**Лекція № 8**

**Тема:** АЛЬТЕРНАТИВНІ ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.

**Мета:** поглибити поняття про раціональне використання сировини та необхідність використання відходів хімічної промисловості в інших галузях господарства; закріпити знання про сучасні технології водопідготовки, очищення стічних вод та утилізації відходів хімічної промисловості.

План

1. Раціональне використання сировини.
2. Використання відходів хімічної промисловості в інших галузях.
3. Сучасні технології водопідготовки, очищення стічних вод, утилізації твердих відходів хімічної та металургійної промисловості.

**Основні терміни та поняття:** сировина, напівпродукти, готовий продукт, евапорація, електродіаліз.

Хімічна промисловість переробляє величезну масу сировини, витрачає велику кількість води, палива та енергії. У багатьох хімічних виробництвах витратні коефіцієнти сировини сягають 3-4 т на 1 т продукту, а подекуди перевершують 5-6 т. З кожним роком зростають потреби практично усіх галузей народного господарства у продукції хімічної промисловості, що зумовлює необхідність прискореного розвитку мінерально-сировинної й паливно-енергетичної бази, розширення асортименту, здешевлення й підвищення якості вихідної сировини.

Ефективне використання сировини й енергії в технологічних процесах – одна з найважливіших проблем хімічної промисловості. До основних способів ресурсоощадження належать: найкраще використання рушійної сили хіміко-технологічних процесів, раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, якнайкраще структурно-функціональне використання апаратів і машин, спосіб замкненого водопостачання, забезпечення й підвищення надійності хімічних виробництв, раціональне компонування устаткування хімічних виробництв.

У виробництві хімічних продуктів розрізняють: вихідні речовини (сировина), проміжні продукти (напівпродукти) і готові продукти. Напівпродукти хімічної переробки вихідної сировини, у свою чергу, є сировиною для одержання інших речовин. У практиці, проте, напівпродукт може бути готовим продуктом для підприємства, що виготовляє його, і сировиною для підприємства, що споживає цей напівпродукт. Так, сульфатна кислота, одержана на заводах кольорової металургії, є готовою продукцією для цих заводів і сировиною для одержання мінеральних добрив, зокрема фосфатних.

Сировина – це вихідні матеріали, які використовуються у виробництві промислових продуктів. Хімічна промисловість використовує як сировину продукти гірничорудної, нафтової, газової, лісової і целюлозно-паперової промисловості, чорної й кольорової металургії. Так, чорна металургія постачає ароматичні вуглеводні, нафталін, антрацен, феноли, крезоли, натрій тіоціанат, сульфур (ІV) оксид, що являється цінною сировиною для виробництва сульфатної кислоти. Особливо великі кількості сульфур (ІV) оксиду виділяють з газів кольорової металургії, мідних, цинкових, свинцевих руд, що утворюються у процесі випалення, і концентратів, що відходять. Використання вихідних газів має велике народногосподарське значення, оскільки дає можливість, наприклад, на кожну тонну міді одержати понад 10 т сульфатної кислоти без спеціальних витрат на випалення сірковмісної сировини.

Хімічна промисловість споживає також певну кількість сільськогосподарської сировини, проте обсяг її споживання постійно знижується. Сьогодні на виробництві спиртів, синтетичних кислот, гліцерину, мийних засобів, що раніше виготовлялися з харчової сировини, в Україні тільки протягом року економиться понад 1 млн т харчових продуктів.

Сировину хімічної промисловості класифікують за різними ознаками:

* за походженням – мінеральна, рослинна і тваринна;
* за запасами – непоновлювана (руди, мінерали, горючі копалини) і поновлювана (вода, повітря, рослинна і тваринна сировина);
* за хімічним складом – неорганічна (руди, мінерали) й органічна (нафта, вугілля, природний газ);
* за агрегатним станом – тверда (руди, мінерали, вугілля, сланці, торф), рідка (вода, розсоли, нафта) і газоподібна (повітря, природний газ).

Крім того, сировину можна поділити на первинну (мінеральна, рослинна і тваринна, горючі копалини, вода і повітря) і вторинну (промислові й споживчі відходи), а також на природну і штучну (кокс, хімічні волокна, синтетичний, синтетичні барвники, смоли та ін.).

У свою чергу, мінеральна сировина включає рудну (металеву), нерудну і горючу (органічну). Рудна сировина – це залізні, мідні, хромові, титанові та інші руди, які містять в основному оксиди й сульфіди металів. Руди, до складу яких входять сполуки різних металів, називають поліметалевими. Нерудна сировина – кухонна сіль, фосфорити, апатити, гіпс, вапняк, пісок, глина, азбест, слюда, сірка та ін. Горючі копалини – торф, буре і кам'яне вугілля, сланці та природний газ. Вони складаються з органічних сполук і використовуються як сировина й енергоресурси.

Рослинну (соняшник, картопля, цукровий буряк, деревина, виляск, льон, коноплі, олії, каучуконоси, стрижні качанів кукурудзи, соняшникове, рисове, бавовняне лушпиння та ін.) і тваринну (шерсть, натуральний шовк, пушина, шкіра, масла, жири, молоко та ін.) сировину переробляють на продукти харчування (харчова сировина) або на продукти побутового і промислового призначення (технічна). Так, тверді масла і рідкі олії використовують у виробництві мила, лакофарбових матеріалів, допоміжних речовин для оброблення виробів легкої промисловості, а продукти крохмалю використовуються у текстильній промисловості. Стрижні качанів кукурудзи, соняшникове, рисове і бавовняне лушпиння широко використовуються у мікробіологічній промисловості як сировина для виробництва кормового білка, фурфуролу і ксиліту.

Сировина, що використовується в хіміко-технологічних процесах, має задовольняти ряд вимог, зокрема забезпечувати:

* мінімальну кількість стадій переробки на кінцевий продукт;
* мінімальні енергетичні й матеріальні витрати на підготовлення сировини до хімічного перетворення і загалом на здійснення процесу;
* мінімальне розсіяння вихідної енергії, тобто характеризуватися максимумом ексергії;
* якомога нижчий рівень температури, тиску, витрати енергії на зміну агрегатного стану реагуючих речовин;
* максимальну концентрацію цільових продуктів у реакційній суміші.

Відходами виробництва називають залишки сировини, матеріалів і напівпродуктів, що утворюються в процесі виробництва продукції, які частково або повністю втратили свої якості й не відповідають стандартам (технічним умовам). Залежно від властивостей і складу виділяють три основні групи відходів підприємств хімічної та нафтопереробної промисловості:

* близькі до вихідної сировини;
* близькі до цільових продуктів;
* близькі до сировини інших виробництв або галузей.

До першої групи належать відходи, з яких можна вилучити сировину, що не прореагувала, або проміжні продукти й повернути їх назад у цикл, часто після регенерації. До другої – відходи, які завдяки певним операціям можуть бути доведені до товарних кондицій. Третя група включає відходи, придатні для переробки в інших галузях. Особливу групу становлять нешкідливі або знешкоджувані внаслідок тих чи інших процесів відходи, що направляються безпосередньо в навколишнє середовище, їх можна викидати в атмосферу, закопувати або затопляти в морях і океанах.

Використання вторинних матеріальних ресурсів економить традиційну сировину і знижує забруднення навколишнього середовища. Фосфогіпс доцільно використовувати, наприклад, для хімічної меліорації солончаків, як добавку у виробництві цементу, для виготовлення гіпсових в'яжучих, для виробництва сульфатної кислоти й цементу. Найперспективнішим і економічно найдоцільнішим напрямом використання галітних відходів є виробництво кухонної солі (харчової й технічної). Розв’язання проблеми повної утилізації піритних огарків дасть змогу одержувати залізно-рудні котуни (сировина для чорної металургії), а також кольорові, рідкісні й благородні метали. Золошлакові відходи можна використовувати для виробництва цементу, цегли, добавок у бетон і для інших будівельних цілей. Шлаки чорної металургії – хороша сировина для виробництва цементу, мінеральної вати, шлакової пемзи й інших матеріалів.

Під час комплексної переробки апатито-нефелінових руд крім фосфатної сировини можна одержати глинозем, содопродукти, фториди, портландцемент, титан (ІV) оксид, сполуки рідкоземельних елементів (рис. 2).

Апатитова руда

Фторапатит Ca5F(PO4)3 Нефелін Na2O(K2O)**.**2SiO2**.**Al2O3

фосфорна кислота фтористі солі Цемент Содопродукти Рідкісні Al

(Na2CO3, K2CO3) елементи

Рис. 2 – Шляхи застосування продуктів переробки апатитових руд

Сьогодні частково або повністю використовується понад 250 видів відходів, зокрема таких багатотоннажних, як вогненно-рідкий шлак – відхід фосфорної промисловості, що використовується для одержання гранульованого шлаку, шлаковати, пемзи, ситалів, щебеню й інших продуктів; фторовмісні розчини – відходи виробництва простого і подвійного суперфосфату, екстракційної фосфатної кислоти. Ці розчини застосовують для одержання гексафторидів і фторидів (алюміній фториду і натрій фториду), замінюючи при

цьому природну сировину – плавиковий шпат. Такі відходи, як абгазна хлоридна кислота, розчин гідросульфіту, відсів фосфориту, відходи виробництва поліамідного й поліакрилонітрильного волокна, пінополіуретану, використовуються повністю.

Відходи хімічних виробництв широко застосовуються не лише всередині галузі, а й в інших галузях замість дефіцитних матеріалів і сировини. Абгазна хлоридна кислота може замінити в інших галузях дефіцитну синтетичну хлоридну кислоту. Значна частка залізного купоросу, крейди дрібних фракцій, відходів содового й інших хімічних виробництв щороку передається для задоволення виробничих потреб підприємствам промисловості будівельних матеріалів, сільському господарству, меліорації.

Раціональне і комплексне використання сировини, включаючи вторинні ресурси, має важливе значення у задоволенні потреб народного господарства в багатьох видах основної й попутної промислової продукції й дає значний економічний ефект, що виражається у скороченні витрат, розширенні сировинної бази, підвищенні техніко-економічних показників, поліпшенні використання земельних ресурсів. Надзвичайно важливо, що при цьому розв'язуються проблеми, пов'язані з охороною навколишнього середовища і збереженням екологічної рівноваги у природі, оскільки скорочуються викиди шкідливих речовин в атмосферу, у водоймища, забруднення надр Землі твердими відходами.

Моніторинг якості води поверхневих водойм свідчить про те, що попри значний спад промислового виробництва за останні роки та зменшення у зв’язку з цим скидання у водойми стічних вод, все ж таки спостерігається тенденція до погіршення екологічного стану поверхневих джерел питної води. За гідрохімічними й еколого-гігієнічними показниками вони належать головним чином до 3 класу якості, а частина водойм – взагалі до 4 класу та є неприйнятними для використання в питному водопостачанні.

Водночас технологія водопідготовки на діючих централізованих станціях водопостачання орієнтована головним чином на якість води 1 класу. Це обумовлює значні відхилення одержаної питної води від вимог нормативних документів. На якість питної води впливає не тільки незадовільний санітарно-технічний стан водопровідних споруд, їх технологічна недосконалість і зношеність, яка становить від 30 до 70 %, але й стан розподільчих водопровідних мереж, в яких відбувається інтенсивне вторинне забруднення питної води при нормованій достатньо високій концентрації активного хлору.

Рівень очищення води на сьогодні надзвичайно низький. Наявні очисні споруди, навіть в разі біологічного очищення, вилучають лише 10-40 % неорганічних речовин (40 % – азоту, 30 % – фосфору, 20 % – калію) і майже не вилучають солі важких металів, тому кожна галузь, особливо хімічна, повинна запроваджувати лише інноваційні технології, що передбачають заходи запобігання забрудненню водних джерел. Мембранні та сорбційні технології в цьому аспекті знаходяться на передовому місці серед сучасних технологій в процесах водопідготовки та водоочищення, фармації, біо- та нанотехнології, харчової промисловості.

Прогресивний світ вже давно рухається шляхом знезараження води гіпохлоритом, адже скраплений хлор небезпечний для персоналу і несе відповідні ризики. Натрій гіпохлорит виробляється зі звичайної солі, яка подається у відповідні резервуари й через процес електролізу розщеплюється на гіпохлорит і водень. Готовий розчин зберігається у спеціальних ємностях. Якщо електролізна установка вийде з ладу, готового реагенту вистачить ще на 15 діб. Ще однією перевагою нової технології є мінімізація втручання людини у роботу обладнання.

Велика кількість різних забруднень у виробничих стічних водах хімічної промисловості обумовлює і численні способи, методи та технологічні схеми, які використовуються при їх очищенні. Нині широко застосовуються механічне, фізико-хімічне та біологічне очищення стічних вод.

Механічне очищення полягає в проціджуванні стічної води через решітки, уловлювання піску в пісколовках і освітленні води в первинних відстійниках. Забруднення, затримані на решітках, дробляться на спеціальних дробарках і повертаються в потік очищуваної води до або після решіток. Ці забруднення можна відправляти й на зброджування в метантенки. Осад з пісколовок складається в основному з піску. Його обробка зазвичай полягає в зневоднюванні на піскових майданчиках. Тверда фаза осаду, який утворився у відстійниках, переважно має органічне походження, у зв’язку з чим осад спрямовується на зброджування в метантенки.

Біологічне очищення стічних вод на біологічних фільтрах здійснюється аеробними мікроорганізмами, які розвиваються на фільтруючій загрузці споруд у вигляді так званої біологічної плівки. Вона періодично відмирає і виноситься з очищеною водою. Для її уловлювання застосовують вторинні відстійники. З метою зниження ступеня забруднення води, яка надходить на біологічні фільтри, частину очищеної води повертають для розбавлення неочищеної (рециркуляція води).

Механічне очищення передбачає відокремлення нерозчинних речовин у процесах відстоювання, фільтрування і центрифугування, його застосовують у випадках, коли стічні води після проходження через вищезазначене устаткування можуть бути використані для потреб виробництва, та як попередні при використанні інших засобів очищення.

Хімічні та фізико-хімічні засоби застосовуються для очищення виробничих стічних вод від колоїдних і розчинних забруднювальних речовин. Це такі:

* коагулювання з введенням у стічні води речовин – коагулянтів, здатних прискорити видалення з них нерозчинної й частини розчинної речовини забруднення;
* нейтралізація з введенням у стічні води речовин з кислою або лужною реакцією з метою забезпечення в них водневого показника в межах 6,5-8,5 рН.

При фізико-хімічному очищенні використовуються такі методи:

* сорбція – здатність деяких речовин поглинати або концентрувати на своїй поверхні забруднювальні речовини, що містять у собі стічні води;
* екстракція – введення в стічні води речовини, яка б не змішувалася з ними, але могла вилучати забруднення, що в них містяться;
* флотація – пропускання через стічну воду повітря, бульбашки якого, рухаючись вгору, підхоплюють забруднювальні речовини;
* евапорація – пропускання через нагріту стічну воду водяної пари для відгону забруднювальних летких речовин;
* іонний обмін – вилучення зі стічних вод розчинених аніонів і катіонів забруднень іонітами (наприклад, штучними іонообмінними смолами);
* електродіаліз – пропускання струму через електроди, що розміщені у стічних водах. Це сприяє розчиненню матеріалу – електродів у воді та утворенню пластівців коагулянту, осаджуючих забруднення стічних вод;
* реагентний метод– використання флокулянтів, які сприяють повнішому очищенню стічних вод у первинних і підвищують ступінь їх освітлення у вторинних відстійниках. Застосовуються для очищення стічних вод і підвищення ступеня ущільнення активного мулу, внаслідок чого використання флокулянтів дає змогу значно підвищити навантаження аеротенків.

Ефективним заходом очищення стічних вод є також озонування, позитивна якість якого полягає у здатності руйнування забруднень, що не окиснюються при біохімічному очищенні.

Біохімічне очищення базується на здатності деяких мікроорганізмів використовувати для свого розвитку органічні речовини, що містяться в стічних водах у колоїдному і розчиненому стані. Цей спосіб застосовується після очищення стічної води від мінеральних і нерозчинних органічних речовин. Він дає змогу майже повністю видалити забруднення органічного походження. Біохімічне очищення проводять у природних (на полях зрошення, фільтрації або в біологічних ставках) і штучних умовах (в біологічних фільтрах, аеротенках, окислювальних каналах та інших типах окислювачів).

Виробничі й побутові стоки, що пройшли біологічне очищення, втрачають більшу частину бактерій, які в них містяться, але повністю вони можуть бути знищені тільки за допомогою дезінфекції – хлоруванням, електролізом, використанням бактерицидних променів тощо.

Одним із методів, що збільшує ефективність біохімічного розкладання, є мікробний, який полягає у спеціальному вирощуванні мікроорганізмів, адаптованих до високих (на кілька порядків вище за середніх) концентрацій токсичних і важкоокиснювальних речовин, внаслідок чого процес очищення стічних вод стає ефективнішим. Перспективним є також підвищення фізіологічної активності мікроорганізмів різними хімічними мутагенами. Вибір методу і технологічної схеми очищення стічних вод залежить від характеру та кількості забруднень, їх подальшого використання, необхідного ступеня очищення тощо.

Для біологічного очищення води використовують селекціоновані активні штами мікроорганізмів-деструкторів, які необхідно утримувати в очисних спорудах, створювати умови, щоб вони не виносилися, не вимивалися безперервним потоком води, що очищується. З цією метою необхідно прикріплювати (іммобілізувати) мікроорганізми до будь-яких носіїв всередині очисних апаратів. Для іммобілізації мікробіоти в Україні використовуються носії типу «ВІЯ» із тонкого хімічного текстурованого волокна (ТУ 996990-89).

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

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 та безвідходними. Однак виникає питання, яка припустима частина сировини й матеріалів при маловідходному виробництві може направлятися на тривале збереження або поховання? У цьому зв'язку в ряді галузей промисловості вже маються 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 %. Як відомо, видобуток вугілля є одним із самих матеріалоємних і екологічно складних у промисловості процесів. Для цієї галузі встановлено, що виробництво є безвідходним (вірніше – маловідходним), якщо коефіцієнт безвідходності перевищує 75 %.

Промислові виробництва які працюють без матеріальних відходів вже існують в цілих галузях, однак частка їх поки мала. 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 багатотоннажних відвальних твердих відходів гірського і збагачувального виробництва як будівельні матеріали, закладки виробленого простору шахт, дорожніх покрить, стінних блоків і т.д. замість добування спеціальних мінеральних ресурсів;
* переробка в повному обсязі всіх доменних і феросплавних шлаків, а також істотне збільшення масштабів переробки сталеплавильних шлаків і шлаків кольорової металургії;
* різке скорочення витрат свіжої води й 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 як 3,5 % сульфуру) сульфурвмісних газів перемінного складу шляхом упровадження на підприємствах кольорової металургії ефективного способу – окислювання сірчистого ангідриду в нестаціонарному режимі подвійного контактування;
* на підприємствах кольорової металургії прискорення впровадження ресурсоощадних 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 шляхом різкого скорочення обсягу газів, що відходять, і держати висококонцентровані сульфурвмісні гази, що використовують у виробництві сульфатної кислоти та 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 маловідходних і безвідходних процесів, маючи на увазі бездоменний і безкоксовий 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 у металургії з метою економії енергії й матеріалів, а також контролю утворення відходів і їх скорочення.

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

* окислювання і відновлення з застосуванням кисню, азоту і повітря;
* електрохімічні методи, мембранну технологію поділу газових і рідинних сумішей;
* біотехнологію, включаючи виробництво біогазу з залишків органічних продуктів, а також методи радіаційної, ультрафіолетової, електроімпульсної й плазменної інтенсифікації хімічних реакцій.