **методу конденсації** лежить явище зменшення тиску насиченої пари розчинника при зниженні температури. Проведення процесу очищення пароповітряних сумішей методом конденсації ускладнено змістом пар летучих розчинників, що перевищують нижню межу їх вибуховості, крім того, високі витрати холодильного агента електроенергії і низький відсоток конденсації пар розчинників (70–90%) робить подібний метод очищення нерентабельним і маловикористовувемим.

Метод компримирування базується на тім же явищі, що і метод конденсації, але стосовно до пар розчинників, що знаходяться під надлишковим тиском. Однак метод компримирування більш складний в апаратурному оформленні, тому що в схемі уловлювання пар розчинників необхідний компримируючий агрегат. Крім того, він зберігає всі недоліки, властивому методу конденсації, і не забезпечує можливість уловлювання пар летучих розчинників при їхніх низьких концентраціях.

Очищення газу від пилу та аерозолей

Обладнання та методи очищення газу від пилу. Класифікація пиловловлюючого устаткування заснована на принципових особливостях процесу відділення твердих часток від газової фази:

- устаткування для уловлювання пилу сухим способом, до якого відносяться циклони, вихрові циклони, динамічні пиловловлювачі, жалюзійні і ротаційні пиловловлювачі, фільтри, електрофільтри;

- устаткування для уловлювання пилу мокрим способом, до якого відносяться скрубери, пінні апарати й ін.

Циклонні апарати найбільш поширені в промисловості і характеризуються:

- відсутністю частин, що рухаються, в апараті,
- надійністю роботи при температурі газів до 500°C (циклони виготовляються зі спеціальних матеріалів),
- можливістю уловлювання абразивних матеріалів при захисті внутрішніх поверхонь циклонів спеціальними покриттями,
 - уловлюванням пилу в сухому виді,
 - майже постійним гідравлічним опором апарата,
 - успішною роботою при високих тисках газів,
 - простотою виготовлення,
 - збереженням високої фракційної ефективності очищення при збільшенні запилованості газів.

Недоліками використання циклонних апаратів є високий гідравлічний опір (1250–1500 Па), погане уловлювання часток розміром < 5 мкм а також неможливість використання для очищення газів від липких забруднювачів.

По способі підведення газів в апарат циклони класифікують зі спіральним, тангенціальним, гвинтоподібним і осьовим підведенням. Найбільш кращим є підведення газів по спіралі, однак у практиці можуть використовуватися всі способи в однаковій мірі.

Принцип роботи циклона наступний. Газ обертається усередині циклона, рухаючи зверху вниз, а потім рухається нагору. Частки пилу відкидаються відцентровою силою до стінки, що у тисячі разів перевищує силу ваги і тому навіть маленькі частки пилу не в змозі впливати за газом.

Ефективність уловлювання часток пилу в циклоні прямо пропорційна швидкості газів і обернено пропорційна діаметру апарата. Процес доцільно вести при великих швидкостях і невеликих діаметрах, однак збільшення швидкості може привести до віднесення пилу з циклона і різкому збільшенню гідравлічного опору. Тому доцільно збільшувати ефективність циклона за рахунок зменшення діаметра апарата, а не за рахунок росту швидкості газів. Оптимальне співвідношення $H/D_{\text{ц}}=2-3$.

У промисловості розділяють циклони на високоефективні і високопродуктивні. Перші ефективні, але вимагають великих витрат на здійснення процесу очищення; циклони другого типу мають невеликий гідравлічний опір, але гірше уловлюють дрібні частки.

На практиці широко використовують циклони Ніюгаза – *циліндричні* (з подовженою циліндричною частиною) і *конічні* (з подовженою конічною частиною). Циліндричні відносяться до високопродуктивних апаратів, а конічні – до високоефективного. Діаметр циліндричних циклонів не більш 2000мм, а конічних – не більш 3000мм.

При великих витратах газів, що очищаються, застосовують *групове компонування апаратів*, що дозволяє не збільшувати діаметр циклона і, тим самим, позитивно впливати на ефективність очищення. Запилений газ у такого типу циклонах входить через загальний колектор, а потім розподіляється між циклонними елементами.

Об'єднання великого числа малих циклонів (мультициклонів) у групу називається батарейними циклонами. До збільшення ефективності очищення приводить зниження діаметра циклонного елемента, що має діаметри 100, 150, чи 250мм. Оптимальна швидкість газів в елементі лежить у межах 3,5–4,75м/с, а для прямоточних циклонних елементів 11–13м/с.

Основною відмінністю *вихрових* пиловловлювачів від циклонів є наявність допоміжного газового потоку, що закручується. В апараті соплового типу запилений газовий потік закручується лопатковим завихрювачем і рухається нагору, піддаючи при цьому впливу трьох струменів вторинного газу, що впливають з тангенціально розташованих сопів. Під дією відцентрових сил частки відкидаються до периферії, а відтіля в порушуваний струменями спіральний потік вторинного газу, що направляє їх униз, у кільцеве міжтрубний простір. Вторинний газ у ході спірального обтікання потоку газу, що очищається, поступово проникає в нього. Кільцевий простір навколо вхідного патрубку оснащено підпірною шайбою, що забезпечує безповоротний спуск пилу в бункер. Вихровий пиловловлювач лопаткового типу відрізняється тим, що вторинний газ відбирається з периферії очищеного газу і подається кільцевим направляючим апаратом з похилими лопатками. Як і в циклонів, ефективність вихрових апаратів зі збільшенням діаметра падає.

Серед переваг *вихрових* пиловловлювачів можна виділити відсутність абразивного зносу внутрішніх поверхонь апарата, можливість очищення газів високої температури за рахунок використання холодного вторинного повітря, можливість регулювання процесу сепарації пилу за рахунок зміни кількості вторинного газу. До недоліків відноситься необхідність додаткового дуттєвого пристрою, а також збільшення загального обсягу газів, що проходять через апарат.

Очищення газів від пилу в *динамічних пиловловлювачах* здійснюються за рахунок відцентрових сил і сил Кориоліса, що виникають при обертанні робочого

колеса тягодуттєвого пристрою. Динамічний пиловловлювач споживає більше енергії, чим звичайний вентилятор з ідентичними параметрами по продуктивності і напору.

Жалюзійні пиловловлювачі мають ґрати, що складаються з рядів чи пластин кілець. Газ, що очищається, проходячи через жалюзійні ґрати, робить різкі повороти. Пилові частки внаслідок інерції прагнуть зберегти первісний напрямок, що приводить їх до відділення великих часток з газового потоку, тому ж сприяють їхні удари об похилі площини ґрат, від яких вони відбиваються і відскакують убік від щілин між лопатами жалюзі. У результаті чого газу поділяються на два потоки: пил міститься в потоці, що відсмоктують і знову зливають з основною частиною потоку після очищення в циклоні. На ступінь очищення впливає швидкість газу перед жалюзійними ґратами і швидкість руху газів, що відсмоктуються в циклон.

Звичайно жалюзійні пиловловлювачі застосовують для уловлювання пилу з розміром часток $>20\mu\text{м}$. Недолік ґрат – знос пластин при високій концентрації пилу. Ефективність уловлювання часток залежить від ефективності самих ґрат і ефективності циклона, а також від частки газу, що відсмоктуються в ньому.

Ротаційні пиловловлювачі відносяться до апаратів відцентрової дії, що одночасно з переміщенням повітря очищають його від фракцій пилу крупніше $5\mu\text{м}$. Вони відрізняються великою компактністю, у результаті чого при монтажі й експлуатації не потрібно додаткових площ, необхідних для розміщення пиловловлюючих пристроїв при переміщенні запиленого потоку звичайним вентилятором.

Більш перспективними пиловідділителями ротаційного типу, призначеними для очищення повітря від часток $> 5\mu\text{м}$, є протипоточні ротаційні пиловідділителями, ефективність яких залежить від обраного співвідношення відцентрової й аеродинамічної сил. Такі апарати мають переваги в порівнянні з циклонами: габаритні розміри в 3–4рази і питомі енерговитрати на очищення 1000м^3 газу на 20–40% менше за тих самих умов, чим у циклонів. Однак широке поширення пиловловлювачі ротаційної дії не одержали через відносну складність конструкції і процесу експлуатації в порівнянні з іншими апаратами сухого очищення газів від механічних забруднювачів.

В основі роботи пористих фільтрів лежить процес фільтрації газу через пористу перегородку, у ході якого тверді частки затримуються, а газ цілком проходить крізь неї. Фільтруючі перегородки дуже різноманітні по своїй структурі, але в основному вони складаються з волокнистих чи зернистих елементів і підрозділяються на: гнучкі, напівтверді і тверді пористі перегородки.

Проходячи через фільтруючу перегородку, потік розділяється на тонкі безупинно роз'єднуються і стуляються струмки. Частки, володіючи інерцією прагнуть переміщатися прямолінійно, зіштовхуються з волокнами, зернами й утримуються ними. Такий механізм характерний для захоплення великих часток і виявляється сильніше при збільшенні швидкості фільтрування. У фільтрах уловлені частки накопичуються в чи порах утворюють пиловий шар на поверхні перегородки, тим самим стаючи для знову надходять часток частиною фільтруючої середовища. В міру нагромадження пилу пористість перегородки зменшується, а опір зростає, тому виникає необхідність видалення пилу і регенерації фільтра.

Електричне очищення – один з найбільш цілковитих видів очищення газів від зважених у них часток пилу і тумана. Цей процес заснований на ударній іонізації газу в зоні коронуючого розряду, передачі заряду іонів часткам домішок і осаджені останніх на осаджуючих і коронуючих електродах. Забруднені газу, що надходять у електрофільтр, є частково іонізованими і здатні проводити струм, потрапляючи в простір між двома електродами. При збільшенні напруги іони, що рухаються, і електрони, прискорюючись, зіштовхуються з молекулами газу, іонізують їх,

перетворюючи нейтральні молекули в позитивні іони й електрони. Останні, в свою чергу, прискорюючись, іонізують нові молекули газу (процес ударної іонізації газу). Аерозольні частки, що надійшли в зону електродів електрофільтра, адсорбують на своїй поверхні іони, здобуваючи електричний заряд протилежного знака. Негативно заряджені аерозольні частки рухаються до осаджуваного електрода під дією аеродинамічних і електричних сил, а позитивно заряджені частки осідають на негативному корону чому електроді. Основна маса пилу осаджується на позитивному осаджувальному електроді. На процес осадження пилу на електродах впливає електричний опір шарів пилу, що залежить від вологості запиленого газу.

Конструкцію електрофільтрів визначають наступні умови роботи: склад і властивості газів, що очищаються, концентрація і властивості зважених часток, параметри газового потоку, необхідна ефективність очищення і т.д..

У промисловості використовують конструкції сухих і мокрих електрофільтрів. Сухі рекомендується застосовувати для тонкого очищення газів від пилу різних видів, відмітна риса мокрих – їх оснащення смолоуловлюючими парасолями. Для очищення вентиляційних викидів від різних пилів з малою концентрацією забруднювачей застосовують двофазні електрофільтри. Для очищення вентиляційних викидів від пилу, туманів мінеральних мастил, пластифікаторів і ін. застосовують електричні туманоуловлювачі.

Апарати мокрого очищення газів мають широке поширення, тому що характеризуються високим ступенем ефективності очищення від мілкодисперсних пилів з діаметром часток більш 0,3–1,0 мкм, а також можливістю очищення пилу від гарячих вибухонебезпечних газів. Однак мокрі пиловловлювачі володіють кількома недоліками, що обмежують область їхнього застосування: утворення в процесі очищення шламу, що вимагає спеціальних систем для його переробки; винос вологи в атмосферу та утворення відкладень у газоходах, що відводять, при охолодженні газів до температури крапки роси; необхідність створення оборотних систем подачі води в пиловловлювач.

Апарати мокрого очищення працюють за принципом осадження часток пилу на поверхню капель рідини або плівки рідини. Осадження часток пилу на рідину відбувається під дією сил інерції і броунівського руху.

Конструктивно мокрі пиловловлювачі розділяють на скрубери Вентурі, форсунні й відцентрові скрубери, апарати ударно-інерційного типу, барботажно-пінні апарати і т.д..

На практиці більш застосовні скрубери Вентурі, що забезпечують ступінь очищення аерозолів з діаметром часток 1–2 мкм при початковій концентрації домішок до 100 г/м³ сягаючи 99%, що цілком порівнянно з високоефективними фільтрами.

У форсунних скруберах ефективно уловлюються частки розміром більш 10 мкм, в апаратах ударно-інерційного типу – більш 20 мкм. Одночасно з очищенням газ, що проходить через форсунний скрубер, охолоджується і зволожується до стану насичення. Перевага апаратів ударно-інерційного типу – мала питома витрата води (0,03 л/м³).

Барботажно-пінні апарати забезпечують ефективність очищення газу від мілкодисперсного пилу на 95–96%.

Очищення газових викидів **методом абсорбції** полягає в розподілі газоповітряної суміші на складові частини шляхом поглинання одного чи декількох газових компонентів (абсорбатов) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину.

Рушійною силою цього процесу є градієнт концентрації на границі фаз газ – рідина. Розчинений у рідині абсорбат завдяки дифузії проникає у внутрішні шари абсорбенту зі швидкістю, що залежить від поверхні розподілу фаз.

У залежності від реалізованого способу контакту газ – рідина розрізняють абсорбційні апарати: насадні вежі (форсунні і відцентрові скрубери), скрубери Вентурі, барботажно-пінні, тарілчасті й ін.

У залежності від поглинача, способу поглинання та характеристики кінцевого продукту *абсорбційні методи вилучення діоксида сірки* розподіляються на групи:

- вилучення SO_2 з переробкою в продукти окислення і нейтралізації (вловлювання діоксида сірки основами і отримання сірчаноокислотних і сірчаноокислих солей натрію, амонію, кальцію; обробка мінеральної сировини розбавленим сірчистим газом і перська останнього у H_2SO_4);

- комбіновані методи виведення SO_2 з виділенням концентрованого SO_3 і попутних продуктів (очищення основами з додаванням будь-якої сильної кислоти; окислення SO_2 з наступним відновленням; комбінована переробка мінеральної речовини і розбавленого SO_2);

- циклічне очищення від SO_2 з отриманням концентрованого SO_3 (вилучення SO_2 при низькій температурі і виділення концентрованого SO_3 при нагріванні).

При абсорбційному очищенні газових викидів від діоксида сірки як поглинаючі використовуються вода, сульфат натрію, гідрат оксиду амонію, суспензія оксиду магнію і сульфіту магнію у водяному розчині сульфід-бісульфід-сульфіту магнію, вапняне молоко і суспензія вапняка, водяний розчин кальцинованої соди, ароматичні аміни. Відпрацьовані сорбенти піддаються регенерації і повертаються в процес, або беруть участь в отриманні кінцевого товарного продукту – рідкого діоксида сірки, олеуму, сірчаної та сірчистої кислот або їх солей.

Вибір того чи іншого методу очищення від діоксида сірки повинен бути вирішений з урахуванням місцевих умов, наявності поглиначів і потреби в продуктах, які отримуються.

Очищення промислових газів від сірководню проводиться сухими і мокрими способами.

При сухому очищенні поглиначами слугують гідрат оксиду заліза, активоване вугілля, марганцеві руди; при мокрому застосовуються луѓи, розчини, окислюючі H_2S до сірки, комбіновані поглиначі, а також каталітичне окислення сірководню до сірки.

Очищення гідратом оксиду заліза полягає в тому, що газ пропускають через тверду сипку масу, що містить оксид заліза Fe_2O_3 . При використанні різних марок активованого вугілля сірководень у присутності кисню окисляється до елементарної сірки на поверхні вугілля. Застосування активованого вугілля має суттєві переваги перед очищенням оксидами заліза: швидкість газу вища, менший об'єм апаратури, багатократне регенерування вугілля без вивантаження із апарату, вилучена сірка являє собою товарний продукт високої чистоти.

В процесі мокрого очищення газу промивають у скруберах відповідними поглиначами, які у подальшому піддаються регенерації з виділенням елементарної сірки або сірководню. В залежності від типу застосовуваних поглиначів розрізняють миш'яково-лужний, аміачний, фосфатний, вакуум-карбонатний, етаноламіновий способи.

До основних *методів очистки промислових газів від оксидів азоту* відносяться: використання води; рідких лужних і селективних сорбентів; застосування кислот і окислювачів.

Лужними розчинами поглинаються вищі оксиди азоту – N_2O_3 , NO_2 , N_2O_5 . оксид азоту NO слід попередньо окислювати до NO_2 не менш ніж на 50%. Як поглинаючі використовуються розчини гідроксиду натрію NaOH , карбонату натрію

Na_2CO_3 , гідроксиду калію KOH , амонію NH_4OH , кальцію $\text{Ca}(\text{OH})_2$, карбонату магнію MgCO_3 . Найширше розповсюдження отримали розчини Na_2CO_3 і $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

В залежності від виробничих умов, характеристики газової суміші і поставленої задачі можна використовувати різні селективні поглинаючі. Так, для очистки газів у відсутності кисню в основному від оксиду азоту слугують розчини сульфату заліза FeSO_4 , солі заліза FeCl_2 , тіосульфату натрію $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, бікарбонату натрію NaHCO_3 . Азотний ангідрид N_2O_3 добре поглинається сірчаною кислотою з утворенням нітרוзи-сірчаної кислоти, яка розкладається при нагріванні на сірчану кислоту і оксид азоту.

Для абсорбції фтористих газів використовують воду, водяні розчини лугів, солей і деяких суспензій (Na_2CO_3 , NH_4OH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaCl і ін.). Процес проводять у колонах, що розпорошують, насадних, тарілчастих колонах і скруберах Вентурі. Ступінь очищення газів досягає 90–95%. Інший метод видалення елементарного фтору з газів, що відходять – спалювання його з вуглеводнями чи з воднем для одержання фторида водню, для послідуячого абсорбування водою.

Для абсорбції хлору і хлормістких речовин використовують воду, водяні розчини лугів і органічних речовин, водяні суспензії й органічні розчинники. Процес можна проводити в абсорберах будь-якої конструкції. Ступінь очищення газів досягає 70–90%. Абсорбційні методи витягу бромів з газів, що відходять, засновані на утворенні полібромідів при використанні розчинів бромідів, соди, вапняного молока. Абсорбцію розчинів бромідів проводять у насадних абсорберах. Ефективність очищення газів від бромів розчинами карбонату натрію і гідроксиду кальцію вище, ніж розчинами бромідів натрію.

Абсорбційні методи очищення газів, що відходять, використовують для очищення газів з невисоким змістом газоподібних і пароподібних домішок.

У відмінності від абсорбційних методів вони дозволяють проводити очистку газів при підвищених температурах.

Розрізняють фізичну і хімічну адсорбцію (хемосорбцію). При фізичній адсорбції молекули газів, що поглинаються, і пар утримуються силами Ван-дер-Ваальса, при хемосорбції – хімічними силами.

У якості адсорбентів використовують пористі матеріали з високорозвиненою внутрішньою поверхнею, що мають синтетичне чи природне походження. До основних типів промислових адсорбентів відносяться активні вугілля, силікагелі, алюмогелі, цеоліти й іоніти.

Уловлювання пари летких розчинників можливо будь-якими мілкопористими адсорбентами: активними вугіллями, силікагелями, алюмогелями, цеолітами, пористим склом і т.п. Однак активні вугілля, що є гідрофобними адсорбентами найбільш кращі: при відносній вологості пароповітряних чи парогазових потоків, що очищуються, до 50% волога практично не впливає на сорбируємість парів органічних розчинників. Рентабельність абсорбційних установок залежить від концентрації в газах, що очищаються, парів летучих органічних розчинників.

У практиці найбільш розповсюдженими є рекупераційні установки зі стаціонарним шаром адсорбенту, розташованим у вертикальних, горизонтальних і кільцевих абсорберах. Вибір циклу роботи рекупераційної установки визначається характером підлягаючих уловлюванню розчинників, їхнім змістом у вихідній пароповітряній суміші, особливостями і техніко-економічними можливостями виробництва, у технології якого відбувається утворення пар летучих розчинників.

Істотні розходження в складі й обсягах ртутьутримуючих газів, що відходять, визначають значне число методів очищення, що умовно підрозділяють на фізичні (конденсаційного, абсорбційного, адсорбційного методів уловлювання аерозолів) і хімічні (хемосорбційні, газофазні).

Для попереднього *очищення концентрованих газових пар ртуті* використовують фізичні методи з наступним глибоким очищенням індивідуальними і комбінованими хімічними методами. Хемосорбційні рідинні методи застосовують при необхідності видалення з концентрованих газів ускладненого складу поряд із ртуттю інших компонентів, особливо таких, очищення від яких сухими методами ускладнено чи неможливо, і звичайно обмежують невеликими обсягами оброблюваних газових потоків.

Як носії для хемосорбції поряд з активними вугіллями використовуються й інші адсорбенти (сілікагелі, цеоліти, глинозем) і речовини з високорозвиненою поверхнею (пемза, оксид магнію, кремнезем і ін.), а також різні волокнисті матеріали.

Суть *каталітичних процесів газоочистки* полягає в реалізації хімічних взаємодій, що приводять до конверсії підлягаючих знешкодженню домішок в інші продукти в присутності спеціальних каталізаторів. Каталітичні взаємодії в гетерогенному каталізі відбуваються на границі розподілу фаз конвертованої газової суміші і каталізатора з утворенням активованих комплексів у виді проміжних поверхневих з'єднань каталізатора і реагуючих речовин, що формують продукти каталізу, які відновлюють поверхню каталізатора.

Активність каталізатора визначається сукупністю фізико-хімічних властивостей самого каталізатора і конвертованого газового потоку. В основному вона залежить від температури каталітичного перетворення, структури каталізатора, тиску, об'ємної витрати, концентрації і молекулярних мас вихідних реагентів та продуктів конверсії в газовій суміші.

У процесах санітарного каталітичного очищення газів промисловості, що відходять, високою активністю характеризуються контактні маси на основі благородних металів (платина, срібло й ін.), оксидів марганцю, міді, кобальту, а також оксидні контакти, активовані благородними металами.

Основними стадіями *гетерогенного каталітичного перетворення* є:

- дифузія вихідних реагентів з ядра газового потоку до поверхні гранул каталізатора,
- проникнення цих речовин у порах каталізатора до активних центрів його внутрішньої поверхні,
- активована адсорбція продифундованих реагентів поверхнею каталізатора з утворенням поверхневих хімічних сполук,
- хімічна взаємодія адсорбованих речовин з утворенням продуктів,
- десорбція продуктів і їхній перенос від зовнішньої поверхні гранул каталізатора до ядра газового потоку.

Інтенсивність процесу гетерогенного каталізу на пористих каталізаторах визначається співвідношенням швидкостей переносу реактантів у порах каталізатора і хімічного перетворення реагуючих речовин на поверхні пір.

Каталізатори для *очищення газів від органічних речовин* умовно розрізняють:

- суцільнометалеві — метали платинової групи чи неблагородні метали, нанесені на сітки, стрічки, чи спіралі аркуші з нержавіючої сталі;
- змішані — метали платинової групи й оксиди неблагородних металів, нанесені на оксид алюмінію, нержавіючу сталь і ін.;
- керамічні — метали платинової групи чи оксидів неблагородних металів, нанесених на керамічну основу у виді стільник чи ґрат;
- насипні — гранули чи таблетки з алюмінію з нанесеними на нього металами платинової групи чи оксидами неблагородних металів.

Використовувані в промисловій практиці установки каталітичного очищення газових викидів від пар органічних речовин розрізняються конструкцією

контактних апаратів, способами підвищення до необхідного рівня температури газових потоків, що надходять у них, використовуваними каталізаторами, прийомами рекуперації тепла, наявністю циклу знешкоджених газів.

Для окислювання оксиду вуглецю використовують марганцеві, мідно-хромові й утримуючі метали платинової групи каталізатори, що забезпечують ступінь конверсії CO більш 70%. У залежності від складу газів, що відходять, у промисловості застосовуються різні технологічні схеми очищення.

Суть методу прямого спалювання, застосованого для знешкодження газів від токсичних домішок, які легко окисляються, полягає в окислюванні знешкоджуваних компонентів киснем. Перевагами методу є відносна простота апаратурного оформлення й універсальність використання, тому що на роботу термічних нейтралізаторів мало впливає склад оброблюваних газів.

Процес прямого спалювання проводять у топкових пристроях, промислових печах і топках котлових агрегатів, у відкритих смолоскипах. Їх конструкція повинна забезпечувати необхідний час перебування (до 1сек.) оброблюваних газів в апараті при температурі, що перевершує нижню межу samozapalювання газових сумішей на 100–150°C та гарантуючі можливість досягнення заданого ступеня їхнього знешкодження.



8.5. ЗАХИСТ ГІДРОСФЕРИ ВІД ПРОМИСЛОВИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ

Використання стічних вод в системах водопостачання

• Антропогенний вплив приводить до погіршення якості природних вод. Виділяються наступні тенденції в зміні їх якості під впливом господарської діяльності людей:

• зниження рН у результаті забруднення з атмосфери сірчаною й азотною кислотами, збільшення змісту сульфатів і нітратів;

• підвищення змісту іонів кальцію, магнію, кремнію в підземних ірічкових водах унаслідок вимивання і розчинення підкисленими дощовими водами карбонатних й інших гірських порід;

• підвищення змісту іонів важких металів (свинцю, кадмію, ртуті, миш'яку і цинку), а також фосфатів, нітратів, нітритів і ін;

• підвищення змісту солей у поверхневих і підземних водах у результаті їхнього надходження зі стічними водами і з атмосфери за рахунок змиву твердих відходів;

• підвищення змісту у водах органічних сполук (ПАР, пестицидів, продуктів їхнього розпаду й інших токсичних, канцерогенних і мутагенних речовин);

• зниження змісту кисню в природних водах, у результаті підвищення його витрати на окислювальні процеси, а також унаслідок забруднення поверхні водою гідрофобними речовинами і скорочення доступу кисню з атмосфери.

Природна вода, що піддається антропогенному забрудненню, називається денатурованою чи природно-антропогенною, яку перед використанням у промисловості очищають у відповідності зі специфічними вимогами виробництва.

Воду, використовувану в промисловості, підрозділяють на охолоджену, технологічну й енергетичну.

Вода, що використовується для охолодження теплообмінних апаратів не стикається з матеріальними потоками і не забруднюється, а лише нагрівається. У промисловості 65–80% витрати води споживається для охолодження.

Технологічна вода безпосередньо контактує з продуктами і виробами і підрозділяється на середоустаткуючу, промивну та реакційну.

Середоустаткуючу воду використовують при збагаченні і переробці руд, гідротранспорті продуктів і відходів виробництва; промивну — для промивання газоподібних, рідких і твердих продуктів і виробів; реакційну — у складі реагентів, а також при азеотропному відгоні й аналогічних процесах.

Енергетична вода споживається для одержання пари і нагрівання устаткування, приміщень, продуктів.

Технологічна та стічна вода

Сукупність фізичних, хімічних, біологічних і бактеріологічних показників, що обумовлюють придатність *технологічних вод*, вище, ніж води, що знаходиться в оборотних системах. Якість води, що використовується у виробництві, встановлюється в кожному випадку в залежності від її призначення і вимог технологічного процесу з урахуванням складу використаної сировини, застосованого устаткування й особливостей готового продукту виробництва.

Стічною називається вода, що була в побутовому, виробничому чи сільськогосподарському вживанні, а також минула через будь-яку забруднену територію. У залежності від умов утворення стічні води поділяються на побутові чи господарсько-фекальні, атмосферні і промислові.

- Господарсько-побутові води — це стоки душових, бань, пралень, їдалень, туалетів, від миття підлог та ін. Вони містять домішки, з яких приблизно 58% органічних речовин і 42% мінеральних.

- Атмосферні води утворюються в результаті випадіння атмосферних опадів та стоку з територій підприємств. Вони забруднюються органічними і мінеральними речовинами.

- Промислові стічні води являють собою рідкі відходи, що виникають при видобутку і переробці органічної і неорганічної сировини.

У технологічних процесах джерелами стічних вод є:

- 1) води, що утворюються при протіканні хімічних реакцій;
- 2) води, що знаходяться у виді вільної і зв'язаної вологи в сировині і вихідних продуктах і, що виділяються в процесах переробки;
- 3) промивні води після промивання сировини, продуктів і устаткування;
- 4) маткові водяні розчини;
- 5) водяні екстракти й абсорбенти;
- 6) води охолодження;
- 7) води з вакуум-насосів, конденсаторів змішання, систем гідрозоловидалення, після миття тари, устаткування і приміщень й інші стічні води.

Стічні води забруднюються різними хімічними забруднювачами: біологічно нестійкими органічними сполуками; малотоксичними неорганічними солями; нафтопродуктами; біогенними з'єднаннями; речовинами зі специфічними токсичними властивостями, у тому числі важкими металами, біологічно твердими органічними синтетичними з'єднаннями, що нерозкладаються.

Видалення зважених часток із стічних вод

Промислові і побутові стічні води містять зважені частки розчинних і нерозчинних речовин. Зважені домішки утворюють з водою дисперсну систему та підрозділяються на тверді і рідкі.

Для видалення зважених часток зі стічних вод використовують гідромеханічні процеси проціджування, відстоювання, фільтрування. Вибір методу залежить від розміру часток домішок, фізико-хімічних властивостей і концентрації зважених часток, витрати стічних вод і необхідного ступеня очищення.

Проціджування та відстоювання. Первісна стадія очищення стічних вод від зважених часток — *проціджування* через ґрати і сита, що встановлюють перед відстійниками з метою витягу з них крупних домішок, що можуть засмітити труби і канали. Ґрати можуть бути нерухомими, рухливими, а також сполученими з дробарками. Ґрати-дробарки являють собою агрегат, що сполучає функції ґрат і дробарки. Дробарки подрібнюють відходи, не вилучаючи їх з води.

Для видалення більш дрібних зважених речовин, а також коштовних продуктів, застосовують сита, що можуть бути двох типів: барабанні чи дискові. Сито барабанного типу являє собою сітчастий барабан з отворами 0,51,0мм. Продуктивність сита залежить від діаметра барабана і його довжини, а також від властивостей домішок.

Відстоювання застосовують для осадження зі стічних вод грубодисперсних домішок, осадження відбувається під дією сили ваги. Для проведення процесу використовують пісколовки, відстійники й освітлювачі. В освітлювачах одночасно з відстоюванням відбувається фільтрація стічних вод через шар зважених часток.

Пісколовки застосовують для попереднього виділення мінеральних і органічних забруднень (0,2— 0,25мм) зі стічних вод. Конструкцію пісколовок вибирають у залежності від кількості стічних вод, концентрації зважених речовин. Найбільше часто використовують горизонтальні конструкції.

Розрізняють горизонтальні, вертикальні, радіальні, трубчасті і з похилими пластинами *відстійники*. Горизонтальні відстійники мають два чи більш одночасно працюючі відділення з витратою стічних вод понад 15000 м³/сут. Ефективність відстоювання в горизонтальних відстійниках досягає 60%, а вертикальних — нижче на 10—20%.

Радіальні відстійники являють собою круглі в плані резервуари, що застосовують при витратах стічних вод понад 20000 м³/сут. Ефективність осадження їх складає 60%.

Пластинчасті відстійники мають у корпусі ряд паралельно встановлених похилих пластин між яких рухається вода, а осадок сповзає вниз, у шламоприймач. Найбільш поширені протитічні відстійники, у яких вода й осадок рухаються назустріч один одному.

Освітлювачі застосовують для очищення природних вод і для попереднього освітлення стічних вод деяких виробництв. Використовують освітлювачі зі зваженим шаром осаду, через який пропускають воду, попередньо оброблену коагулянтном. Конструкції апаратів відрізняються по ознаках: 1) за формою робочої камери; 2) по наявності чи відсутності дірчастого днища під шаром зваженого осаду; 3) по способі видалення надлишкового осаду; 4) по конструкції і місцеві розташування осадкоушільнювачей.

Для інтенсифікації процесу первинного відстоювання складноосідаючих речовин на станціях біологічного очищення застосовують *відстійники-освітлювачі* з природною аерацією, що являють собою вертикальні відстійники з внутрішньою камерою флокуляції.

Фільтрування застосовують для виділення зі стічних вод стрункодиспергованих твердих чи рідких речовин, видалення яких відстоюванням ускладнено.

Процес фільтрування проводять з утворенням осаду на поверхні фільтруючої перегородки чи із закупоркою пір фільтруючої перегородки. Основні вимоги до *фільтрів з фільтруючими перегородками* — висока ефективність виділення домішок і максимальна швидкість фільтрування.

Фільтри з фільтруючими перегородками підрозділяють по ознаках:

- по характеру протікання процесу — періодичні і безупинні;
- по виду процесу — для поділу, згущення й освітлення;

- по тиску при фільтруванні – під вакуумом, чи під тиском при гідростатичному тиску стовпа рідини;
- по напрямку фільтрування – униз, нагору чи убік;
- по конструктивних ознаках;
- по способу знімання осаду, наявності промивання і зневоднювання осаду, за формою і положенням поверхні фільтрування.

Для роботи з великою кількістю води, не потребуючи високих тисків, застосовують *фільтри із сітчастими елементами* (мікрофільтри і барабанні сітки) і фільтри з фільтруючим зернистим шаром. По характері механізму затримування зважених часток розрізняють два види фільтрування:

1) фільтрування через плівку (осад) забруднень, що утворюється на поверхні зерен завантаження;

2) фільтрування без утворення плівки забруднень.

У першому випадку затримуються частки, розмір яких більше пір матеріалу з утворенням шару забруднень, що є також фільтруючим матеріалом. Такий процес характерний для *повільних фільтрів*, що працюють при малих швидкостях для фільтрування не коагульованих стічних вод. В другому випадку фільтрування відбувається в товщі шару завантаження, де частки забруднень утримуються на зернах фільтруючого матеріалу адгезионними силами. Такий процес характерний для *швидкісних фільтрів*.

Процес мікрофільтрації полягає в проціджуванні стічної води через сітки з отворами розміром від 40 до 70 мкм. *Мікрофільтри* застосовують для очищення стічних вод від твердих і волокнистих матеріалів.

Поширені *магнітні фільтри*, що забезпечують ступінь очищення 80%. Такі фільтри застосовують для видалення дрібних феромагнітних часток (0,5–5,0 мкм) з рідин. Крім магнітних часток фільтри уловлюють абразивні частки, пісок і інші забруднення.

Фізико-хімічні методи очищення стічних вод

До фізико-хімічних методів очищення стічних вод відносять коагуляцію, флотацію, адсорбцію, іонний обмін, екстракцію, ректифікацію, випарювання, дистиляцію, зворотній осмос і ультрафільтрацію, кристалізацію, десорбцію й ін. Ці методи використовують для видалення зі стічних вод стрункодисперсних зважених часток (твердих і рідких), розчинних газів, мінеральних і органічних речовин.

Використання фізико-хімічних методів для очищення стічних відрізняється: 1) можливістю видалення зі стічних вод токсичних, біохімічно органічних забруднень, що не окислюються; 2) досягненням глибокого і стабільного ступеню очищення; 3) можливістю повної автоматизації; 5) не зв'язаністю з діяльністю живих організмів; 6) можливістю рекуперації різних речовин.

Флотація. Одним з методів видалення зі стічних вод нерозчинних домішок є *флотація*. Сутність цього методу полягає в злипанні часток домішок з пухирцями тонко диспергованого у воді повітря за рахунок міжмолекулярної взаємодії. Флотацію застосовують для видалення зі стічних вод нерозчинних диспергованих домішок, що несвідомо погано відстоюються. У деяких випадках флотацію використовують і для видалення розчинених речовин, для виділення активного мулу після біохімічного очищення.

Достоїнствами флотації є безперервність процесу, широкий діапазон застосування, невеликі капітальні й експлуатаційні витрати, проста апаратура, селективність виділення домішок, у порівнянні з відстоюванням велика швидкість процесу, а також можливість одержання шламу більш низької вологості (90–95%), високий ступінь очищення (95–98%), можливість рекуперації речовин, що видаляються. Флотація супроводжується аерацією стічних вод, зниженням

концентрації ПАР і речовин, що легко окислюються, бактерій і мікроорганізмів. Усе це сприяє успішному проведенню наступних стадій очищення стічних вод.

Адсорбційні методи широко застосовують для глибокого очищення стічних вод від розчинених органічних речовин після біохімічного очищення, а також у локальних установках, якщо концентрація цих речовин у воді невелика і вони біологічно не розкладаються чи з'являються сильно токсичними. Адсорбцію використовують для знешкодження стічних вод від фенолів, гербіцидів, пестицидів, ароматичних нітросполук, ПАР, барвників і ін.

Достоїнством методу є висока ефективність, можливість очищення стічних вод, що містять кілька речовин, а також рекуперації цих речовин.

Адсорбційне очищення вод може бути:

- регенеративним, тобто з витягом речовини з адсорбенту і його утилізацією,
- деструктивним, при якій витягнені зі стічних вод речовини знищуються разом з адсорбентом.

Ефективність адсорбційного очищення досягає 80–95% і залежить від хімічної природи адсорбенту, величини адсорбційної поверхні і її доступності, від хімічної будови речовини і його стану в розчині.

Як сорбенти використовують активні вугілля, синтетичні сорбенти, деякі відходи виробництва (золу, шлаки, обпилювання й ін.) а також мінеральні сорбенти – глини, силікагелі, алюмогелі.

Іонообмінне очищення застосовується для витягу зі стічних вод металів (цинку, міді, хрому, нікелю, свинцю, ртуті, кадмію, ванадію, марганцю й ін.), а також з'єднань миш'яку, фосфору, ціаністих з'єднань і радіоактивних речовин. Метод дозволяє рекуперувати коштовні речовини при високому ступені очищення води. Іонний обмін широко розповсюджений при знесоленні в процесі водопідготовки.

Іонний обмін являє собою процес взаємодії розчину з твердою фазою, що володіє властивостями обмінювати іони, що містяться в ній, на інші іони, що присутні у розчині. Речовини, що складають тверду фазу, зветься іонітами. Ті з них, що здатні поглинати з розчинів електролітів позитивні іони мають кислотні властивості і називаються катіонітами, негативні іони – аніоніти – основними.

Іоніти бувають неорганічні (мінеральні) і органічні. До неорганічних природних іонітів відносяться цеоліти, глинисті мінерали, польові шпати, різні слюди й ін. До неорганічних синтетичних іонітів відносяться силікагелі, пермутити, трудно розчинені оксиди і гідроксиди деяких металів (алюмінію, хрому, цирконію й ін.), іонообмінні смоли з розвитою поверхнею.

Екстракційний метод очищення промислових стічних вод заснований на розподілі забрудненої речовини між двома взаємно нерозчинними рідинами. У якості екстрагентів звичайно застосовують органічні розчинники, що не змішуються з водою (бензол, толуол, чотирьоххлористий вуглець і ін.). Екстрагент повинний відповідати вимогам:

- значно краще розчиняти речовину, що витягається, чим вода;
- значно відрізнятися по щільності від стічної води;
- не взаємодіяти з речовиною, що витягається;
- регенеруватися простим і дешевим способом;
- мати температуру кипіння, що значно відрізняється від температури кипіння речовини, що екстрагується, для забезпечення легкості поділу (регенерації) і ін.

Екстракційний метод застосовується для очищення стічних вод, що містять феноли, мастилі, органічні кислоти, деякі іони металів і ін. Більш доцільно витягати зі стічних вод за допомогою екстракції найбільш коштовні чи сильно токсичні речовини.

Зворотний осмос являє собою процес поділу розчинів з використанням мембран, пори яких пропускають молекули води, але непроникні для гідратованих іонів солей, основ, чи кислот молекул недиссоційованих з'єднань під тиском, що перевищує осмотичний. Зворотний осмос широко використовують для знесолення води в системах водопідготовки ТЕЦ і підприємств різних галузей промисловості.

Ультрафільтрація – процес поділу розчинів, що містять макромолекули полімерів, з використанням мембран, пори яких пропускають тільки молекули води під тиском, що перевищує осмотичний.

При використанні зворотного осмосу й ультрафільтрації для очищення стічних вод як мембрани використовують ацетатцелюлозні, поліамідні й інші полімерні матеріали.

Ефективність очищення промислових стічних вод цими методами залежить від властивостей застосовуваних мембран, що повинні задовольняти наступним вимогам:

- володіти великою питомою продуктивністю (проникністю);
- стійкістю до дії середовища;
- достатньою механічною міцністю;
- низькою вартістю й ін.

Електрохімічні методи очищення. Для очищення стічних вод від різних розчинних і диспергованих домішок застосовують процеси анодного окислювання і катодного відновлення, електрокоагуляції, електрофлокуляції і електродіалізу. Усі ці процеси протікають на електродах при пропущенні через стічну воду постійного електричного струму. Електрохімічні методи дозволяють витягати зі стічних вод коштовні продукти при відносно простій автоматизованій технологічній схемі очищення, без використання хімічних реагентів.

Електроліз використовують для очищення стічних вод від розчинених домішок (ціанідів, роданідів, амінів, спиртів, альдегідів, нітросполук, азокрасителів, сульфідів, меркаптанів і ін.). У процесах електрохімічного окислювання речовини, що знаходяться в стічних водах, цілком розпадаються з утворенням CO_2 , NH_3 і води чи утворюються більш прості і нетоксичні речовини, які можна видаляти іншими методами.

Електрокоагуляційне очищення стічних вод використовують для очищення від емульсій нафтопродуктів, мастил, жирів. Ефективність очищення від нафто продуктів складає: від мастил 54–68%, від жирів 92–99% при питомій витраті електроенергії 0,2–3,0 Вт-год/м³. Електрокоагуляція знаходить застосування в харчовій, хімічній і целюлозно–паперовій промисловості.

Процес *електрофлотації очищення стічних вод* від зважених часток проходить за допомогою пухирців газу, що утворюються при електролізі води. Піднімаючись в стічній воді, ці пухирці флотують зважені частки. При використанні розчинних електродів відбувається утворення пластівців коагулянтів і пухирців газу, що сприяє більш ефективній флотації.

Процес *очищення стічних вод електродіалізом* заснований на поділі іонізованих речовин під дією електричної сили, створюваної в розчині по обох сторони мембран. Цей процес широко використовують для опріснення солоних вод, а також для очищення промислових стічних вод.

Хімічні методи очищення стічних вод

До хімічних методів очищення стічних вод відносять нейтралізацію, окислювання і відновлення. Усі ці методи зв'язані з витратою різних реагентів, тому дорогі. Їх застосовують для видалення розчинних речовин і в замкнутих системах водопостачання. Хімічне очищення проводять іноді як попередню перед біологічним очищенням чи після неї як метод доочищення стічних вод.

Для очищення стічних вод **окислювально-відновними методами** як окислювачі використовують газоподібний і зріджений хлор, діоксид хлору, гіпохлорити кальцію і натрію, перманганат калію, пероксид водню, кисень повітря, озон і ін. У процесі окислювання токсичні забруднення, що містяться в стічних водах, у результаті хімічних реакцій переходять у менш токсичні, котрі видаляють з води. Очищення окислювачами пов'язано з великою витратою реагентів, тому його застосовують тільки в тих випадках, коли речовини, що забруднюють стічні води, недоцільно чи не можна витягти іншими способами.

Хлор і речовини, що містять “активний” хлор, використовують для очищення стічних вод від сірководню, гідросульфідів, метилсірчистих з'єднань, фенолів, ціанідів і ін. Пероксид водню застосовують для окислювання нітритів, альдегідів, фенолів, ціанідів, сірковмістовних відходів, активних барвників. Кисень повітря – при очищенні води від заліза для окислювання з'єднань двовалентного заліза в тривалентне з наступним відділенням від води гідроксиду заліза.

Окислювання озоном дозволяє одночасно забезпечити знебарвлення води, усунення присмаків і запахів та знезаражування. Озонуванням можна очищати стічні води від фенолів, нафтопродуктів, сірководню, з'єднань миш'яку, ПАР, ціанідів, барвників, канцерогенних ароматичних вуглеводнів, пестицидів і ін. При обробці води озоном відбувається розкладання органічних неорганічних речовин і знезаражування води; бактерії гинуть у кілька тисяч разів швидше, ніж при обробці води хлором.

Методи відбудовного очищення стічних вод застосовують у тих випадках, коли вони містять легко відновлювані речовини. Ці методи широко використовують для видалення зі стічних вод з'єднань ртуті, хрому, миш'яку.

Реагентні методи. Для видалення зі стічних вод з'єднань ртуті, хрому, кадмію, цинку, свинцю, міді, нікелю, миш'яку й ін. поширені реагентні методи очищення. Сутність останніх полягає в перекладі розчинних у воді речовин у нерозчинні при додаванні різних реагентів з наступним відділенням їх від води у виді осадів. Як реагенти для видалення зі стічних вод *іонів важких металів* використовують гідроксиди кальцію і натрію, карбонат натрію, сульфід натрію, різні відходи, наприклад ферохромовий шлак.

Для виділення зі стічних вод ртуті використовують методи відновлення: сульфідом заліза, гідросульфідом натрію, залізним порошком, газоподібним сірководнем і ін.; сорбційні методи очищення; іонний обмін з вінілпіридиновими сорбентами. Металева ртуть може бути вилучена зі стічних вод у процесах відстоювання чи фільтрування. Органічні сполуки ртуті спочатку руйнують окислюванням, потім катіони ртуті відновлюють до металевої чи переводять у трудно розчинені сульфідів з наступним видаленням осаду.

Для очищення стічних вод від миш'яку застосовують реагентні, сорбційні, електрохімічні, екстракційні й інші методи. Вибір методу залежить від форми розчиненого миш'яку, складу, кислотності й інших показників води.

Для знешкодження вод від іонів заліза застосовують аерацію, реагентні методи, електродіаліз, адсорбцію, зворотний осмос. При високому змісті заліза у воді застосовують реагентні методи. Якщо залізо міститься у воді у виді органічних сполук чи колоїдних часток, застосовують озонування.

Видалення з води марганцю здійснюється: обробкою води перманганатом калію, що є більш ефективним, не вимагає складного устаткування; аерацією, сполученою з вапнуванням; фільтруванням води через марганцевий пісок чи марганцевий катіоніт; окислюванням озоном, хлором чи діоксидом хлору.

У стічних водах, що містять з'єднання цинку, міді, нікелю, свинцю, кадмію і кобальту, застосування для видалення кожного з них специфічного осаджувача методу неможливо. Тому стічну воду обробляють вапняним молоком, при цьому

відбувається одночасне осадження катіонів важких металів у виді гідроксосолей, гідроксидів і карбонатів. При спільному осадженні декількох металів досягаються кращі результати, чим при осадженні кожного з металів окремо. Для більш глибокого очищення, стічні води обробляють сульфідом натрію.

Біохімічні методи

Біохімічні методи застосовують для очищення господарсько–побутових і промислових стічних вод від багатьох розчинених органічних і деяких неорганічних (сірководню, сульфідів, аміаку, нітритів і ін.) речовин. Процес очищення заснований на здатності мікроорганізмів використовувати ці речовини для харчування в процесі життєдіяльності.

Відомі *аеробні й анаеробні методи біохімічного очищення стічних вод*. Аеробний метод заснований на використанні аеробних груп організмів, для життєдіяльності яких необхідний постійний приплив кисню і температура 20–40°C. Анаеробні методи очищення протікають без доступу кисню; їх використовують головним чином для знешкодження осадів.

Сутність біохімічних методів. Основну роль у процесі очищення стічних вод грають процеси перетворення речовини, що протікають усередині кліток мікроорганізмів. Ці процеси закінчуються окислюванням речовини з виділенням енергії і синтезом нових речовин з витратою енергії.

Усередині кліток мікроорганізмів відбувається безупинний і дуже складний процес хімічних перетворень. У строгій послідовності з великою швидкістю протікає велике число реакцій. Швидкість реакцій і їхня послідовність залежать від виду і змісту ферментів, що виконують роль каталізаторів. Для руйнування складної суміші органічних речовин необхідно 80–100 різних ферментів.

Усередині клітки хімічні сполуки піддаються анаболічним та катаболічним перетворенням. Анаболічні перетворення приводять до синтезу нових клітинних компонентів, а катаболічні є джерелами необхідної для клітки енергії.

Мікроорганізми здатні окисляти багато органічних речовин, але для цього потрібно різний час адаптації. Якщо в стічних водах знаходиться кілька речовин, то процес окислювання буде залежати від умісту і структури всіх розчинених органічних речовин. У першу чергу будуть окислятися речовини, що краще засвоюються мікроорганізмами та необхідні для створення клітинного матеріалу і для одержання енергії.

Швидкість окислювання залежить від концентрації органічних речовин, рівномірності надходження стічної води на очищення і від змісту в ній домішок. При заданому ступені очищення основними факторами, що впливають на швидкість біохімічних реакцій, є концентрація потоку, уміст кисню в стічній воді, температура і рН середовища, уміст біогенних елементів, а також важких металів і мінеральних солей.

Інтенсивність перемішування стічних вод в очисних спорудженнях сприяє розпаду пластівців активного мулу, збільшує швидкість надходження живильних речовин і кисню до мікроорганізмів, що приводить до підвищення швидкості очищення. З підвищенням температури стічної води швидкість біохімічної реакції зростає. Однак на практиці її підтримують у межах 20–30 °С.

Для успішного протікання реакцій біохімічного окислювання необхідна присутність у стічних водах з'єднань біогенних елементів і мікроелементів, серед яких основними є N, P і K.

Негативний вплив на швидкість очищення робить підвищення умісту мінеральних речовин, що знаходяться в стічній воді.

У природних умовах очищення стічних вод відбувається на полях зрошення, полях фільтрації і біологічних ставків.

Поля зрошення – спеціально підготовлені земельні ділянки, що одночасно використовуються для очищення стічних вод і агрокультурних цілей. Очищення стічних вод у цих умовах йде під дією ґрунтової мікрофлори, сонця, повітря і під впливом життєдіяльності рослин.

Біологічні ставки являють собою каскад ставків, що складається з 3–5 ступенів, через які з невеликою швидкістю протікає освітлена чи біологічно очищена стічна вода. Ставки призначені для біологічного очищення і для доочищення стічних вод у комплексі з іншими очисними спорудженнями. Розрізняють ставки з природною чи штучною аерацією.

Анаеробні методи знешкодження використовують для зброджування осадів, що утворюються при біохімічному очищенні виробничих стічних вод, а також як першу ступінь очищення дуже концентрованих промислових стічних вод, що містять органічні речовини, та які руйнуються анаеробними бактеріями в процесах шумування. У залежності від кінцевого виду продукту розрізняють види шумування: спиртове, пропіоновокисле, молочнокисле, метанове й ін. Кінцевими продуктами шумування є: спирти, кислоти, ацетон, гази шумування (CO_2 , H_2 , CH_4).

Для досягнення високого ступеня анаеробного зброджування необхідно дотримувати високу температуру процесу, концентрацію беззольної речовини більш 15 г/л, інтенсивний ступінь перемішування, рН середовища 6,8–7,2. Знижують ефективність зброджування присутність катіонів важких металів (міді, нікелю, цинку); надлишок іонів NH_4^+ , сульфідів, деяких органічних сполук.

Стічні води, що містять різні мінеральні солі й органічні речовини можуть бути знешкожені *термічними методами*:

- концентруванням стічних вод з наступним виділенням розчинених речовин;
- окислюванням органічних речовин у присутності каталізатора при атмосферному і підвищеному тиску;
- рідиннофазним окислюванням органічних речовин;
- вогневим знешкодженням.

Концентрування стічних вод використовують для знешкодження мінеральних стічних вод. Метод дозволяє виділяти зі стоків солі з одержанням умовно чистої води, придатної для оборотного водопостачання. Для виділення речовин з концентрованих розчинів використовують методи кристалізації і сушіння.

До термоокислювальних методів знешкодження відносять метод рідиннофазного окислювання, метод парофазного каталітичного окислювання і полум'яний чи “вогневий” метод. Вибір методу залежить від обсягу стічних вод, їх складу і теплової здатності, економічності процесу і вимог, пропонованих до очищених вод.

Метод рідиннофазного окислювання заснований на окислюванні органічних речовин, розчинених у воді, киснем при температурах 100–350°C и тисках 2–28 Мпа.

В основі *методу парофазного каталітичного окислювання* лежить гетерогенне каталітичне окислювання киснем повітря при високій температурі летучих органічних речовин, що знаходяться в промислових стічних водах. Процес протікає дуже інтенсивно в паровій фазі в присутності мідно-хромового, цинк-хромового, мідно-марганцевого чи іншого каталізатора.

Сутність *вогневого методу* полягає в розпиленні стічних вод безпосередньо в топкові гази, нагріті до 900–1000°C. При цьому вода цілком випаровується, а органічні домішки згоряють. Мінеральні речовини, що містяться у воді, утворюють тверді чи оплавлені частки, що уловлюють у циклонах чи фільтрах.



8.6. ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ ВІД ФІЗИЧНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

Класифікація фізичних забруднень

До фізичних забруднень навколишнього середовища відносять шум, вібрацію, електромагнітні поля, теплове забруднення, радіацію.

Шум є одним з найбільш несприятливих чинників сучасного життя людини. Шуми в межах 20...30 дБ, що характерні сільських поселень, нешкідливі. Допустимий рівень шумів складає 70...80 дБ (читальні зали бібліотек, машинописні бюро, салони автомобілів). Шуми з рівнями 80... 100 дБ відносять до практично допустимих. Такі шуми створюються відбійними молотками, важкими вантажівками, оркестрами тощо. Шуми, рівень яких перевищує 110 дБ призводять до розладів здоров'я людини. Такі шуми створюються атмосферними розрядами, реактивними двигунами, пострілами, вибухами. Нормативні рівні шуму визначені санітарними нормами: для житлових приміщень – 30 дБ, для навчальних класів та аудиторій – 40 дБ, для пасажирських залів, торговельних приміщень, установ побутового обслуговування – 60 дБ, для міських мікрорайонів – 45 дБ.

Найбільш потужними джерелами шуму є міський транспорт (60%) і авіація. Значний рівень шуму створюється промисловими підприємствами (машинобудівними, текстильними, металургійними), компресорними станціями, газотурбінними установками тощо.

Під вібрацією розуміють механічні коливання пружних тіл. Джерелами вібрацій є машини і механізми, технологічне устаткування, транспорт тощо.

Звичайно вібрації розповсюджуються від джерела на відстань до 100 м. Найбільш потужне джерело вібрацій залізничний транспорт. Коливання ґрунту поблизу залізничної колії перевищують землетруси силою 6–7 балів.

Частота **інфразвукового випромінювання** складає 16–20 Гц, а хвилі характеризуються великою проникаючою здатністю. Джерелами технічного інфразвуку є газотурбінне устаткування, транспорт, двигуни ракет і літаків тощо. Санітарні норми для житлових приміщень мають не перевищувати 60дБ. Починаючи з рівня 90дБ необхідно застосувати спеціальну звукоізоляцію житлових приміщень.

Потрібно визначити, що вплив інфразвуку вивчений недостатньо і потребує продовження досліджень.

Використання електромережі супроводжується втратами електричного струму в ґрунти, що призводить до виникнення поля блукаючих струмів. Це явище називають **електромагнітним забрудненням**. Воно викликає корозійні ушкодження металевих і залізобетонних конструкцій. При напруженості поля блукаючих струмів 0,8–3,6 мВ/м швидкість корозії метала складає 0,2–2,0 мм/рік, а втрати несучої спроможності металевих і залізобетонних конструкцій – 10–15% і 5–8%. Екологічно несприятливий вплив чинять електромагнітні випромінювання промислової частоти (50 Гц) і частоти радіохвильового діапазону (0,06МГц – 300ГГц). Джерелами перших є електричні підстанції і лінії електропередач, других – антени радіотрансляційних та телевізійних станцій, спеціальних засобів зв'язку і радіолокаційних станцій.

Практично допустимі рівні електромагнітних випромінювань встановлені “Тимчасовими санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних полів, створюваних радіотехнічними об'єктами”.

В останні десятиріччя з'явилося нове джерело екологічної небезпеки **іонізуюча радіація**. Природний фон, створюваний космічними променями і розсіяний радіоактивними елементами земної кори (уран, радій, торій) є незначним

(поглинена доза дорівнює в середньому $2 \cdot 10^{-3}$ Гр) і в більшості випадків не становить загрози живим організмам.

Однак, радіоактивні елементи почали використовуватись для виготовлення зброї, для виробництва електроенергії, в медицині, у вимірювальних системах і т.д. З'явилося багато джерел випромінювання іонізуючої радіації: окрім АЕС та ядерної зброї, це дослідницькі ядерні реактори, вимірювальні прилади (наприклад для вимірювання запасів снігового покриву і вологи в ґрунті). Всіма країнами світу з 50-х років здійснено понад півтори тисяч ядерних вибухів. По всьому світу розсіяні ядерні могильники, на дні океанів опинились безліч ядерних боєприпасів на затоплених ядерних підводних човнах.

Деякі типи гірських порід (граніти) і будівельних матеріалів мають підвищений вміст радіоактивних елементів, їх використання при будівництві житла призводить до значного рівня випромінювання безпосередньо в квартирах і на робочих місцях. Найбільшу безпосередню загрозу становлять вибухи атомних та водневих бомб. Наслідки опромінення людини залежать як від поглиненої дози, так і від їх чутливості. Радіочутливість вимірюється 50% летальною дозою (LD_{50}), яка викликає з ймовірністю 50% загибель опроміненого організму.

Засоби захисту від фізичних забруднень

До засобів захисту від шумового впливу відносяться звукоізолюючі й звуковбирні конструкції (матеріали) та глушители різного типу.

Звукоізолюючі конструкції призначені для зменшення проникнення шуму в приміщення, що ізолюється, чи на територію житлової забудови від джерела, розташованого в сусіднім приміщенні чи відкритому просторі. Акустичний ефект таких конструкцій в основному обумовлений відображенням звуку від поверхонь.

До засобів звукоізоляції відносять звукоізолюючі огороження (стіни, перегородки і т.п.), звукоізолюючі кожухи й акустичні екрани. На практиці застосовують одношарові і багатошарові звукоізолюючі конструкції, що являють собою два і більш одношарових огороження з твердих щільних матеріалів (бетон, метал і т.п.) у сполученні із шарами пористих матеріалів типу мінеральної вати і т.п. Звукоізолюючі кожухи в залежності від виду й умов експлуатації агрегатів бувають стаціонарними, знімними чи розбірними, можуть мати оглядові вікна, дверцята, що відкриваються, прорізи для введення різних комунікацій і т.д. Ефективність звукоізолюючого кожуха залежить не тільки від звукоізоляції його окремих елементів, але і від герметичності. Акустичні екрани встановлюють на території підприємства для зниження шуму, створюваного відкрито встановленими джерелами в навколишнім середовищі. Застосування екранів виправдане тільки в тому випадку, якщо шум джерела, що екранується, не менш чим на 10 дБ вище рівнів, створюваних іншими джерелами в забудові.

Звуковбирні матеріали і конструкції служать для поглинання звуку у приміщенні самого джерела шуму і в приміщеннях, що ізолюються від шуму. Властивістю поглинання звуку володіють майже всі матеріали.

Засоби звукопоглинання використовують при проведенні акустичної обробки приміщень, встановлюючи в них звуковбирні облицювання і штучні звукопоглиначі для зменшення інтенсивності відбитих звукових хвиль. Даний метод частіше використовують при необхідності зниження шуму в самих виробничих приміщеннях, а також при близькому розташуванні підприємства від житлової забудови

Підвищений шум у навколишнім середовищі часто створюється при роботі вентиляторних, компресорних і газотурбінних установок, систем скидання стиснутого повітря й інших джерел аеродинамічного походження. Зниження цього шуму здійснюється *глушителями*, встановленими в каналах та трубопроводах. У залежності від принципу дії глушители поділяють на абсорбційні, реактивні (рефлексні) і комбіновані. Вибір типу глушителя залежить від спектра шуму

джерела, необхідного зниження шуму, конструкції установки, що заглушається, припустимого аеродинамічного опору.

Для виключення впливу вібрацій на навколишнє середовище необхідно приймати заходи для їхнього зниження в джерелі виникнення чи на шляхах поширення.

Зниження вібрацій у джерелі виконується по кінематичних і технологічних схемах, що виключають чи гранично знижують динамічні процеси, викликані ударами, різкими прискореннями і т.п. Для зниження рівня вібрацій, що виникають через дисбаланс устаткування застосовується балансування неврівноважених роторів коліс лопаткових машин, валів двигунів і т.п.. У процесі експлуатації технологічного устаткування повинні прийматися міри до усунення зайвих люфтів і зазорів, що забезпечується періодичним оглядом джерел вібрації.

Ефективний метод зниження вібрації в джерелі – виключення резонансних режимів роботи устаткування, що досягається вибором робочих режимів з урахуванням власних частот машин і механізмів.

Якщо не вдається знизити вібрації в джерелі виникнення, то застосовують *методи зниження вібрацій на шляхах поширення* (віброзгасання, віброізоляція, вібродемпфування).

Зниження інтенсивності інфразвуку може бути досягнуто зміною режиму роботи пристрою чи його конструкції; звукоізоляцією джерела; поглинанням звукової енергії за допомогою глушителів шуму інтерференційного, камерного, резонансного і динамічного типів, а також за рахунок використання механічного перетворювача частоти. Захист від шкідливого впливу інфразвуку відстанню малоефективна.

Боротьбу з інфразвуком у джерелі його виникнення необхідно вести в напрямку зміни режиму роботи технологічного устаткування, щоб основна частота проходження силових імпульсів лежала за межами інфразвукового діапазону. Одночасно повинні прийматися заходів для зниження інтенсивності аеродинамічних процесів, зокрема по обмеженню швидкостей руху транспорту і зменшенню швидкостей витікання пар і газів, стиснутого повітря в атмосферу. При виборі конструкції перевагу віддають малогабаритним машинам достатньої жорсткості, оскільки в конструкціях із плоскими поверхнями великої площі і малої жорсткості створюються умови для генерації інфразвуку.

Для зменшення інфразвукових коливань доцільно використовувати глушители шуму, що є найбільш простим способом зменшення рівня інфразвукових складових шуму усмоктування і вихлопу стаціонарних дизельних і компресорних установок і турбін.

Механічний перетворювач частоти інфразвукових коливань, заснований на амплітудній модуляції звукових коливань, застосовують для захисту від інфразвуку, що поширюється по закритому каналі.

Вибір засобів захисту від електромагнітних полів визначається характеристиками джерел по частоті шляхом порівняння фактичних рівнів джерел з нормативними. При напруженості електричного поля вище 1 кВ/м приймаються заходи для виключення впливу на людину відчутних електричних розрядів і струмів стікання.

Основний *спосіб захисту від ЕМП* у навколишнім середовищі – захист відстанню. З метою дотримання нормованих ПДР для ЕМП на селітебній території розміщення радіотехнічних об'єктів вибирають з обліком потужності передавачів, характеристики спрямованості, висоти, розміщення і конструктивних особливостей антен, рельєфу місцевості, функціонального значення прилягаючих територій, поверховості забудови.

Матеріали стін і перекриттів будинків у різному ступені поглинають і відбивають електромагнітні хвилі. Олійна фарба, наприклад, створює гладку поверхню, що відбиває до 30% електромагнітної енергії сантиметрового діапазону. Вапняні покриття мають малу відбивну здатність, тому для зменшення відображення стелю доцільно покривати вапняною чи крейдовою фарбою.

Для захисту від електричних полів промислової частоти необхідно збільшувати висоту підвісу фазних проводів високовольтних ліній, зменшувати відстань між ними і т.д. Напруженість ЕМП може бути зменшена видаленням житлової забудови від високовольтних ліній, застосуванням пристроїв, що екранують, і перегородок (залізобетонних заборів, тросових пристроїв, що екранують) чи посадкою дерев і чагарнику, інших засобів зниження напруженості електричного поля.

У реальних умовах на людину одночасно впливають кілька радіоактивних речовин і джерел **іонізуючих випромінювань**, створюючи при цьому зовнішнє і внутрішнє опромінення. Вплив фонового іонізуючого випромінювання від природних джерел, випромінювання при медичних процедурах, від телевізорів і т.п. не враховані і їх варто розглядати як додаткові навантаження.

Основними заходами щодо захисту населення від іонізуючих випромінювань є всіляке обмеження надходження в навколишню атмосферу, воду, ґрунт відходів виробництва, що містять радіонукліди, а також зонування територій поза промисловим підприємством. У разі потреби створюють санітарно-захисну зону і зону спостереження.

Забороняється видалення рідких радіоактивних відходів усіх категорій у колодязі, шпари, ями, що поглинають, поля зрошення і фільтрації, системи підземного зрошення, а також у ставки, озера і водоймища, призначені для розведення риби і водоплавного птаха. При неможливості розведення і при малих кількостях рідкі радіоактивні відходи повинні збиратися в спеціальні ємності для наступного видалення на пункт поховання радіоактивних відходів. На підприємствах, де щодоби утвориться більш 200 л радіоактивних відходів з концентрацією, що перевищує 10кратної припустимий, необхідно влаштовувати спеціальну каналізацію з очисними спорудженнями, що повинна передбачати дезактивацію стічних вод і при можливості їхнє повторне використання в технологічних цілях. Для очищення слабоактивних і середньоактивних скидних вод від радіонуклідів застосовують різні методи (розпарювання, іонний обмін, хімічні методи). Очищення радіоактивних вод від радіонуклідів у багатьох випадках представляє самостійну задачу і вимагають спеціального рішення.

Якщо тверді радіоактивні відходи мають підвищену питому активність і містять короткоживучі нукліди з періодом напіврозпаду менш 15діб, то перед похованням їх потрібно витримувати в спеціальних контейнерах до необхідного зниження активності, а потім видаляти зі звичайними відходами.

Збір твердих радіоактивних відходів на підприємствах проводиться безпосередньо на місцях їхнього утворення окремо від звичайного сміття і роздільно з урахуванням їх природи (неорганічні, органічні, біологічні);

- періоду напіврозпаду радіонуклідів, що знаходяться у відходах (до 15діб, більш 15діб);
- вибухопожежонебезпечності; методів переробки відходів.

Залишки від переробки опроміненого палива, джерела випромінювання, іонітні смоли, використане устаткування і т.п. підлягають похованню. Фільтри й обтиральний матеріал потрібно попередньо спалювати, а залишки від спалювання піддавати похованню.

Для поховання низькоактивних відходів можна використовувати сховища у виді резервуарів і траншей. Велику небезпеку представляють середньо- і

високоактивні відходи. Обертання з ними передбачає поховання їх у розбагненому стані в підземних сховищах і шахтах на глибині 300–1000м. Поховання високоактивних відходів у шахтах не завжди можливо, тому що відходи виділяють велику кількість теплоти, що може приводити до вибухів. Менш небезпечне поховання відходів у морі на великих глибинах в ізольованому виді, що вимагає попередньої обробки відходів (оскльовання, бетонування, ізолювання у високоміцні контейнери).

Низькоактивні пилогазові викиди у навколишнє середовище викидають через труби і розсіюють. Для очищення пилогазові викидів від радіоактивних аерозолів застосовують пиловловлювачі всіх типів. Для уловлювання високодисперсних часток широко застосовують фільтри різних конструкцій з фільтроелементами. При обробці високоактивних пилогазових відходів необхідно підвищувати концентрацію в них радіонуклідів і відправляти на збереження і поховання. Цей спосіб обробки застосовують і для радіонуклідів, що мають великі періоди напіврозпаду.



8.7. ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ ГАЛУЗЕЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Паливна та добувна промисловість

При спалюванні вугілля, дров та інших видів твердого, а також рідкого палива в атмосферу викидається велика кількість диму, сажі, часток палива, що не згоріли, сірчистого ангідриду та інших шкідливих речовин. Надходження в повітря великої кількості продуктів згоряння, особливо в великих промислових центрах, різко змінює його склад, часто наближаючи концентрацію токсичних речовин до межі допустимих норм у значенні впливу їх на здоров'я людини.

Нафтогазова промисловість. У більшості країн світу багато забруднювачів утворюються в результаті діяльності промисловості по переробці нафти або систем обігріву нафтопродуктами. Біля 60% від їх загального числа припадає на автомобільний транспорт.

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

Вугільна промисловість. При отриманні енергії у вугільно–паливному циклі спектри факторів, діючих на людину, і масштаби їх дії широкі та різноманітні. Основна дія на довкілля обумовлена викидами в атмосферу на етапі використання, тобто спалювання палива. Останні етапи циклу обумовлюють локальний вплив при видобутку, переробці і транспортуванні вугілля.

Гірниче виробництво. Вплив гірничого виробництва на природне середовище починається з геологорозвідувальних робіт, де можна виділити види порушень навколишнього середовища:

- геомеханічні (зміни природної структури гірського масиву, рельєфу місцевості, поверхневого шару землі, ґрунтів, у тому числі вирубування лісів, деформація поверхні);
- гідрогеологічні (зміна запасів, режиму руху, якості та рівня ґрунтових вод, водного режиму ґрунтів, винесення у ріки та водойми шкідливих речовин з надр землі);

- хімічні (зміна складу і властивостей атмосфери та гідросфери, в тому числі й підкислення, засолення, забруднення вод, збільшення фітотоксичних елементів у воді та повітрі);

- фізико-механічні (забруднення повітря, його підігрів, зміна властивостей ґрунтового покриву та інше);

- шумове забруднення, вібрація ґрунту та гірського масиву, викиди породи при вибухах; погіршення прозорості атмосфери та інші можливі явища, які супроводжують гірничі розробки, негативно впливаючи на навколишнє середовище.

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

Електроенергетика

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

Теплові електростанції. ТЕС активно споживають повітря. Продукти згоряння, які утворюються, передають основну частину теплоти робочому тілу енергетичної установки, частина теплоти розсіюється в навколишнє середовище, а частина виноситься з продуктами згоряння крізь димову трубу в атмосферу. Продукти згоряння, що викидаються в атмосферу, містять оксиди азоту NO_x , вуглецю CO_x , сірки SO_x , вуглеводні, пару води та інші речовини у твердому, рідкому та газоподібному стані.

Одним з факторів впливу вугільних ТЕС на навколишнє середовище є викиди систем складування палива, його транспортування, пилоприготування та можливе не тільки забруднення пилом, але і виділення продуктів окислення палива.

Одним з видів впливу ТЕС на атмосферу є збільшення споживання повітря, необхідного для спалювання палива.

Взаємодія ТЕС з гідросферою характеризується в основному споживанням води системами технічного водопостачання, в тому числі необоротним споживанням води. При промивці поверхонь нагріву котлоагрегатів утворюються розбавлені розчини соляної кислоти, натрію, аміаку, солей амонію, заліза та інших речовин. Основними факторами впливу ТЕС на гідросферу є викиди теплоти, наслідками котрих можуть бути; постійне локальне підвищення температури у водоймищі; тимчасове підвищення температури; зміна умов льодоставу, зимового гідрологічного режиму; зміна умов паводків; зміна розподілу залишків, випаровувань, туманів. Поряд з порушенням клімату теплові викиди призводять до заростання водойм водоростями, порушення кисневого балансу, що створює загрозу для життя мешканців рік та озер.

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

Характерні забруднення ТЕС: золіві поля, теплові та хімічні забруднення водних басейнів, шумовий вплив на житлові райони, електромагнітне випромінювання та ін.

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

Основний фактор забруднення – радіоактивність. Радіоактивність контуру ядерного реактора обумовлена активністю продуктів корозії і проникнення продуктів поділу в теплоносії. Це стосується майже всіх речовин, які взаємодіють з радіоактивним випромінюванням. Прямий вихід радіоактивних відходів попереджується багатоступеневою системою захисту. Найбільшу небезпеку становлять аварії АЕС і безконтрольне розповсюдження радіації.

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

Важливими особливостями впливу АЕС на довкілля є переробка радіоактивних відходів, також необхідність їх демонтажу і захоронення елементів обладнання.

Гідроелектростанції. Гідротехнічне будівництво призводить не тільки до позитивних, але й до негативних наслідків, які завдають непоправної шкоди водним екосистемам, порушують їх природні умови, погіршують якість води, знижують біопродуктивність.

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

Відновлювані джерела енергії. Сумарна небезпека для здоров'я людей при використанні відновлюваних джерел енергії обумовлена необхідністю переробки сировини для виробництва великої кількості високоякісних матеріалів (вилучення рідкісних елементів для сонячних батарей тощо), великими працезатратами. Такі відновлювані джерела енергії, як вітер, інсоляція, характеризуються нерівномірністю, тому необхідні пристрої для акумуляції енергії чи співвідносні традиційні маневрені джерела. Але прямий вплив на природне середовище при перетворенні первинної енергії у вторинну в цілому не дає дуже небезпечних наслідків.

Металургійний комплекс

Металургійний комплекс, що складається із сталеплавильного виробництва, чорної та кольорової металургії, на всіх стадіях впливає на довкілля.

Сталеплавильне виробництво. Чавуноплавильні агрегати є одним з основних джерел забруднення атмосфери. В ливарному виробництві повітря забруднюється пилом, окисом вуглецю та сірчаним ангідридом.

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

З усіх пилогазових викидів із сталеплавильних агрегатів найбільша кількість припадає на мартенівські печі. Гази містяться оксид та діоксид вуглецю, оксиди азоту та сірки, кисень, водень, азот, водяна пара та інші речовини, а мартенівський пил складається в основному з оксидів заліза.

Джерелом надходження пилу в навколишнє середовище є вентиляційні гази підбункерних приміщень доменних цехів. Ці гази містять 2–5 г/м³ пилу, для очистки від якого використовують електрофільтри. Викиди ливарного двору, які містять пил та гази (CO₂, SO₂), також очищуються в електрофільтрах.

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

Доменне виробництво утворює 1% брухту та відходів від усього металургійного виробництва. Джерелами утворення брухту та відходів головних переробок доменного виробництва є випуск та розлив чавуну на канавах та в чавуновізних ковшах (залишки, брак). Окрім цього ґрунт забруднюється промисловими твердими відходами (чорний метал, шлак, окалина, зола, шлами, флюси).

Чорна металургія. Коксохімічне виробництво забруднює атмосферу оксидом та діоксидом вуглецю, оксидом сірки. Завдяки цехам сіркоочистки коксохімічних заводів в атмосферу потрапляють сірчаний газ, сірководень, діоксид азоту, аерозоль сірчаної кислоти. Окрім газів, коксохімічне виробництво викидає в атмосферу велику кількість пилу, що виділяється при розвантаженні вугілля.

Джерелами забруднення повітряного басейну на аглофабриках є агломераційні стрічки, барабанні та чашеві охолоджувачі агломерату, випалювальні печі, вузли пересипки, транспортуванні, сортування агломерату та інших компонентів, що входять до складу шихти. До складу газів входять оксиди сірки та вуглецю, а пил містить залізо і його оксиди, а також оксиди марганцю, магнію, фосфору, кальцію, іноді частинки титану, міді, свинцю.

Виробництво сталі супроводжується виділенням в атмосферу значної кількості газів та пилу, що містить сполуки марганцю, заліза, міді, цинку, кадмію, свинцю та ін. При виплавці високо- та складнолегованих сталей в пил потрапляють також діоксиди кремнію, сполуки сірки, фосфору, оксиди ванадію, сполуки хрому, нікелю, молібдену, селену, телуру та ін. Кількість газів, що утворюються, і вміст в них твердих часток залежить від способу виробництва сталі, використання кисневого дутті та інших факторів.

Навколо металургійних заводів формуються своєрідні техногенні області, в усіх поверхневих утвореннях яких (ґрунті, снігу, воді, рослинності) міститься широкий набір шкідливих речовин, включаючи свинець та ртуть.

Стічні води металургійних заводів містять механічні домішки органічного походження, гідрооксиди металів, стійкі та легкі нафтопродукти, розчинені токсичні сполуки органічного та неорганічного походження. Стічні води мають приблизно однаковий якісний склад забруднення, однак концентрація забруднюючих речовин змінюється в широкому діапазоні залежно від видів та особливостей технологічних процесів.

Стічні води аглофабрик містять залізо, оксид кальцію, вуглець. На коксохімічних заводах стічні утворюються від хімічних цехів та процесу гасіння коксу. В процесі очистки коксового газу від сірководню утворюється стічні води, в яких містяться феноли, аміак, сірководень, ціаніди, бензолні вуглеводи, що є канцерогенними речовинами.

Стічні води в процесі виробництва сталі утворюються при очистці газів мартенівських печей, конверторів, охолодженні та гідроочистці виливниць, пристроїв безперервного розливання сталі та обмивання котлів-утилізаторів.

При технологічних процесах в чорній металургії утворюється велика кількість твердих відходів, які складуються на великих площах та в більшості випадків шкідливо впливають на ґрунт, рослинність, водні джерела та повітряний басейн. Шламопилові відходи утворюються практично на всіх стадіях металургійного виробництва.

Виробництво алюмінію. Алюмінієва промисловість – це галузь кольорової металургії, що виробляє алюміній, кристалічний кремній, алюміно-кремнієві сплави, содові продукти, мінеральні добрива, цемент, п'ятиокис ванадію, металевий галій.

При виробництві глинозему викидається велика кількість сірчаних сполук та пилу. Викиди алюмінієвої промисловості містять токсичні пиловидні речовини, миш'як, свинець та ін. При отриманні металевого алюмінію відбувається виділення анодних газів, збагачених пилом, глиноземом і кріолітом.

Значне забруднення води у виробництві алюмінію відбувається через поверхневий стік з території підприємств. Алюмінієве виробництво відноситься до підприємств, на яких за умовами виробництва неможливо у повній мірі виключити надходження у стік специфічних домішок з токсичними властивостями.

На території алюмінієвих заводів накопичується особливо багато промислових відходів у вигляді червоних шламів. Вони зберігаються просто неба у спеціальних шламонакопичувачах, які на поверхні висихають, і вітер розносить пилюку по прилеглих до заводу територіях. Відходи також інфільтрують у ґрунт і потрапляють у підземні води.

Хімічна промисловість

Масові отруєння, що трапляються на хімічному виробництві, залежать від характеру виробництва. Передусім, це важкі ураження значної кількості людей, які перебувають в безпосередній близькості до осередку ураження, у закритому приміщенні та навколо нього. Через відсутність вентиляції забруднених приміщень створюються не вентилявані зони, в яких концентрація токсичних речовин найбільша і люди одержують дуже сильні отруєння. Винесення токсичних речовин у навколишнє середовище призводить до масових уражень населення та біологічного (тваринного) світу.

До важливих промислових отрут відносяться:

- свинець, тетраетилсвинець, ртуть, марганець, берилій.
- подразнюючі гази.
- органічні розчини.
- анілін, нітробензол, тринітротолуол, двохядерні аміносполуки та поліциклічні вуглеці.

Найчастіше трапляються випадки масових отруєнь хлором, аміаком, чадним газом та іншими типовими токсичними реагентами подразнювальної, задушливої та загальнотоксичної дії. Переважна більшість хімічних речовин широко використовується в народному господарстві. Вони мають тривалий латентний період дії, що негативно впливає на раннє розпізнавання отруєння та надання невідкладної медичної допомоги.

Лісова та целюлозно-паперова промисловість

Виробництво паперу і паперової продукції – складний процес, що протікає в дві чітко розрізнені фази, перетворення деревини в пульпу і виробництво паперу.

Викиди в атмосферу при приготуванні пульпи містять і газоподібні, і дисперсні матеріали. Головні газові компоненти – сполуки відновленої сірки, дисперсний матеріал викидів складається з сульфату натрію з регенераційної печі, солі натрію і сполук кальцію з печі випалу вапняку, а також сполук натрію з резервуарів для розплаву.

Виробництво будівельних конструкцій та матеріалів являє собою сукупність складних технологічних процесів, пов'язаних з перетворенням сировини у різні стани і з різними фізико-механічними властивостями, а також з використанням різного ступеня складності технологічного обладнання та допоміжних механізмів. У багатьох випадках ці процеси супроводжуються виділенням великої кількості полідисперсного пилу, шкідливих газів та інших забруднень. До технологічних

процесів, пов'язаних з підвищенням виділенням пилу та шкідливих газів, відносяться завантаження, перевантаження й розвантаження сипучих матеріалів, їх сортування, подрібнення, транспортування, змішування, формування та пакування.

Підвищене виділення пилу спостерігається при виробництві бетонної суміші у змішувальному відділенні, у надбункерному приміщенні, у відділенні дозування робочої суміші.

Для арматурних цехів, а також цехів з виробництва нестандартних металевих конструкцій характерні пил металів та їх окалин, зварювальні аерозолі двоокису вуглецю та марганцю.

При технологічному процесі виробництва силікатної цегли підвищене виділення пилу спостерігається при завантаженні вапняку та піску кранами, дозуванні їх на стрічковому конвеєрі, транспортуванні, сортуванні, грохоченні, у змішувачах, при пресуванні. У цехах сушіння та випалювання виділяється оксид вуглецю, сірчаний ангідрид.

Виробництво деревоволокнистих плит пов'язане з виділенням газів на дільниці технологічної лінії по обробці щепи паром та деревної маси, у відливній машині, при пресуванні плит, їх гартуванні та зволоженні; при різанні, фрезеруванні, шліфуванні деревини повітря біля робочого місця забруднюється полідисперсним деревним пилом.

Деякі будівельні матеріали впливають на самопочуття людини. Наприклад, бенз-а-пірен, який утворюється внаслідок високотемпературних процесів термічної обробки органічної сировини, неповного згорання; формальдегід, який виділяють деревостружкові плити, матеріали для покриття типу фарб чи килимових виробів, текстильні товари, піноізоляційні матеріали; азбест, який має ізоляційні та протипожежні властивості, використовують у різноманітній продукції у вигляді термоізоляційного матеріалу, акустичних покриттів та радон.

Агропромисловий комплекс. За обсягом відходів агропромислове виробництво значно випереджає багато галузей. Для більшості галузей, які переробляють сільськогосподарські продукти, об'єм сировини в декілька разів перевищує вихід готової продукції.

Сільське господарство. Ведення сільського господарства вносить небажані зміни до навколишнього середовища. Головні з них: деградація ґрунтів, забруднення природного середовища залишковою кількістю мінеральних добрив та пестицидів, несприятливі зміни гідрологічного режиму та пов'язані з ними процеси запустелювання та заболочення.

Деградація ґрунту проявляється у виорюванні на ріллі, де посилені ерозійні процеси та знижена родючість ґрунту; випасах на пасовищах, наслідком чого стала їх сильна деградація; ущільнення ґрунту під дією важких с/г машин.

Сільське господарство забруднює природне середовище 3 видами відходів: залишкова кількість добрив; залишкова кількість пестицидів; гній та рідкі стоки тваринництва.

Дефіцит гумусу та родючість землі покривають за рахунок синтетичних мінеральних добрив, частина яких залишається в ґрунті та приликає до ґрунтових вод, чи зі стоками надходить до водойм, або вітром розноситься по великих територіях. Особливо гостро стоїть проблема залишкової кількості азотних добрив, які забруднюють воду нітратами. Але найбільшу екологічну небезпеку становить забруднення природного середовища залишковою кількістю пестицидів, які піддаються розкладанню та трансформації, і продукти таких перетворень виявляються ще шкідливішими.

Серйозним забруднювачем довкілля є с/г тварини. При їх утриманні утворюється велика кількість відходів. Гній та стічні води забруднюють ґрунт та водойми, а аміак та сірководень надходять до атмосфери, в добових водах

тваринницьких комплексів знаходиться до 100 видів збудників інфекційних хвороб. Тваринницькі комплекси приводять до забруднення атмосфери пилом, що утворюється при підготовці та транспортуванні кормів.

Харчова промисловість має вплив на екологію. Промислові комплекси по виробництву м'яса є джерелами забруднення атмосферного повітря. Над територіями, прилеглими до приміщень утримання худоби та птиці, в атмосферному повітрі розповсюджуються на значні відстані аміак, сірководень та інші шкідливі гази. Також атмосферне повітря забруднюється різними пестицидами, які використовуються для протруювання насіння на складах.

На багатьох харчових виробництвах стоять величезні холодильні установки, в яких використовуються хлорфторвуглеці. Ці сполуки дуже руйнують озоновий шар. Інші хімічні сполуки, які руйнують озоновий шар, використовуються при виготовленні полістиролових стаканчиків і сучасних упаковок для фасовки продуктів та напівфабрикатів.

Підприємства харчової промисловості забруднюють воду. У стічних водах органічна речовина складає 58%, мінеральна речовина – 42%. Тут є мінеральні, органічні, бактеріальні та біологічні забруднювачі. Мінеральні забруднювачі – це пісок, глинисті частки, які потрапляють у воду після миття овочів. Органічні речовини поділяються на рослинні та тваринні. Рослинні органічні забруднення – це залишки рослин, плодів, овочів та злаків, олії тощо. Забруднення тваринного походження – клейові речовини, залишки тканин тварин, фекалії. Бактеріальне та біологічне забруднення вноситься головним чином зі стоками біофабрик і підприємств мікробіологічної промисловості. Воду забруднюють синтетичні поверхнево активні речовини, особливо у складі миючих засобів.

Шкідливий вплив на здоров'я людини мають харчові продукти, які не відповідають нормативним вимогам за санітарно-хімічними показниками.

Транспорт

На довкілля мають вплив усі види транспорту: наземного (залізничний та автотранспорт), водного та авіаційного.

Забруднення, що спричиняє *залізничний транспорт* – забруднення повітря; забруднення ґрунту; шумове та вібраційне забруднення. Потяги хоча і впливають негативно, але порівняно з автомобільним транспортом, вплив значно менший.

Одним з негативних факторів, пов'язаних з масовим використанням автомобілів є зростаючий шкідливий вплив їх на навколишнє середовище та здоров'я людини. Це зумовлено викидом значної кількості шкідливих речовин та шумом, що супроводжує роботу автомобіля.

Джерелами викидів шкідливих речовин є відпрацьовані гази автомобільних двигунів, випаровування з системи живлення, підтікання пального і мастил у процесі роботи та обслуговування автомобілів, а також продукти зносу фрикційних накладок зчеплення, накладок гальмівних колодок, шин. Потрапляючи в атмосферу, водойми, ґрунт шкідливі речовини, що викидаються автомобільним транспортом, негативно впливають на біосферу.

До числа шкідливих компонентів відносяться і тверді викиди, що містять свинець і сажу, на поверхні якої адсорбуються циклічні вуглеводні. Джерелом вуглеводневих сполук є шари паливної суміші, прилеглі до стінок камери згорання, де відбувається гасіння полум'я, частини камери згорання, в яких через нерівномірний розподіл суміші виникає нестача кисню, а також циліндри, що працюють з пропусками запалювання та згорання. Оксид вуглецю утворюється в бензинових двигунах при роботі на багатих паливоповітряних сумішах. Вуглеводні, У відпрацьованих газах міститься кілька десятків різних вуглеводнів, які різняться за токсичністю. Наявність сполук свинцю у відпрацьованих газах є наслідком додавання тетраетилсвинцю в бензини для підвищення октанового числа. Певна

кількість сполук свинцю потрапляє в повітря при безпосередньому випаровуванні бензинів з паливного бака та карбюратора. Найхарактернішими для відпрацьованих газів двигунів внутрішнього згоряння є формальдегід та ацетальдегід. При неповному згорянні палива з відпрацьованими газами викидається сажа. Вона утворюється в камерах згоряння двигунів внаслідок піролізу палива при високих температурах і тиску в середовищі з нестачею кисню. Особливо багато сажі утворюється в дизелях.

Шум також є різновидністю несприятливого впливу автомобільною транспортом на навколишнє середовище. Основними джерелами шуму є процеси всмоктування повітря карбюратором і випуску відпрацьованих газів, робота вентилятора системи охолодження, клапанного механізму трансмісії. Джерелом шуму в дизельних автомобілях є система впрыску і взаємодія шин з поверхнею дороги.

Забруднення середовища *водним транспортом* відбувається морськими і річковими суднами, що забруднюють біосферу відходами по двох каналах:

- одержаними в результаті експлуатаційної діяльності,
- викидами у випадках аварій суден з токсичними вантажами, здебільшого нафтою і нафтопродуктами.

В умовах звичайної експлуатації основними джерелами забруднення є суднові двигуни, і насамперед головна енергетична установка, а також вода, використана для миття вантажних танків, і баластна вода, що зливається за борт із вантажних танків.

Енергетичні установки суден забруднюють відпрацьованими газами атмосферу, звідки токсичні речовини потрапляють у води морів, річок, океанів.

Нафта і нафтопродукти є основними забруднювачами водного басейну при роботі водного транспорту. Негативний вплив водного транспорту на гідросферу пов'язаний з тим, що на танкерах, що перевозять нафту і її похідні, перед кожним наступним завантаженням, робиться промивка ємностей (танків) для видалення решток раніше перевезеного вантажу. Промивна вода, а з нею і залишки вантажу звичайно скидалися за борт. Крім того, після доставки нафтовантажів у порти призначення танкери направляються до пункту нового завантаження без вантажу. В цьому випадку для забезпечення належної осадки і безпечності плавання нафтові танки судна заповнюються баластною водою, що забруднюється нафтовими залишками.

В міру зростання перевезень нафтовантажів і паливного тоннажу все більша кількість нафти стала потрапляти в океан і при аваріях. Нафта потрапляє у моря з бурових установок.

Повітряний транспорт має великий вплив на атмосферу Землі. Особливості впливу повітряних суден на довкілля пов'язані, по-перше, з тим, що сучасний парк літаків та гелікоптерів має газотурбінні двигуни. Літаки з поршневіми двигунами залишилися лише у сільськогосподарській та спортивній авіації. По-друге, газотурбінні двигуни працюють на авіакеросині, хімічний склад якого дещо відрізняється від автомобільного бензину та дизельного палива кращою якістю з меншим вмістом сірки та механічних домішок. По-третє, головна маса відпрацьованих газів викидається повітряними суднами безпосередньо у повітряному просторі на відносно великій висоті, при високій швидкості та турбулентному потоці, і лише невелика частка – у безпосередній близькості від аеропортів та населених пунктів.

Основними компонентами, які забруднюють довкілля є окис вуглецю, неспалені вуглеводні, окиси азоту та сажа.

Комунальне господарство. Вплив комунального господарства на екологію найнегативніший. Обумовлено це, перш за все вилученням великої кількості природних вод (поверхневих і підземних) для потреб господарського, питного та промислового водопостачання; скидом у водні об'єкти неочищених чи недостатньо очищених стічних вод, а також поверхневих стоків з урбанізованих територій. Суттєвий внесок в забруднення атмосфери вносять котельні централізованих систем тепlopостачання. Служби ЖКГ, що займаються вивезенням побутових відходів, збільшують площі звалищ (організованих і неорганізованих).

