**Лекція №4**

**Тема:** ПРИРОДНІ КАМ’ЯНІ МАТЕРІАЛИТА ТЕХНОГЕННІ ВІДХОДИ

**План:**

1. Природні кам'яні матеріали.

2. Техногенні відходи.

3. Шлаки чорної металургії.

4. Розкривні породи.

5. Відходи деревини й лісохімії.

6. Відходи промисловості будівельних матеріалів.

**1. Природні кам'яні матеріали**

Природний камінь служив основним будівельним матеріалом ще первісній людині. У Єгипті, Мексиці, Греції, Італії, Китаї збереглися видатні пам'ятники кам'яного зодчества, що є архітектурно-будівельною складовою найдавнішої цивілізації. Кам'яні природні матеріали дуже міцні, довговічні, вогнестійкі і через свої позитивні експлуатаційні і естетичні якості продовжують широко застосовуватися в сучасному будівництві.

За видом обробки природні кам'яні матеріали поділяють на:

- грубооброблені (бутовий камінь, валунний камінь, щебінь, гравій і пісок);

- вироби і профільовані деталі (сходи, підвіконня, різьблення, капітелі колон);

- штучний камінь і блоки правильної форми (для кладки стін та ін.);

- плити з обробленою поверхнею (лицювальні для стін, підлоги);

- вироби для дорожнього будівництва (бортовий камінь, брущатка, шашка для мощення).

За способом виготовлення природні кам'яні матеріали поділяють на:

- пиляні (стінові блоки і камені, лицювальні плити і т.п.);

- колоті (бортові камені, брущатка і т.п.).

За густиною природні камені поділяють на:

- легкі з густиною не більше 1,8 г/см3 (пемза, вапняк-черепашник);

- важкі з густиною більше 1,8 г/см3 (граніт, діорит та ін.).

За міцністю при стиску природні камені поділяють на марки (МПа): 0,4; 0,7; 1,5; 2,5; 3,5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 30; 40; 50; 60; 80 і 100.

За морозостійкістю поділяють на марки: 10; 15; 35; 100; 150; 200; 300; 500.

**2. Техногенні відходи**

*Відходи виробництва* – це всі види залишків виробництва, що мають якусь споживчу цінність і можуть бути використані в матеріальному виробництві. З галузей, що споживають промислові відходи, найбільш ємкою є промисловість будівельних матеріалів.

Найбільше значення для будівельної індустрії мають шлаки чорної і кольорової металургії, золи і шлаки теплових електростанцій. Зазначені техногенні відходи знайшли широке застосування у виробництві шлакопортландцементу, заповнювачів для бетонів, в'яжучих автоклавного твердіння, газобетону, вогнетривів.

Відходи деревини і лісохімії (кора, пні, стружка, тирса тощо) використовують для виробництва арболіту, фіброліту, ДВП, ДСП, ксилоліту, фанери та ін. Сучасна промисловість випускає десятки тисяч найменувань різноманітної продукції.

У виробництво залучається в багато разів більше вихідної сировини, ніж випускається готових продуктів. Наприклад, на випуск 1 т чавуну витрачається 1,5-2 т сировини, відповідно: алюмінію - 3-10 т, нікелю - 5-10 т, вапна - 1,5-2 т, цементу -1,4-1,7 т. При цьому на різних стадіях технологічного процесу виникають відходи. Багато відходів за своїм складом й властивостям близькі до природної сировини.

У промисловості будівельних матеріалів частка сировини в собівартості продукції досягає 50% і більше. Встановлено, що використання промислових відходів дозволяє покрити до 40 % потреби будівництва в сировинних ресурсах. Застосування промислових відходів дозволяє на 10-30 % знизити витрати на виготовлення будівельних матеріалів у порівнянні з виробництвом їх із природної сировини. Крім того, із промислових відходів можна створювати нові будівельні матеріали з високими техніко-економічними показниками.

Основними «виробниками» багатотоннажних відходів є: гірськозбагачувальна, металургійна, хімічна промисловості, енергетичний комплекс, промисловість будівельних матеріалів, агропромисловий комплекс, лісова й деревообробна, текстильна промисловість, побутова діяльність людини. Поряд з терміном «відходи виробництва», використаються такі терміни, як «побічні продукти промисловості», «вторинна сировина», «попутні продукти» і т.п. Суть цих понять формулюється в такий спосіб.

*Відходи виробництва* - це всі види залишків даного виробництва, які мають якусь споживчу цінність і можуть бути використані в матеріальному виробництві (як правило, після додаткових технологічних операцій).

*Побічні продукти промисловості* - продукти, одержання яких не було метою виробничого процесу і які можуть бути використані як готова продукція після відповідної обробки або як сировина для переробки.

*Вторинна сировина* - матеріали й вироби, які після повного первісного використання (зношування) можуть застосовуватися повторно у виробництві як вихідна сировина. Всі відходи можна розділити на дві великі групи: мінеральні й органічні. Переважне значення мають мінеральні відходи: їх більше, вони краще вивчені й мають найбільше значення для виробництва будівельних матеріалів.

Залежно від переважаючих хімічних сполук відходи поділяють на силікатні, карбонатні, вапняні, гіпсові, залізисті, лужні, такі, що містять цинк тощо.

У межах кожної групи можлива більш детальна класифікація. Наприклад, силікатні відходи залежно від процентного вмісту кислотних і лужних оксидів можна розділити на ультраосновні, основні, середні, кислі, ультра кислі: чим вище основність, тим вище гідравлічна активність відходів Більша частина мінеральних відходів складається переважно із силікатів і алюмосилікатів кальцію й магнію. Це пояснюється тим, що 86,5 % маси земної кори становлять природні силікати. Відповідно й відходи, одержувані при видобутку й переробці природних силікатів, теж мають силікатний склад.

Силікатні відходи класифікуються також за структурою й хімічним складом, за умовами утворення й т.п. Найбільше практичне застосування має класифікація відходів за галузями промисловості, що їх утворюють й класифікації для окремих видів відходів.

**3. Шлаки чорної металургії**

Найбільше значення для будівельної індустрії й перше місце за обсягом серед відходів чорної металургії мають доменні шлаки - побічний продукт при виплавці чавуну із залізних руд - доменні, мартенівські, феромарганцеві. Вихід шлаків дуже великий і становить від 0,4 до 0,65 тонни на одну тонну чавуну. У їхній склад входить до 30 різних хімічних елементів, головним чином у вигляді оксидів. Основні оксиди: SiО2, Аl2О3, CaО, MgО. У меншої кількості присутні сполуки заліза, марганцю, титану, P2O5, V2O5 тощо.

Залежно від величини модуля основності - відношення основних оксидів, що містяться в шлаку, до суми кислотних, % всі доменні шлаки діляться на кислі, їх М0 < 1, і основні, що мають М0 ≥ 1, вони більше активні.

Склад шлаків залежить від складу коксу, порожньої породи, і визначає особливості застосування шлаків. У виробництві будівельних матеріалів використовується 75 % загальної кількості доменних шлаків. Основним споживачем є цементна промисловість. Щорічно вона споживає мільйони тонн гранульованих доменних шлаків.

*Грануляція* - найбільш ранній і освоєний вид первісної переробки доменних шлаків. Вона полягає у швидкому охолодженні шлакового розплаву, у результаті чого шлак здобуває склоподібну структуру й, відповідно, високу активність. Сталеплавильні (мартенівські) шлаки застосовуються в меншому ступені. Труднощі їхнього використання пов'язані з неоднорідністю, мінливістю хіміко-мінералогічного складу й фізико-механічних властивостей. Крім того, у них містяться оксиди заліза (до 27 %). Особливу проблему представляє використання шлаків, раніше накопичених у відвалах.

Шлаки кольорової металургії надзвичайно різноманітні за складом. Вихід їх на одиницю виплавлюваного металу набагато більший. Так при виплавці 1 т міді вихід шлаків може досягати 10-30 т, а нікелю - до 150 т. Основні оксиди, що входять до складу шлаків кольорової металургії: SiО2, AI2O3, CaО, Fe2О3, MnО та ін. Найбільш перспективний напрямок їхнього використання - комплексна переробка:

- попередній витяг кольорових і рідких металів зі шлаків;

- виділення заліза; використання силікатного залишку шлаків для виробництва будівельних матеріалів. При одержанні кольорових металів за так званою «мокрою» технологією утворюються не шлаки, а шлами (буквальний переклад з німецького - «бруд»). Це загальна назва осаду у вигляді суспензій, одержуваних у металургійних і хімічних виробництвах у результаті процесів, здійснюваних гідрохімічним способом. Наприклад, побічним продуктом при виробництві алюмінію є бокситовий шлам - пухкий сипкий матеріал червоного кольору (інша назва - червоний шлам). Вихід червоного шламу від 1 до 2,5 т на 1 т глинозему, хімічний склад: SiО2, AI2O3, CaО, Fe2O3, Na2O і ін.

При одержанні глинозему з нефелінової сировини у ролі побічного продукту утворюється нефеліновий шлам (інша назва белітовий шлам), тому що в основному складається із дрібних кристалів беліту - C2S. Вихід цього шламу на 1 т глинозему складає 6 т. Якщо глинозем одержують із високоалюмінатних глин, як побічний продукт утворюється каоліновий шлам і т.п.

Основне застосування всі ці шлами знаходять у цементному виробництві. Золи й шлаки теплових електростанцій (ТЕС) - мінеральний залишок від спалювання твердого палива. Одна ТЕС середньої потужності щорічно викидає у відвали до 1 млн. т золи й шлаків, а ТЕС, що спалює багатозольне паливо, - до 5 млн. т. За хімічним складом паливні золи й шлаки складаються із SiО2, Аl2О3, Fe2О3, СаО, MgО і ін., а також містять незгоріле паливо. Використовуються паливні золи й шлаки всього на 3-4 % від їхнього щорічного виходу.

На сучасних ТЕС вугілля спалюють у пилоподібному стані. Шлаки утворюються в результаті злипання розм'якшених часток золи в середені топки й накопичуються в шлаковому бункері. Розмір зерен шлаків 1-50 мм. Зола виноситься з топки із димовими газами (зола виносу) і накопичується при їхньому очищенні в циклонах і на електрофільтрах. Розмір часток золи менше 1 мм. Частки золи мають сферичну форму, гладку фактуру поверхні, подібну до скляної. Розмір сферичних часток коливається від кількох мікронів до 50-60 мкм. Золи й шлаки ТЕС можливо використовувати при виробництві практично всіх будівельних матеріалів і виробів.

**4. Розкривні породи**

*Розкривні породи* - гірничорудні відходи, відходи видобутку різноманітних корисних копалин. Особливо велика кількість цих відходів утворюється при видобутку відкритим способом. За орієнтовними підрахунками у країні щорічно утворюється понад 3 млрд. т відходів, які є невичерпним джерелом сировини для промисловості будівельних матеріалів. Однак у наш час вони використовуються лише на 6-7 %.

Розкривні й «порожні» породи знаходять застосування залежно від свого складу (карбонатні, глинисті, мергелісті, піщані тощо). Розкривні породи – не єдині відходи гірничодобувної промисловості. Велика кількість порожньої породи підіймається на поверхню землі, подрібнюється й викидається у відвали (хвости збагачення). Гірськозбагачувальні комбінати скидають у відвали велику кількість флотаційних хвостів, що утворюються, зокрема, при переробці руд кольорових металів. У відвалах і хвостосховищах накопичено більше 60 млрд. т техногенних матеріалів.

Відходи промислової переробки рудних корисних копалин і породи, що видобувають попутно відрізняються за генезисом, мінеральним складом, структурою й текстурою від традиційно застосовуваних при виробництві будівельних матеріалів. Це пояснюється істотною відмінністю глибин кар'єрів по видобутку сировини для будіндустрії (20-50 м) у порівнянні із сучасною розробкою рудних родовищ (350-500 м). Відходи вуглевидобутку й вуглезбагачення утворюються на вуглезбагачувальних фабриках. Їхній щорічний вихід по країнах СНД складає близько 50 млн. т.

Для відходів вуглевидобутку характерна сталість складу, що їх вигідно відрізняє від інших видів мінеральних відходів твердого палива. До складу вуглевмісної породи входять SiО2, AI2O3, Fe2О3, CaО, MgО, H2О, сполуки сірки. Гіпсові відходи хімічної промисловості - продукти, що містять сульфат кальцію в тій або іншій формі.

Наукові дослідження показали повноцінну замінність традиційної гіпсової сировини відходами хімічної промисловості, Фосфогіпс - відхід при виробництві фосфорних добрив з апатитів і фосфоритів. Він являє собою CaSО4·2H2O з домішками апатиту, що не розклався (або фосфориту) і залишки фосфорної кислоти. За рахунок використання фосфогіпсу можна повністю покрити потреби нашої країни в гіпсі.

*Фторогіпс* (фтороангідрид) - побічний продукт при виробництві фтористоводневої кислоти, безводного фтористого водню, фтористих солей. За складом це CaSО4 з домішками вихідного флюориту, що не розклався. Він може містити також залишки сірчаної кислоти.

*Титаногіпс* - відхід при сірчанокислотному розкладанні титанових руд.

*Борогіпс* - відхід виробництва борної кислоти.

*Сульфогіпс* виходить при вловлюванні сірчаного ангідриду з димових газів ТЕС.

**5. Відходи деревини й лісохімії**

Щорічно в країні накопичується близько 500 млн. м3 відходів рослинного походження, з них - 160 млн. м3 залишаються невивезеними на лісосіках, 120 млн. м3 губляться при наступній деревообробці. Лише 1/6 частина всіх відходів переробляється на технологічну тирсу для целюлозно-паперової промисловості й промисловості будівельних матеріалів. Практично не використовуються такі відходи деревообробки, як кора, пні, вершини, гілки, суки.

Досить широке застосування знаходять обапіл, стружка, тирса, обпилювання. Відходи целюлозно-паперової промисловості - осади стічних вод і інші промислові шлами. *Скопа* - продукти, що вийшли в результаті механічного очищення стічних вод. Це грубодисперсні домішки, що складаються в основному з волокон целюлози й часток каоліну. Активний мул - продукт біологічного очищення стічних вод, що перебуває у вигляді колоїдів і молекул. Шлами - продукти фізико-хімічного очищення.

**6. Відходи промисловості будівельних матеріалів**

При одержанні цементного клінкера до 30 % обсягу виготовленого продукту виноситься з димовими газами з печей у вигляді пилу. Цей пил уловлюється й повертається у виробництво. Також він може використовуватися для розкислення ґрунтів і у виробництві в'яжучих речовин. Цегельний бій, старий і бракований бетон використовуються як штучні щебені.

*Бетонний лом* - відхід підприємств збірного залізобетону й будівельних об'єктів. Величезні обсяги реконструкції житлового фонду, промислових підприємств, транспортних споруд, автодоріг і т.п. ставлять важливе науково-технічне завдання по переробці відходів бетону й залізобетону. Ці відходи крім бетонного лома містять мільйони тонн металу. Розроблено різні технології руйнування будівельних конструкцій, а також спеціальне устаткування для переробки некондиційного бетону й залізобетону. Піритні недогарки - відходи при одержанні сірчаної кислоти з піриту FeS. Складування їх вимагає відчуження більших площ землі. Відомо їх винятково шкідливий і некерований вплив на навколишнє середовище. Під дією атмосферних опадів з піритних недогарків, що зберігаються під відкритим небом, вилуговується ряд токсичних речовин, наприклад миш'як. Їхній склад в основному представлений залізом (40-63 %), є срібло й золото (1 г на 1 т) і деякі рідкі хімічні елементи.

*Електротермофосфорні шлаки* - відходи виробництва фосфорної кислоти, які одержують електротермічним способом. У гранульованому виді містять 95-98 % скла. Основні оксиди, що входять до їхнього складу - SiО2 і СаО.

*Інші відходи й вторинні ресурси* - відходи й бій скла, макулатура, ганчір'я, гумова крихта, відходи й попутні продукти виробництва полімерних матеріалів, попутні продукти нафтохімічної промисловості тощо. Найважливіші види будівельних матеріалів, одержувані з перерахованих вище відходів промисловості.

Відходи промисловості, використовувані у виробництві будівельних матеріалів. Відходи Матеріали Шлаки чорної металургії: доменні мартенівські феромарганцеві Портландцемент (виробництво клінкера), портландцемент із мінеральною добавкою, шлакопортландцемент, змішані безце-ментні в'яжучі, заповнювачі для бетонів, жужільна вата, шлакоситали й т.п.

*Відходи кольорової металургії*: шлаки (мідеплавильних печей, нікелевого виробництва, свинце-вої шахтної плавки і т.п.); шлами (бокситний, нефеліновий, каоліновий, бокситонефельова-ний та ін.) В'яжучі автоклавного твердіння, пісок і щебінь, портландцемент (виробництво клінкера), нефеліновий цемент, матеріали для зміцнення ґрунтів, вогнетриви, теплоізоляційні матеріали й т.д.

Золи й шлаки теплових електростанцій В'яжучі, пористий гравій, газобетон, силікатні вироби, добавки до кераміки й т.п.

*Розкривні породи*: розкривні й порожні породи, хвости збагачення, флотаційні хвости Портландцемент (виробництво клінкера), повітряне вапно, мінеральна вата, скло, пігменти, керамічна цегла, силікатна цегла, заповнювачі для бетонів і т.д. Відходи вуглевидобутку й вугле-збагачення: коксохімічних підприємств вуглезбагачувальних фабрик, шахтні незгорілі породи Пористий заповнювач для бетону, керамічна цегла, матеріали для будівництва доріг

*Гіпсові відходи хімічної промисловості*: фосфогіпс, фто-рогіпс, титаногіпс, борогіпс, сульфогіпс Заміна традиційної гіпсової сировини Відходи деревини й лісохімії: кора, пні, вершини, галузі, суки, обапіл, стружки, тирса, обпилювання, лігнін, скопа й т.д. Арболіт, фіброліт, ДВП, ДСП, столярні плити, тирсобетон, ксилоліт, фанера,  щитовий паркет, дрань, лигновуглеводні деревні пластики, королит, блоки із сучків, плити із цільної кори, добавки, що вигорають, пластифікуючі добавки, оздоблювальні матеріали, покрівельний картон і т.д. Відходи промисловості будівельних матеріалів: цемент-ний пил, кам'яний пил, крихта, цегельний бій, бракований і старий бетон і т.д.

*Портландцемент*, заповнювачі для бетону, мінеральний наповнювач, добавки, змішані в'яжучі речовини й т.д. Піритні недогарки Портландцемент (коригувальна добавка) Електротермофосфорні шлаки Портландцемент (компонент сировинної суміші), ШПЦ, сульфатостійкий ШПЦ, литий щебінь, шлакова пемза, стінова кераміка (компонент шихти) Інші відходи й вторинні ресурси: скляний бій і відходи скла, макулатура, ганчір'я, зношені шини й т.д. Скло, наповнювач для асфальту, добавка при виробництві стінової кераміки, пористий заповнювач для бетону, покрівельний картон, ізол, фольгоізол і т.д.