

Лекція 4. Технології запобігання забрудненню атмосферного повітря

Атмосфера Землі – газоподібна оболонка планети, що складається із суміші різних газів і тягнеться на 1,5 – 2 тис. км. Атмосфера регулює клімат Землі, оберігаючи її від приземного нагрівання й охолодження, затримує радіоактивне космічне випромінювання і потік метеоритних тіл. Середній тиск атмосфери на рівні моря – 1013 мБ (1 мБ = 100 Н/м²).

Виділяють п'ять основних шарів атмосфери:

- 1) тропосфера (до висоти 17 км над поверхнею Землі);
- 2) стратосфера (висота до 40 км);
- 3) мезосфера (висота до 80 км);
- 4) термосфера (іоносфера) – понад 80 км (до 800–1000 км);
- 5) озоновий шар.

Тропосфера містить основну масу всіх газів атмосфери. На висоті 10 – 60 км (максимум 20 – 25 км) розташований захисний озоновий шар (екран), що поглинає ультрафіолетову короткохвильову радіацію Сонця і регулює температурний стан біля поверхні Землі.

До складу сухого атмосферного повітря в основному входять:

- нітроген (азот) – 75,5% від загальної маси,
- кисень (кисень) – 23,1%,
- аргон – 1,286%,
- двооксид карбону (вуглекислий газ) – 0,046%
- невелика кількість інших газів.

Джерела викидів в атмосферу	Групи викидів в атмосферу
Природні	Результат - життєдіяльності організмів, - розкладання органічних речовин, - лісових та інших пожеж, - діяльності вулканів і гейзерів, - пиловиділення при руйнуванні гірських порід і

	грунту внаслідок ерозії.
Антропогенні	Забруднення, які утворюються в результаті: – згоряння палива для потреб промисловості, опалення житлових будинків, при роботі усіх видів транспорту; – промислових викидів; – згорянні і переробленні побутових і промислових відходів.

Забруднення розрізняються за походженням:

- димові гази від спалювання палива,
- вихлопні гази двигунів внутрішнього згоряння,
- хвостові гази й абгази технологічних процесів,
- вентиляційні викиди,
- неорганізовані виділення з каналізації, стічних вод, відвалів

Промисловий пил – основний вид забруднення атмосфери, який наносить глобальну шкоду: погано пропускає ультрафіолетову радіацію, перешкоджає самоочищенню атмосфери, засмічує слизові оболонки дихальних органів та зорового аналізатора, подразнює шкіру, є переносником бактерій і вірусів, призводить до онкологічних захворювань.

Для порівняння конструкцій фільтрів умовно поділимо частинки, що забруднюють повітря, на 5 груп:

- великий пил, із розміром частинок приблизно 1 – 0,1 мм;
- середній пил, із розміром частинок приблизно 0,1 – 0,01 мм;
- дрібний пил, із розміром частинок менше 0,01 мм;
- гази, які знаходяться у повітрі у вигляді молекул;
- віруси та бактерії, які знаходяться у повітрі.

Таблиця – Частка різних галузей промисловості у забрудненні атмосфери за всіма видами забруднень

Галузі промисловості	Частка у забрудненні атмосфери, у %
теплова енергетика	30,7
автотранспорт	22,8
чорна металургія	15,7
промисловість будівельних матеріалів	13,3
кольорова металургія	7,4;
нафтопереробна промисловість	6,3

хімічна промисловість	3,8
-----------------------	-----

Таблиця – Потенційно шкідливий вплив хімічних забруднювачів на здоров'я

Забрудник	Шкідливий вплив на здоров'я
Бензол	Гематоксичність, канцерогенність, мутагенний процес
Окис вуглецю	Неврологічні порушення, погіршення здатності крові переносити кисень
Формальдегід	Подразнення очей, носа і горла, нудота, рак носової порожнини, генотоксичність
Поліциклічні ароматичні вуглеводні	Імунотоксичність, генотоксичність, канцерогенність, токсичність репродуктивних органів
Свинець	Гематологічні і неврологічні ефекти, зниження рівня гемоглобіну
Двооксид азоту	Хронічна абструптивна легенева недостатність, посилення респіраторних симптомів
Тверді частинки	Бронхіти, ослаблена легенева функція, ймовірне скорочення середньої тривалості життя
Двооксид сірки	Респіраторні симптоми (утруднене дихання, кашель з виділенням мокротиння, задишка), хронічна абструптивна легенева недостатність, смертність від респіраторних та серцево-судинних хвороб

Технології та обладнання для очищення пилогазових потоків

Установки для уловлювання шкідливих речовин, що містяться в повітрі, складаються, з наступних елементів:

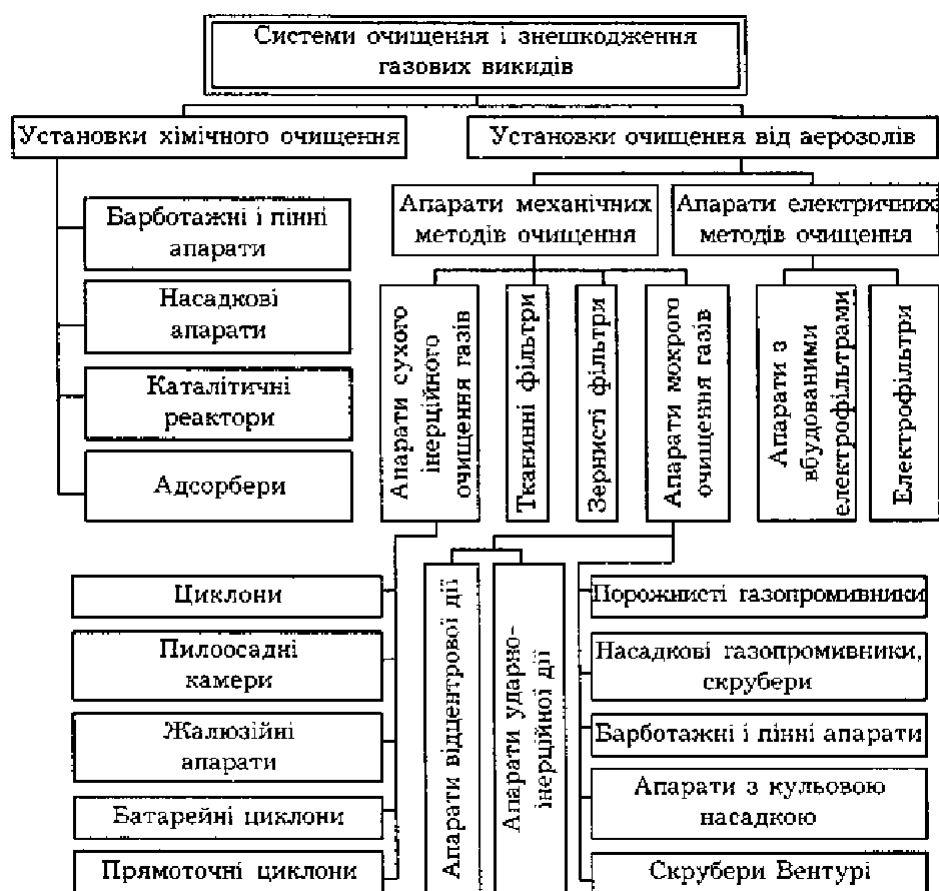
- уловлювального чи пилоприймального пристрою, що може включати один або групу приймачів;
- мережі трубопроводів;
- вентилятора, що відсмоктує запилене або загазоване повітря по трубопроводах до пило- чи газоочисної установки.

Системи очищення і знешкодження газових викидів можна умовно розділити на 2 групи:

- I група – установки з очищення від токсичних газових домішок (хімічного очищення);
- II група – установки з очищення газових викидів від аерозолів (пилу,

диму, крапель туману або бризок).

Орієнтовна класифікація систем очищення і знешкодження газових викидів



Захист атмосферного повітря від викидів промислового пилу

Апарати сухого очищення газів від пилу

Атмосферне повітря може забруднюватись твердими (пил, сажа), рідкими (крапельними) та газоподібними домішками, які складаються з стабільних атомів або радіоактивних ізотопів. Очищення атмосферного повітря здійснюється за допомогою використання сучасних повітряних фільтрів: 1) фільтри сухої очистки; 2) фільтри вологої очистки.

Методи сухого очищення газів від пилу	Принцип очищення газів від пилу
Механічні	проходить під дією сил гравітації, інерції, при фільтрації потоків через фільтри, рідини та ін.
Електричні	сепарація твердих частинок проходить під дією сил електричного поля на заряджені пилинки

У гравітаційних пиловловлювачах осадження пилових частинок із газів проходить за рахунок дії сил гравітації: чим менша швидкість руху частинок і час перебування їх у камері, тим вища ефективність очищення газів. Гравітаційні пиловловлювачі працюють наступним чином. Через вхідну трубу забруднений газ потрапляє у корпус пиловловлювача, де швидкість газового потоку знижується. У цей час під дією сили тяжіння, переважно крупні частинки, що забруднюють повітря, осаджуються у нижній частині корпусу пиловловлювача. Частково очищене повітря виходить через вихідну трубу.

У пиловловлювачах інерційної дії видалення частинок з газового потоку здійснюється під дією сил гравітації та інерції частинок, які рухаються в аерозольному потоці. Ефект сил інерції досягається при зміні напрямку газового потоку; при цьому тверді частинки намагаються зберегти першочерговий напрям руху й осаджуються в нижній частині корпусу пиловловлювача.

Установи мокрого очищення газів

Для очистки повітря крім сучасних фільтрів сухої очистки широко використовують фільтри мокрої очистки. Розглянемо загальні положення, пов'язані з такими апаратами.

У фільтрах мокрої очистки інженери намагались очистити повітря не тільки за рахунок максимальної кількості сил, що діють на забруднену частинку, але і намагались забезпечити якомога більшу площу взаємодії повітря та води.

У сучасних фільтрах мокрої очистки вода повинна використовуватись раціонально, тобто багаторазово. У фільтрах мокрої очистки з'явилась можливість нейтралізувати токсичні гази, за рахунок додання до води хімічних домішок, здатних вступити з ними у хімічну реакцію.

У фільтрів мокрої очистки є спільний недолік – в них утворюються вологі забруднювачі, які здатні залипати у корпусі апаратів, що ускладнює їх віддалення.

Очищення викидів газо- та пароподібних домішок

Методи очищення промислових викидів від газоподібних домішок за характером протікання фізико-хімічних процесів поділяються на групи:

- 1) промивання викидів розчинниками, що не сполучаються із забруднювачами (метод абсорбції);
- 2) поглинання газоподібних домішок твердими активними речовинами (метод адсорбції);
- 3) промивання викидів розчинами реагентів, що вступають у хімічне з'єднання із забруднювачами (метод хемосорбції);
- 4) поглинання домішок шляхом застосування каталітичного перетворення (використання каталізаторів);
- 5) термічна обробка викидів;
- 6) осаджування в електричних та магнітних полях;
- 7) виморожування.

Сорбція – поглинання твердим тілом чи рідиною речовини з НС.

Зворотний процес називають – **десорбцією** (найчастіше його здійснюють підвищенням температури чи зниженням тиску сорбуємої речовини).

Метод абсорбції

Абсорбцію у техніці часто називають скрубберним процесом очищення. Принцип цього методу полягає у розділенні газоповітряної суміші на складові частини поглинанням одного або кількох газових компонентів (абсорбентів) цієї суміші рідким поглиначем (абсорбентом) з утворенням розчину. Рушійною силою при цьому є градієнт концентрації на межі фаз «газ–рідина». Розчинений у рідині абсорбент внаслідок дифузії проникає у внутрішні шари абсорбента. Головною умовою у виборі абсорбента є розчинність у ньому компонента, який вилучається, та її залежність від температури й парціального тиску.

Адсорбцію поділяють на фізичну адсорбцію і хемосорбцію. У випадку фізичної адсорбції молекули газу прилипають до поверхні твердого тіла під впливом міжмолекулярних сил тяжіння. Теплота, що при цьому вивільнюється, за значенням збігається з теплотою конденсації пари. *Переважа фізичної адсорбції* – зворотність процесу, особливо за умови, якщо економічно вигідно рекуперувати газ або адсорбент.

Метод хемосорбції, каталітичний та біохімічний методи очищення

Метод хемосорбції ґрунтується на поглинанні газів і пари твердими або рідкими поглиначами з утворенням малолетких або малорозчинних хімічних сполук. Поглинальна здатність хемосорбента не залежить від тиску, через що хемосорбція більш вигідна за незначної концентрації забруднень. Більшість реакцій, що відбуваються у процесі хемосорбції, є екзотермічними та оборотними, оскільки хімічна сполука у разі підвищення температури розкладається на вихідні елементи.

Біохімічний метод базується на здатності мікроорганізмів руйнувати й перетворювати різні сполуки. Речовини розпадаються під дією ферментів, вироблених мікроорганізмами під впливом окремих сполук або групи речовин, наявних у газах, що очищаються.

Біохімічний метод газоочищення найбільше *застосовується* для очистки відвідних газів постійного складу. При частій зміні газу мікроорганізми не встигають адаптуватися до нових речовин і виробляють недостатню кількість ферментів для їх розкладання, внаслідок чого біологічна система матиме слабку руйнівну здатність відносно шкідливих компонентів газів. *Високий ефект газоочищення* досягається за умови, що швидкість біохімічного окислення вилучених речовин більша, ніж швидкість їх надходження із газової фази.

Метод термічної нейтралізації

Метод базується на допалюванні та термічній нейтралізації шкідливих речовин у викидах (горючі токсичні компоненти (гази, пари та дуже ароматні речовини) окислюються до менш токсичних за наявності вільного кисню та високої температури газової суміші).

Переваги методу – відсутність шлаків, невеликі габарити очисних установок, простота їх обслуговування, можливість автоматизації їх роботи, висока ефективність знешкодження шкідливих речовин. Використовується тоді, коли об'єми викидів надто великі, а шкідливі домішки піддаються спалюванню.

Ефективність очищення систем термічного та вогневого знешкодження – 99%.

Застосування обмежується характером утворених при окисленні продуктів реакції – лише для викидів, що не містять токсичних компонентів (органічні речовини, до яких не входять галогени, сірка та фосфор).

Ефективний при очищенні викидів від лакофарбованих та просочувальних ділень.

Вибір типу очисних пристроїв та фільтрів

Послідовність вибору типу очисних пристроїв та фільтрів зазвичай така:

- виявлення характеристик викидів (температура, вологість, вид та концентрація домішок, токсичність, дисперсність тощо);
- визначення типу очисного пристрою або фільтра за витратою газу, необхідним ступенем очищення, можливостями виробництва та іншими факторами;
- знаходження робочої швидкості газів;
- техніко-економічний аналіз можливих варіантів очищення;
- розрахунок параметрів очисного пристрою;
- проектування та вибір очисного пристрою або фільтра.

При виборі **засобів очищення** викидів в атмосферу враховують такі рекомендації:

- сухі механічні способи та пристрої не ефективні при видаленні дрібнодисперсного та липкого пилу;
- мокрі методи не ефективні при очищенні викидів, в яких містяться речовини, що погано злипаються й утворюють грудки;
- електроосаджувачі не ефективні у випадку видалення забруднень з малим питомим опором і тих, які погано заряджаються електрикою;
- рукавні фільтри не ефективні для очищення викидів з липкими та зволоженими забрудненнями;
- мокрі скрубери не можна застосовувати для роботи поза приміщеннями в зимових умовах.

Процеси очищення технологічних і вентиляційних викидів від газів і пароподібних домішок характеризуються низкою особливостей:

по-перше – гази, що викидаються в атмосферу мають досить високу

температуру і містять велику кількість пилу, що істотно ускладнює процес газоочищення і вимагає попередньої підготовки газів, які відходять;

по-друге – концентрація газо- і пароподібних домішок величина непостійна.

Рекуперація пилогазових викидів

Утилізація коштовних компонентів з пилів і шламів металургійного виробництва - актуальне завдання для всіх індустріально розвинених країн миру. Добування в напівпромислових і промислових масштабах Zn, Pb і Fe з пилів і шламів чорної металургії проводиться в основному в Німеччині, Японії й США. Основними способами є модифікації вельц-процесу.

На заводах Європи («Август Тиссен хютте», Німеччина, «Бритиш стил», Англія, «ЮЗИНОР», Франція й ін.) сухий сталеплавильний пил транспортують на склад сировини й утилізують із окалиною в кількості до 100 кг/т агломерату, а шлами подають в окомкователі аглофабрик. У цей час у світовій практиці технології добування Zn з різних видів сировини дозволяють одержувати цинковий концентрат зі змістом Zn до 62%, відрізняються складністю, енергоємністю й високою собівартістю продукту.

Найбільша німецька сталеливарна компанія «Гамбургерштальверке» платить за утилізацію 1 т х пилів, що містять цинк, до 100 євро. Зміст Zn в одержуваному концентраті не перевищує 32%. Існують пиро- і гідрометалургійні схеми добування Zn з відходів металургійного виробництва. Однак застосування гідрометалургійного способу, що включає випал сировини, вилуджування, фільтрацію й оборотний цикл, економічно виправдано лише для підприємств, що вже мають гідрометалургійні виробництва.

Дослідження фірми «Син ниппон» показали, що Zn у доменних шламах концентрується в основному в найбільш тонкій фракції (близько 20 мкм), залізо порівняно рівномірно розподілене у всіх фракціях, а вуглець - у найбільш великій. На цій основі була розроблена технологія відділення найбільш тонкої фракції (утримуючої з'єднання Zn) за допомогою гідроциклона. Згущений шлам направляють у вакуум-фільтри, потім у тарілчастий окомкователь для одержання

окатишів (1-5 мм), які далі надходять на агломашину. Для рециклінгу пил, що містить цинк, може бути застосована один з різновидів процесу «Fastmet», розроблена фірмами «Midrex» і «Kobe Steel Ltd». Принциповою відмінністю її є температурний режим у печі зваженої плавки й вид одержуваного продукту. У даному процесі - Zn витягає з матеріалів, що переробляються, більш ніж на 95% і у вигляді оксиду вловлюється в системі газоочистки з рукавними фільтрами. Це забезпечує перспективу його застосування в країнах із твердими законами по захисту ОС (Європа, Японія, США).

В останні роки розробляються нові способи добування – Zn і інших кольорових металів з дисперсних відходів металургійного виробництва. Зокрема, був запропонований процес їх обезцинкування шляхом електроплавки окатишів у дуговій електропечі.

У США для утилізації відходів що містять метали, все більший розвиток одержують процеси із застосуванням плазменної технології. Існує промисловий процес добування Zn, Hg і Cd шляхом плавки вловленого пилу в спеціальних реакторах. Гранули що містять цинк, обробляють разом з 268 коксом при $T=1100^{\circ}\text{C}$ з відновленням - Zn до металу, що віддається у вигляді пар. При їхньому контакті з киснем атмосфери утвориться Zn, що видаляють із печі й уловлюють. Гранули без Zn і РЬ повертають в електропеч. На аглофабриках США відходи використовують окремо або в суміші з рудою, концентратами або ін. відходами.

На заводі фірми «Бетлехем стил» у м. Бернс-Харборе утилізують на аглофабрике всі відходи підприємства. Фірма «Релаксос» м. Чикаго, розробила процес спільної підготовки залізовмісних пилів і шламів коксового дріб'язку й замасленої окалини шляхом їхнього спільного брикетування з додаванням кам'яновугільного пеку. Брикети використовують у доменній шихті в кількості до 105 кг/т шихти. Фірма «Пеллетек» (м. Питтсбург, США) обробляє пил газоочисток доменного й сталеплавильного виробництв разом зі здрібненою окатиною, негашеним вапном (4-5% мас.) і кварцовим борошном (1-2% мас.). Компоненти шихти воложать, потім витримують кілька годин, забезпечуючи умови для процесу гідратації перевелися, гранулюють, сушать; окатиші використовують у доменній шихті в кількості 10% мас.

У більшості країн СНД такі технології розробляються на рівні дослідницьких робіт і напівпромислових випробувань. Промислового виробництва металізованих окатишів зі шламів аглодоменного й сталеплавильного виробництв не існують; ці матеріали використовують лише як компоненти аглошихти.

Фахівці України приділяють досить серйозну увагу проблемам техногенних родовищ важких металів. У працях 2-й Маріупольської екологічної конференції 1997р. повідомлялося про лабораторні дослідження «Укрнтек», м. Донецьк по створенню технології «Електрококс» для переробки шламів чорної металургії, що містять – Zn і Fe. По даним авторів процес забезпечує сприятливі умови для відновлення Zn без обов'язкової металізації заліза. Як продукти передбачається одержувати товарний «цинкпродукт» і залізистий сплав. «Цинкпродукт» містить більше 90% високодисперсного оксиду цинку, а ступінь металізації Fe у сплаві можна регулювати. Вихідна пил що містить цинк, переробляється в спеціальному пристрої, де сировина розплавляється й фільтрується через шар коксу, розігрітого електричним струмом до $T = 1400-1600^{\circ}\text{C}$

Розроблена Криворізьким Технічним Університетом технологія утилізації шламів систем газоочистки металургійного комбінату «Криворіжсталь» дозволяє на модульній установці ДСУ-200 з наступною 270 гідравлічною доробкою тонкого продукту виділити металеве залізо, магнетитовий концентрат, чистий порошок (до 70% Feобщ) оксидів заліза, багатий вапном і магнезією флюс, важкий піритний продукт.

Після декількох циклів зміст цинку в пилу зростає й при досягненні певної концентрації, придатної для його добування, неї виводять із циклу й відправляють на підприємства кольорової металургії, а залізовмісний матеріал повертають в основний переділ.

На металургійних заводах України переважає мокрий спосіб очищення газів, що відходять, електросталеплавильних печей. На основі виконаних у Донбаському національному технічному університеті (ДонНТУ) досліджень розроблена технологія підготовки сухих і вологих відходів газоочисток металургійного виробництва для організації рециклінгу й наступного добування Zn.

Спроби багатьох науково-виробничих колективів розробити процеси утилізації мелкодисперсних відсівань коксу, що утворюються на коксохімічних і металургійних заводах, не привели дотепер до позитивних результатів. Установка брикетування коксових формувань із мелкодисперсних відсівань коксу (фракції 0-5мм), що діяла на Харківському досвідченому коксохімічному заводі, не забезпечувала оптимальних фізико-хімічних характеристик формувань. Економічні показники установки не витримували нормативних строків окупності. Особливої уваги заслуговує факт відсутності промислових способів, у яких комплексно витягають – Zn, Pb і Fe навіть на найбільших металургійних підприємствах України, Росії й ін. країн.

Вилучення цінних елементів або тих, що можуть бути повторно використані, із пилогазових потоків.

Чистий вуглець, залізо, розсіяні, рідкісні і рідкісноземельні метали, сировина для будівельних матеріалів, високоякісний абсорбент, унікальні мікросфери. Все це про відходи від роботи ТЕС і ТЕЦ, точніше про 300 млн тонн золошлакових відходів, які можна перетворити на корисну сировину.

В Україні частка електроенергії, виробленої ТЕС та ТЕЦ станом на січень 2020 року складає приблизно 32%. І все ще залишається на другому місці після атомної енергетики. Тверде викопне паливо (в основному кам'яне вугілля) – основна сировина для роботи таких електростанцій. При його спалюванні утворюється велика кількість шлаку, летючого попелу, сірчистого газу, оксидів азоту, вуглецю та інших з'єднань.

Золошлакові відходи (ЗШВ) теплостанцій відносять до найбільш багатотоннажних промислових відходів. Орієнтовно, теплоелектростанція (ТЕС) потужністю 1 млн кВт за добу роботи спалює 10000 т вугілля, виділяючи при цьому, близько 1000 т шлаку та золи. Паливо спалюють у вигляді дрібних шматків чи у пилоподібному стані, відходи утворюються відповідно у вигляді шлаку чи

золи. Золю уловлюють за допомогою води в спеціальних бункерах і видаляють у вигляді пульпи гідротранспортом у золовідвали. Шлаки гранулюють шляхом швидкого охолодження водою і видаляють у відвали сухим чи гідравлічним способом.

Щороку в Україні накопичується 8 млн тонн золошлаків. А обсяги вже накопичених відходів сягають майже 300 млн тонн. При цьому майже всі золошлакові відвали українських вугільних ТЕС та ТЕЦ вже майже заповнені.

Займаючи величезні площі, вони є джерелом забруднення довкілля. При цьому розраховано, що на відвали теплових електростанцій застосовується в середньому 0,3 % всього обсягу електроенергії, яка виробляється ТЕС (отже, мають місце значні матеріальні витрати). Крім того, означені зольні відходи являють собою постійне джерело забруднення ґрунтів, водного та повітряного басейнів, а їх накопичення у природних екосистемах призводить до погіршення стану довкілля, порушення життєдіяльності тваринного та рослинного світу, негативного впливу на здоров'я людей.

Разом з тим, за хімічним і мінералогічним складом вони багато в чому ідентичні природним мінеральним матеріалом та можуть стати джерелом корисних елементів. І хоча на сьогодні безпосереднє використання золи у різних галузях промисловості дуже обмежене у зв'язку з неоднорідністю її складу, наявності в ній не згорілого вугілля, високий (до 25 %) і непостійний вміст якого є головною перешкодою для застосування золи, існує ряд наукових розробок і винаходів, які були апробовані у реальних виробничих умовах, що підтверджують можливість застосування золошлаків ТЕС як комплексної багатоцільової сировини для виготовлення вугільного концентрату, концентрату заліза для металургійної галузі, будівельних матеріалів, сорбентів, матеріалів для дорожнього будівництва та особливого матеріалу – так званих мікросфер зол виносу.

Ефективність застосування технологій утилізації паливних відходів залежить від багатьох факторів. Слід враховувати склад золи і шлаку, гранулометричний (фракційний), хімічний, мінеральний, мікроелементний склад відходів, а також інші показники. Тільки після повного аналізу можна приймати рішення по вибору методу утилізації відходів.

Зола являє собою тонкодисперсний матеріал і складається з часток крупністю 0,1-0,005 мм. Крупність часток шлаку 20-30 мм. Хімічний склад золошлакових відходів залежить від мінеральної складової палива і коливається в залежності від родовищ вугілля. Показовий вміст основних оксидів у золошлакових відходах: SiO_2 37-63 %, Al_2O_3 9-37 %, Fe_2O_3 4-17 %, CaO 1-32 %, MgO 0,1-5 %, SO_3 0,05-2,5 %. У золі присутнє незгоріле паливо до 6-7 % до 25 %, у шлаках, як правило, воно відсутнє. У незначній кількості наявні такі елементи, як Ti , K , Na . У деякому вугіллі зустрічаються навіть дорогоцінні метали: Au , Ag , Pt , рідкі та розсіяні елементи.

На сьогодні існує більше 300 технологій перероблювання золошлакових відходів (ЗШВ), проте вони в більшості присвячені використанню золи у будівництві і виробництві будівельних матеріалів.

Зупинимось на тих, які були апробовані в українських умовах і являються комплексними.

Флотація. Якщо коротко, то флотація – це спосіб збагачення корисних копалин у водному середовищі, заснований на різниці можливостей мінералів утримуватись на міжфазовій поверхні.

Реалізація традиційного способу флотаційного збагачення золи ТЕС дає концентрат і відходи флотації. Флотоконцентрат являє собою вуглецевмісну фракцію ($A_d = 45-14$ %). Вуглецева складова концентрату характеризується показником крупності < 100 мкм і в цілому являє собою різноманітні модифікації коксу. Відходи флотаційного збагачення золи складаються в основному із

алюмосилікатів, а залишковий вміст вуглецю в них коливається у межах 2–8 %. Завдяки наявності названих компонентів флотаційної сепарації золи ТЕС відходні продукти можуть бути використані у різних галузях промисловості: металургії, енергетиці, хімічній промисловості, у виробництві будівельних матеріалів. Малозольний флотоконцентрат можна використовувати як компонент пиломазутних паливних композицій для доменних процесів. Враховуючи, що в металургії застосовується спосіб розливання металу сифоном у виливницю, де як теплоізолююче покриття використовується концентрат з вмістом вуглецю 35–60 %, вуглецевмісний відходний матеріал дозволяє відмовитися від використання графіту для тих же цілей.

Зворотна флотація. На кафедрі хімії НТУ «Дніпровська політехніка» був запропонований спосіб зворотної флотації, принцип якого полягає у кондиціонуванні золопульпи у суміші із жирнокислотним збирачем (фракції жирних кислот C15–C17) та шляхом введення аніонного депресора вуглецевмісних частинок з отриманням камерного продукту. При цьому збирач адсорбується на поверхні мінеральної фракції й покращує її фізикохімічні властивості, а саме підвищує її гідрофобність. Отримана за такого способу вуглецевмісна фракція золи характеризується високою питомою поверхнею, що дозволяє використовувати її у якості високласного адсорбенту, особливо для токсичних стоків, ситуація з якими в нашій країні носить загрозливий характер.

Одна із Технологій безвідходної переробки золи також належить до флотаційних способів утилізації. Розроблена у 90-х років минулого сторіччя на базі тоді ще Національного гірничого університету у м. Дніпро. З використанням якої можна отримати 3 основних групи компонентів:

1) алюмосилікатні фракції (75%) – широко використовуються в багатьох галузях будівництва та є основою виробництва: бетонів, матеріалів для будівельних і штукатурних розчинів, безарматурних малих бетонних блоків,

керамічних виробів (черепиця, цегла та ін); використовується в якості добавки-замінника цементу (замінює 30% цементу) ;

2) *вуглецева маса (25%)* – може бути використана в повторному спалюванні в котлоагрегатах на тих же самих станціях, для виробництва коксу, у теплоізоляційному покритті при розливі сталі, як паливна добавка, сорбент важких металів, магнетит, спеціальний чорний пігмент, порошки для копіювальної техніки.

3) *мікросфери (до 0,2%)* – являють собою унікальне поєднання форми, низької щільності з високою механічною міцністю, термостабільності і хімічної інертності, що дає можливість забезпечити широке застосування мікросфер в якості компоненту теплоізоляційних матеріалів, сорбентів, радіопрозорих керамік, наповнювачів композиційних матеріалів і спеціальних видів цементу. Мікросфери є перспективною сировиною для отримання на їх основі каталізаторів, адсорбентів, капсулюючих матеріалів, здатних функціонувати в умовах дії агресивних середовищ і високої температури.

Ще у 1997 році ця технологія була успішно застосована на “Луганській” ТЕС. При виробничій потужності переробки золи – 400 тис. т/рік, було отримано переробленої продукції: вугільний концентрат з теплотою згорання 4000 ккал/год – 120 тис. т; сировина для будівельних матеріалів – 280 тис. т.

Магнітна та електрична сепарація золи. Найважливішим фазовим компонентом такого способу переробки є оксиди заліза у кількості 20%. Сполуки заліза (FeO і Fe_2O_3) входять до сфероїдизованих частинок склофази.

Магнітна складова – це чорні оплавлені кульки, що складаються з магнетиту і гематиту. Використання сухої і вологої магнітної сепарації дозволяє відокремити високоякісний магнетит з легкої золи. Магнетит, отриманий таким способом, можна використовувати як обважнювач при збагаченні вугілля у важкому середовищі. Немагнітний продукт застосовується для виготовлення цементу,

закладки гірничих виробок як наповнювач та ін. Також суху золу можна розділити методом електричної сепарації на барабанних коронних сепараторах з достатньо високим вилученням вуглецю в концентрат.

Хімічні методи конверсійної переробки золи, що дають можливість вилучення рідкісноземельних елементів, тугоплавких і кольорових металів. Особливо зважаючи на те, що середній міст зазначених елементів у золі вищий ніж у гірських породах. А при комплексній переробці, навіть при мінімальному вмісті, їх вилучення може бути економічно вигідним.

<i>Перспективні способи переробки</i>	<i>Основні види продукції</i>
Пряме флотаційне збагачення	флотоконцентрат як вуглецевмісна горюча фракція – різні модифікації коксу та сорбент важких металів для металургії, енергетики, хімічної промисловості, у будівництві; відходи (алюмосилікати + залишок вуглецю) – наповнювач композитів
Зворотна флотація	вуглецевмісний продукт – сорбент для різних промислових галузей, основа алюмосилікатної і вуглецевої сировини; відходи (алюмосилікати + залишок вуглецю) як гідрофобний наповнювач композиційних матеріалів
Магнітна та електрична сепарація	магнетит як обважнювач при збагаченні вугілля у важкому середовищі; немагнітний продукт для виготовлення цементу, як наповнювач закладки гірничих виробок
Хімічні методи переробки	рідкісноземельні елементи, тугоплавкі і кольорові метали; глинозем (корунд) як металопрівідний твердий електрод, як вогнетривкий матеріал, основа для кераміки, як інертний наповнювач у хімічній промисловості, каталізатор, адсорбент
Трансформація золи у природному вигляді	компонент для відсіпки автомобільних доріг, проїздів, замулених територій, для баластування залізничних шляхів; наповнювач бетонних та залізобетонних конструкцій, керамічної цегли; як основа штучних пористих заповнювачів (аглопорит), добавка до глиняної сировини

Перспективні напрямки і способи переробки ЗШВ

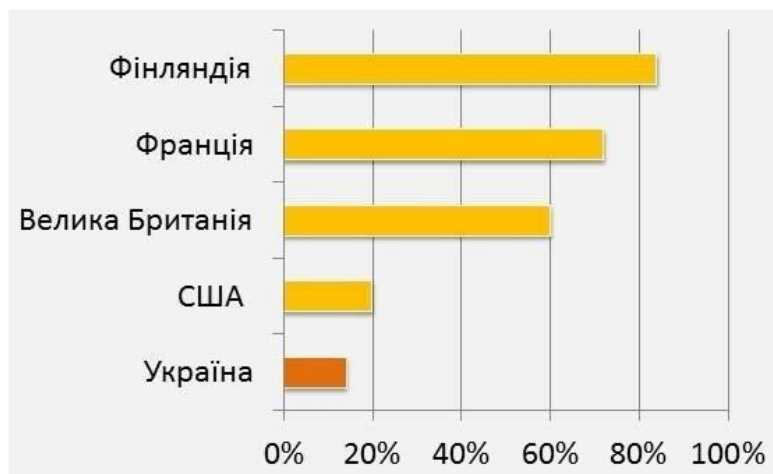
Особливої уваги заслуговує ще один побічний продукт роботи теплоелектростанцій – так звані золи-виносу, які утворюються при видаленні дрібної та легкої фракцій, які виносяться димовими газами на електрофільтри-уловлювачі. Вони мають унікальні адсорбційні та в'язучі властивості, які були

використані при проведенні досліджень щодо утилізації фільтрату (концентрату) полігону № 5 Київського звалища твердих побутових відходів (ТПВ), а також при очищенні модельних і реальних стічних вод різного складу та походження. Було показано, що механічна суміш золи і, наприклад, концентрату (продукту, отриманого після очищення фільтрату системою зворотного осмосу) призводить до утворення твердого, практично водонерозчинного матеріалу. Застосування золи як адсорбенту, дозволяє на модельній системі забезпечити наступні ступені вилучення важких металів, % мас.: Fe – 97,6; Cu – 98,3; Cr (III) – 98,7; Zn – 92,4; Mn – 97,2; Pb – 96,3. Високий рівень очищення спостерігається і на реальних промислових стічних водах.

Експериментальними дослідженнями на Бортницькій станції аерації доведена ефективність застосування золи-виносу ТЕС для фіксації, зневоднення сирих та зброджених осадів, надлишкового активного мулу. Що значно підвищує ступінь і ефективність очищення води, особливо якщо екстраполювати його на ті величезні об'єми, які щодоби скидаються на мулові майданчики.

При всій перспективності і великій кількості вже доведених і відпрацьованих технологій сьогодні в Україні до переробки залучаються лише 10% від усього об'єму ЗШВ і то лише для виробництва будівельних матеріалів.

ПЕРЕРОБКА ВУГІЛЬНОЇ ЗОЛИ



То може вже настав час змін. І зольні відходи ТЕС це зовсім не відходи? Це унікальна композиція речовин, які завдяки спрямованій переробці можуть певною мірою поповнити дефіцит традиційної мінеральної сировини. Сконцентрована у зольному комплексі велика кількість сполук заліза, алюмінію, хрому, нікелю, марганцю та інших хімічних елементів (наприклад, ванадію, германію, галію) дозволяє розглядати зольні відходи як цінний вторинний ресурс отримання певного виду матеріалів і при цьому спосіб вивільнення значних територій. Використання ЗШВ і зол-виносу як адсорбентів дозволить вирішити проблему утилізації та переробки стоків, відокремлення від мулів та очищення стічних вод.

Проте для реалізації таких перспектив вирішення цілого комплексу питань – від розробки технічних умов на їхнє застосування, технологічних ліній з їх переробці, транспортних і вантажно-розвантажувальних засобів, до перебудови психології господарників у відношенні вторинних мінеральних ресурсів і звичайно державної підтримки.

Контрольні питання до лекції 4:

1. Які природні та антропогенні викиди в атмосферне повітря існують?
2. Які основні елементи установок для уловлювання шкідливих речовин, що містяться в повітрі?
3. Які існують методи сухого очищення газів від пилу?
4. На які групи можна розподілити методи очищення промислових викидів від газоподібних домішок?
5. Що таке сорбція та адсорбція?
6. В чому полягає метод термічної нейтралізації?
7. Які рекомендації враховуються при виборі засобів очищення викидів в атмосферу?
8. Назвіть приклад повторного використання вилучених цінних елементів із пилогазових потоків.