

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: **Аналіз та обґрунтування ефективності використання матеріалів,
вироблених з промислових відходів, у будівництві**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1921-пцб
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

(код і назва освітньої програми)

Ліхачов Євгеній Андрійович

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., к.т.н. Данкевич Н.О.

(посада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціали)

Рецензент проф., д.е.н. Анін В.І.

(посада, вчене звання, науковий ступень, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНИ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра Промислового та цивільного будівництва
Рівень вищої освіти другий магістрський рівень
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма "Промислове і цивільне будівництво"
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
" " _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Ліхачов Євгеній Андрійович
(прізвище, ім'я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Аналіз та обґрунтування ефективності використання матеріалів,
вироблених з промислових відходів, у будівництві

керівник роботи Данкевич Н.О., доц., к.т.н.
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від " 02 " 06 2022 року № 597 - с

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи накопичення промислових відходів та вторинної сировини,
технологічні процеси виробництва матеріалів, науково-технічна, навчальна,
нормативна та періодична література

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
вступ, аналіз і виявлення властивостей промислових відходів,
досвід застосування відходів металургії, паливної промисловості та енергетики,
досвід застосування відходів хіміко-технологічних виробництв і переробки деревини,
висновки по виконаній роботі

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
вступ, класифікація відходів, в'язучі матеріали на основі шлаків та зол,
застосування горілих порід, відходів вуглезбагачення, видобутку та збагачення руд, висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 2	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		
Розділ 3	Данкевич Н.О., к.т.н., доц.		

7. Дата видачі завдання

02 червня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.		Аналіз і виявлення властивостей промислових відходів	15.09.2022	
2.		Досвід застосування відходів металургії	25.09.2022	
3.		Досвід застосування відходів паливної промисловості та енергетики	10.11.2022	
4.		досвід застосування відходів хіміко-технологічних виробництв і переробки деревини	25.11.2022	
5.		Оформлення та підготовка до захисту	29.11.2022	

Студент

(підпис)

Ліхачов Є.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту

(підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

(підпис)

Данкевич Н.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ліхачов Є.А. Аналіз та обґрунтування ефективності використання матеріалів, вироблених з промислових відходів, у будівництві.

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2022.

В роботі представлена класифікація відходів за різними критеріями, їх типи і шляхи утворення. Докладно описаний склад відходів різних галузей промисловості та вторинної сировини та проаналізовані ризики їх неправильної утилізації. Також наведені приклади, як відходи та вторинну сировину використовують в Україні та світі. Проаналізовано та обґрунтовано застосування відходів різних галузей промисловості, наведені корисні якості таких матеріалів. Описані технології переробки промислових відходів. Наведені приклади використання вторинної сировини та промислових відходів усіх галузей промисловості у виробництві будівельних матеріалів.

У роботі наведені результати дослідження ефективності використання промислових відходів у виробництві будівельних матеріалів, зроблено аналіз якості будівельних матеріалів з відходів та вторинної сировини.

Ключові слова: промислові відходи, вторинна сировина, технології, будівельні матеріали, будівництво.

Список публікацій магістранта:

1. Данкевич Н.О., Ліхачов Є.А.. Аналіз та обґрунтування ефективності використання матеріалів, вироблених з промислових відходів, у будівництві. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С. 380-382.*

ABSTRACT

Likhachov E.A. Analysis and determination of the effectiveness of the selection of materials derived from industrial waste in construction.

Qualification of graduation work for the health of the higher education level of the master for the specialty 192 Life and civil engineering, scientific engineer N.O. Dankevich. Engineering Primary Scientific Institute named after A.I. Yu.M. Potebny Zaporozhye National University, Department of Industrial and Civil Engineering, 2022.

The robot presents classifications of conclusions according to different criteria, their types and ways of adoption. The warehouse of wastes of various industrial stocks and secondary curds is reportedly described and the risks of their misuse are analyzed. So put the stocks, as a way out and the second syrovina vicorist in Ukraine and the world. Analyzed and primed was the stagnation of the entrances of various galuses of industry, brought the correction of the quality of such materials. The technologies for processing commercial findings are described. Examples are given of the recovery of secondary curd and industrial waste from the industrial production of industrial building materials. For robots, the results of an analysis of the effectiveness of the analysis of industrial waste from those producing building materials were obtained, an analysis was made of the cost of building materials with waste and secondary cheese.

Key words: industrial waste, second world, technology, building materials, everyday life.

List of master's publications:

1. Данкевич Н.О., Ліхачов Є.А.. Аналіз та обґрунтування ефективності використання матеріалів, вироблених з промислових відходів, у будівництві. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С. 376-378*

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ І ВИЯВЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ	12
1.1 Класифікація відходів та термінологія	12
1.2 Накопичення промислових відходів	18
1.3 Відходи металургії	30
1.4 Золи після спалювання вугілля на Запорізькій ТЕС	42
2 ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЇ, ПАЛИВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ЕНЕРГЕТИКИ	49
2.1 В'яжучі матеріали на основі шлаків та зол	49
2.2 Заповнювачі із шлакозольних відходів	52
2.3 Плавлені та штучні кам'яні матеріали на основі шлаків та зол	55
2.4 Золи та шлаки у дорожньо-будівельних та ізоляційних матеріалах	59
2.5 Матеріали на основі шламів металургійних виробництв	60
2.6 Застосування горілих порід, відходів вуглезбагачення, видобутку та збагачення руд	61
3 ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИНИ	63
3.1 Застосування шлаків електротермічного виробництва фосфору ...	63
3.2 Матеріали на основі гіпсовмісних та залізистих відходів	64
3.3 Матеріали з відходів лісохімії та переробки деревини	68
3.4 Утилізація власних відходів у виробництві будівельних матеріалів	72
3.5 Вторинне використання цементного та асфальтового бетонів	75
ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	82

ВСТУП

Актуальність теми дослідження: У сучасних умовах проблема накопичення відходів виробництва та споживання є однією з провідних загроз екологічній безпеці. Нині в Україні відбувається зростання обсягів утворення відходів, зокрема хімічно небезпечних, значно поширюються площі несанкціонованих звалищ.

Для вирішення цієї проблеми у 2017 році Кабінет Міністрів затвердив Національну стратегію управління відходами в Україні до 2030 року. Стратегія, зокрема, передбачає створення регіональних центрів з утилізації відходів, запровадження принципів циклічної економіки та розширеної відповідальності виробника, який підштовхне бізнес до мінімізації утворення відходів та зацікавленості у їх переробці, а також запровадження п'ятиступінчастої ієрархії поводження з відходами, яка працює у Європейському Союзі. Це насамперед запобігання утворенню відходів і лише в окремих випадках – їхнє поховання. Органи місцевого самоврядування України зобов'язані створити систему пунктів повторного використання деяких товарів, наприклад побутової техніки, меблів, одягу.[24]

Високий рівень утворення відходів та низькі показники їх використання як вторинної сировини призвели до того, що в Україні щорічно у промисловості та комунальному секторі накопичуються значні обсяги твердих відходів, з яких лише незначна частина застосовується як вторинні матеріальні ресурси, решта потрапляє на звалища.

Відмінність ситуації з відходами в Україні, порівняно з іншими розвиненими країнами, полягає у великих обсягах утворення відходів та у відсутності інфраструктури поводження з ними.

На жаль, наша держава є лідером серед європейських країн за обсягами утворення твердих промислових відходів так, за даними Міністерства захисту навколишнього середовища та природних ресурсів України, щорічно

їх нагромаджується в середньому близько 450 млн т (у тому числі понад 250 млн т вугільних та понад 160 металургійних шлаків). Водночас щорічний обсяг твердих побутових відходів (ТПВ) становить 11–13 млн т, різниця - у 40 разів. Промислові відходи становлять 97% всього обсягу сміття, а побутові – лише 3%.

Найбільші обсяги твердих промислових відходів утворюються на підприємствах гірничої промисловості (шлаки, відвали), чорної та кольорової металургії (шлаки, шлами, відходи металу тощо), металообробної промисловості (металева стружка, брухт, браковані вироби), хімічної промисловості (фосфогіпс, галіт, огарок, шлами, шлаки, скло, цементний пил, гума, пластмаси тощо), енергетики (фосфогіпс, галіт, огарок, шлами, шлаки, скло, цементний пил, гума, пластмаси тощо)). До речі, підприємства-забруднювачі найчастіше перебувають у власності найбільших вітчизняних олігархів.

На українських полігонах сьогодні накопичилося близько 25 млрд т цих відходів, що загалом займають територію 1 600 кв км, що дорівнює п'ятій частині площі Чернівецької області. За іншими оцінками, 4–7% території України займають відходи промислових підприємств. А площа українських земель під шламосховищами, териконами та відвалами вже становить близько 260 тис га. Причина — вітчизняна влада досі не створила комплексної системи переробки індустріального сміття.

Крім переповнених сміттєзвалищ, певний масив промислового сміття накопичується у спеціальних відвалах на самих підприємствах. Найчастіше ці «сховища» — застарілі та аварійні. За експертними розрахунками, зокрема, таким чином зберігається понад 300 млн т золошлакових відходів (побічний продукт спалювання вугілля на теплових електростанціях), а шлаків металургійних комбінатів — понад 200 млн т. Небезпека полягає в тому, що через 3–5 років велика кількість відвалів об'єктивно вичерпає свої можливості та переповниться, а це загрожує масштабною екологічною катастрофою.

Водночас щороку в Україні на 2500 підприємствах утворюється близько 100 млн т токсичних та 4 млн т високотоксичних промислових відходів, які належать до першого класу небезпеки. Найчастіше тут домінують важкі метали (хром, свинець, нікель, кадмій, ртуть). При цьому в Україні налічується близько 300 накопичувачів твердих токсичних відходів, побудованих без належного технічного захисту та не мають установок для знешкодження та регенерації. Звідси можна зробити простий висновок: ми не маємо комплексного підходу до проблеми використання промислових відходів. Ніхто не бере на себе організаційно-координуючу роль. В Україні не розвинена інфраструктура, і тому у нас великі транспортні витрати на перевезення,

Тим часом у розвинених країнах Заходу використовують у середньому близько 70 відсотків золошлакових покидьків ТЕС. Навіть у невеликих Нідерландах розроблено державну програму з освоєння різних відходів, повне вилучення викидів у навколишнє середовище неочищених газових та інших речовин.

Програма передбачає перехід на безвідходні технології всього комплексу промислових та сільськогосподарських виробництв. А концепція розвитку будівельної індустрії в цій країні передбачає замкнутий цикл використання різних матеріалів, що рециркулюються, що включає первинне, вторинне, третинне використання матеріалів і т. д. Це дає можливість скоротити споживання не відновлюваних природних ресурсів і забезпечує країні реалізацію концепції ООН сталого розвитку, що враховує інтереси майбутніх поколінь .

У Данії за високої щільності населення та обмежених ресурсів природних заповнювачів рівень утилізації рециркулюємих матеріалів нині становить 100 відсотків.

У Польщі різко підвищено ціну на землю під золовідвали, і тому ТЕС доплачують споживачам зол для зниження витрат на зберігання. У Німеччині передпродажне зберігання зол здійснюється лише у силосах, у Китаї ТЕС

доставляють золи споживачам безкоштовно. У Великій Британії та Німеччині діють спеціалізовані фірми зі збуту золи та шлаків.

У нас, приміром, золи кам'яного вугілля не просто бездумно викидаються, а викидаються із вмістом до 22 відсотків пального, що не згоріло, то дуже перспективно проводити роботи з подальшого використання таких зол.

Японські розробники запропонували технологічний процес та обладнання для виготовлення пористих заповнювачів на основі вуглестотримаючих зол електростанцій (з вмістом 7-8 відсотків вугілля) з нульовою витратою додаткового палива.

З галузей-споживачів промислових відходів найбільш ємною є промисловість будівельних матеріалів. Встановлено, що використання промислових відходів дозволяє покрити до 40% потреби будівництва у сировинних ресурсах. Застосування промислових відходів дозволяє на 10...30% зменшити витрати на виготовлення будівельних матеріалів у порівнянні з виробництвом їх з природного сировини, економія капітальних вкладень досягає 35...50%.

Наприклад, шлаки та золі можна розглядати як у значній мірі підготовлену сировину. В їх складі окис кальцію (CaO) пов'язаний у різних хімічних сполуках, у тому числі і у вигляді двокальцієвого силікату - одного з мінералів цементного клінкеру. Високий рівень підготовки сировинної суміші при застосуванні шлаків і зол забезпечує підвищення продуктивності печей та економії палива.

Метою магістерської роботи: аналіз та обґрунтування ефективності використання матеріалів, вироблених з промислових відходів, у будівництві.

Об'єктом дослідження: промислові відходи в Україні, які можна використовувати у виготовленні будівельних матеріалів.

Предмет дослідження: техніко-економічна оцінка та аналіз ефективності використання матеріалів, вироблених з промислових відходів, у будівництві.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені наступні завдання:

- 1) Визначення поняття та класифікація промислових відходів та аналіз їх властивостей
- 2) Аналіз досвіду застосування промислових відходів для різних галузей промисловості.
- 3) Визначення зниження екологічного навантаження на навколишнє середовище.
- 4) Дослідження вітчизняного та закордонного досвіду використання технологій промислових відходів у виробництві будівельних матеріалів та аналіз їх ефективності.
- 5) Техніко-економічна оцінка та аналіз ефективності використання матеріалів, вироблених з промислових відходів у будівництві.

Методи дослідження: використано методики загальноприйняті щодо отримання та дослідження властивостей будівельних матеріалів та виробів, технології, організації та економічної оцінки, засновані на ГОСТах, ДСТУ, ТУ, СН, СНіПах, ДБНах та інших відомчих інструкціях, затверджених та діючих в Україні, метод математичної статистики.

Наукова новизна: зроблено обґрунтування вітчизняного та закордонного досвіду використання промислових відходів для виробництва будівельних матеріалів з урахуванням основних фізико-механічних властивостей та запропоновано доцільне їх використання при будівництві об'єктів архітектури.

Практична цінність: одержані результати кваліфікаційної роботи магістра дозволяють обґрунтувати використання промислових відходів для широкої номенклатури будівельних матеріалів для різних галузей промисловості.

Апробація результатів магістерської роботи. Основні положення роботи докладалися в 2022 році на всеукраїнській науково-практичній

конференції за участю молодих науковців «Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України» (Запоріжжя, 2022р.) за результатами якої опублікована збірка тез доповідей.

Структура та обсяг магістерської роботи. Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів, висновку, списку використаних джерел. Повний обсяг магістерської роботи складає 80 сторінок тексту, у тому числі 6 рисунків, 2 таблиць. Список використаних джерел містить 16 найменування.

1 АНАЛІЗ І ВИЯВЛЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ

1.1 Класифікація відходів та термінологія

У літературі досі немає єдиних визначень термінів «відходи» та «вторинні ресурси», «попутні та побічні продукти», «утиль» та ін.

Термін «відходи промисловості» (сільського, міського господарства) стосовно продуктів, що становлять інтерес як сировинні матеріали, часто піддається критиці. Дійсно, у терміні «відходи» не акцентуються споживчі властивості матеріальної продукції, що утворюється внаслідок господарської діяльності людей поряд із основною цільовою продукцією. Водночас термін «відходи» є досить загальним. Відходи виробництва та споживання при їх раціональній переробці перестають бути покидьками та стають цінними вихідними матеріалами та напівфабрикатами для готових будівельних матеріалів та виробів. [12,13,14]

Відповідно до стандартизованого визначення, під вторинними матеріальними ресурсами (ВМР) слід розуміти сукупність відходів виробництва та споживання, що утворюються в народному господарстві. ВМР вважаються вторинною сировиною. Термін «відходи виробництва» при цьому трактується як залишки матеріалів та напівфабрикатів, що утворилися при виробництві продукції та частково або повністю втратили свої вихідні споживчі властивості. З таким трактуванням поняття «відходи виробництва» загалом погодитись не можна. При видобутку, наприклад, корисних копалин розкривні породи можна як відходи виробництва. Разом з тим, ці відходи мають певні споживчі властивості і можуть розглядатися в багатьох випадках як сировинні ресурси.



Рисунок 1.1 – Відходи в Україні (в млн т)

Під вторинними ресурсами часто розуміють також використані матеріали, які втратили свою первинну цінність. На вторинну сировину припадає 7-8% загальної кількості відходів.

Деякі відмінності, хоча часто дуже умовні, можуть мати також терміни «супутні продукти» та «побічні продукти». До перших зазвичай відносять відходи, які можуть використовуватися в народному господарстві без додаткової переробки, до других - відходи, які потребують додаткової переробки.

Дедалі ширше застосування знаходить термін «техногенна сировина». До нього відносять відходи, що утворилися в результаті технічної діяльності підприємств, які становлять інтерес як сировинні матеріали для різноманітної продукції.

Техногенна сировина часто має низку техніко-економічних переваг у порівнянні зі звичайним. Воно може бути технологічно більш підготовленим, ніж звичайне (частково обпаленим, диспергованим та ін.). До групи техногенної сировини не входять, однак, відходи споживання та, зокрема, багато відходів міського господарства.

Нині відсутня всебічна класифікація промислових відходів, що з їх різним хімічним складом, властивостями, технологічними особливостями отримання та умовами освіти.

Усі відходи промисловості та міського господарства можна розділити на дві групи: мінеральні (неорганічні) та органічні. Найбільше значення для виробництва будівельних матеріалів мають мінеральні продукти, які становлять більшу частину всіх відходів, що виробляються видобувними та переробними галузями промисловості. Ці продукти більшою мірою вивчені, ніж органічні.

Боженів П.І. запропонував класифікувати побічні промислові продукти в момент виділення їх з основного технологічного процесу на три наступні класи: А - продукти, що не втратили природних властивостей; Б - штучні продукти, одержані в результаті глибоких фізико-хімічних процесів; В - продукти, що утворилися при тривалому зберіганні у відвалах.

Продукти класу А (кар'єрні залишки та залишки після збагачення на корисну копалину) мають хімічно-мінералогічний склад та властивості відповідних гірських порід. Область їх застосування обумовлена агрегатним станом, фракційним та хімічним складом, фізико-механічними властивостями. Переважно мінеральні продукти класу А застосовують як заповнювачі бетонів, а також як вихідну глинисту, карбонатну або силікатну сировину для отримання різноманітних штучних будівельних матеріалів (кераміки, вапна, автоклавних матеріалів та ін.).

Продукти класу Б отримують у результаті фізико-хімічних процесів, що протікають при звичайних або найчастіше високих температурах. Діапазон їхнього можливого застосування ширший, ніж продуктів класу А. Особливо ефективно використання цих відходів там, де продуктивно реалізуються витрати паливно-енергетичних ресурсів та робочої сили на їх одержання. Застосування продуктів цього класу раціонально передусім під час виробництва цементів, матеріалів автоклавного твердіння, де підвищена реакційна здатність вихідної сировини дає високий економічний ефект. Так,

при використанні доменного шлаку для виготовлення шлакопортландцементу майже вдвічі знижуються паливно-енергетичні витрати на одиницю продукції, а собівартість зменшується на 25—30%.

Продукти класу В утворюється в результаті фізико-хімічних процесів, що протікають у відвалах (самозаймання, розпад шлаків та утворення порошку та ін.). Типовими представниками сировинних матеріалів цього класу є горілі породи.

Нижче наведена класифікація вимагає обов'язкового обліку хімічних характеристик побічних продуктів. Залежно від переважаючих у складі хімічних сполук мінеральні відходи можна розділити такі групи: силікатні, карбонатні, вапняні, гіпсові, залізисті. У межах кожної групи можлива докладніша класифікація. Наприклад, силікатні відходи можна розділити на основні та кислі залежно від відсоткового вмісту основних та кислих оксидів, карбонатні – на кальцієві та магнеєві. У деяких випадках при хімічній характеристиці провідне місце приділяється сполукам, що містяться в порівняно невеликій кількості, але мають вирішальне значення при виборі способу утилізації (наприклад, лужно-, цинко-, алюміній, що містить та ін).

Таблиця 1.1. - Аналіз, класифікація та застосування промислових відходів у будівництві

Аналіз, класифікація та застосування промислових відходів у будівництві		
Клас А	Клас Б	Клас В
Не втратили фізичних властивостей	Штучні продукти, отримані внаслідок глибоких фізико-хімічних процесів	Продукти, що утворилися при тривалому зберіганні у відвалах
Кар'єрні залишки та залишки після збагачення на корисну копалину	Отримують в результаті фізико-хімічних процесів, що протікають при	Утворюється в результаті фізико-хімічних процесів, що протікають у відвалах

	звичайних або найчастіше високих температурах	(самозагорання, розпад шлаків та утворення порошку та ін.)
Застосовуються як заповнювачі бетонів, а також як вихідна глиняна, карбонатна або силікатна сировина для отримання різноманітних штучних будівельних матеріалів.	Застосовується під час виробництва цементів, матеріалів автоклавного твердіння, де підвищена реакційна здатність вихідної сировини дає високий економічний ефект.	Застосовується як сировина для виробництва автоклавних матеріалів, кераміки, скла

Більшість природних і штучних мінеральних відходів промисловості складається переважно з кремнезему, силікатів і алюмосилікатів кальцію і магнію. Це тим, що є відходами видобутку і переробки природних силікатних матеріалів, частку яких припадає 86,5% маси земної кори. Силікатні відходи промисловості можна поділити на чотири групи залежно від структури та хімічного складу.

Першу групу складають мінеральні сировинні матеріали, в яких кремнезем пов'язаний у силікати або алюмосилікати кальцію, що знаходяться переважно у склоподібному стані. Вони мають гідравлічну активність при лужній і сульфатній активації. Залежно від вмісту CaO і Al₂O₃ такі матеріали твердіють у нормальних умовах або тепло вологості. При високотемпературному випаленні з карбонатом кальцію їх можна отримати портландцементний клінкер. Типовими представниками цієї групи є гранульовані доменні та фосфорні шлаки, а також паливні шлаки, що утворюються при підшихтуванні вугілля вапняком.

До другої групи належать відходи, в яких кремнезем пов'язаний у силікати або алюмосилікати, що знаходяться в кристалічному стані. Вони не проявляють активності за нормальних температурно-вологісних умов. До цієї

групи входять, наприклад, повільно охолоджені відвальні металургійні шлаки та електротермо-фосфорні шлаки, а також побічні продукти гірничодобувної промисловості.

У відходах, що належать до третьої групи, кремнезем знаходиться переважно у вільному стані у вигляді кварцу. Представниками цієї групи силікатних продуктів є хвости збагачення різних руд, сировини для хімічної промисловості, розкриті породи.

Відходи другої та третьої груп утилізуються у будівництві як нерудні будівельні матеріали, як сировина для виробництва автоклавних матеріалів, кераміки, скла.

У четверту групу можна виділити сировину, що містить в основному силікати кальцію як у негідратованому, так і гідратованому стані, наприклад шлами металургійних виробництв (нефелінові, бокситові, сульфатні, білі та ін.). Ці побічні продукти застосовують для так званих шламових цементів, портландцементу, виробів автоклавного твердіння.

Більш докладні класифікації розроблені окремих силікатних товарів, особливо шлаків і зол. Наприклад, А.В. Волженським ці продукти залежно від умов освіти поділяються на групи: швидкого та повільного охолодження внаслідок твердофазових реакцій та взаємодії твердих фаз із розплавом. У свою чергу кожна група в залежності від хімічного та мінералогічного складу ділиться на окремі різновиди. Така класифікація дозволяє прогнозувати рекомендовані умови твердіння в'язучих на основі шлаків та зол, а також оптимальний спосіб їх активізації.

Для систематичного розгляду відходів промисловості та міського господарства зручна їхня класифікація залежно від галузі промисловості, де вони, в основному, утворюються. За цим принципом можна назвати такі групи:

- 1) Відходи металургії: доменні, феросплавні та сталеплавильні шлаки; шлаки, що утворюються при плавлі руд кольорових металів; продукти збагачення руд; нефелінові та інші шлами та ін.

2) Відходи теплової енергетики та паливної промисловості: зола, паливні шлаки, золошлакові суміші, шахтні породи, відходи вуглезбагачення та ін.

3) Відходи хімічної промисловості: залізисті, вапно - та гіпсовмісні відходи; сіле- і гідроксидсодержащіе шлами та содопродукти; фосфорні шлаки, вторинні полімерні продукти та ін.

4) Відходи гірничодобувної промисловості: розкривні та попутно видобувні породи.

5) Відходи виробництва будівельних матеріалів: пил різного хімічного складу, керамічний та скляний бій, відсів, що утворюються при дробленні та ін.

6) Відходи переробки деревини та іншої рослинної сировини: кора, обрізки, стружки, тирса, лігнін та ін.

7) Відходи міського господарства: зношені автопокришки, ганчір'я, паперова макулатура, будівельне сміття, використані полімерні матеріали та ін.

1.2 Накопичення промислових відходів

Особливістю науково-технічного прогресу збільшення обсягу громадського виробництва. Через війну розвитку у господарський оборот залучається дедалі більше природних ресурсів. Проте ступінь їх раціонального застосування загалом дуже низька. Щорічно використовується близько 10 млрд т мінеральних та майже стільки ж органічних сировинних продуктів. Розробка та утилізація більшості найважливіших корисних копалин у світі відбуваються швидше, ніж розвідка їх запасів. Близько 70% витрат у промисловості країн СНД припадає на сировину, матеріали, паливо

та енергію. І в той же час від 10 до 99% вихідної сировини перетворюється на відходи, що викидаються в атмосферу та водойми, що забруднюють землю.

Гігантський зростання споживання мінеральної сировини призводить до накопичення величезних обсягів відходів, а їх видалення і складування перестає бути економічно виправданим. Промислове виробництво зростає в усьому світі з року в рік, і пропорційно до його зростання збільшується кількість відходів, зростаючи приблизно в 2 рази за 8-10 років. Загальна вага твердих відходів, що утворюються щорічно у США, становить 3,5 млрд т, тобто приблизно 50 кг на душу населення.

Найбільш інтенсивно зростає споживання енергетичних ресурсів. З початку свого існування людство використало майже 90 млрд т умовного палива.

Зростання світового споживання мінеральної сировини (5-6% на рік) досягає таких розмірів, що подвоєння його фізичного обсягу має відбуватися через кожні 30 років, а викопне паливо - і того швидше. Гігантські зростання масштабів і зростання споживання цих ресурсів, що продовжується, вимагають все більших витрат на їх відтворення. Безперервно збільшується обсяг відходів, що утворюються при видобутку викопної сировини і палива, їх переробці та використанні, є одним з джерел все більшого забруднення та захащення природного середовища. З року в рік зростаюча маса відходів - один із головних факторів зниження якості довкілля та руйнування природних ландшафтів.

Величезні кількості промислових відходів накопичено у відвалах. Для складування відходів відчужуються великі площі земельних угідь. Під відвали промислових підприємств зайнято сотні тисяч гектарів земель, придатних для сільськогосподарського виробництва.

Транспортування та складування відходів відволікають значні кошти від основного виробництва. На організацію та експлуатацію відвалів, наприклад, підприємств вугільної та енергетичної галузі витрачаються

кошти, що становлять 8-10% вартості вугілля, що видобувається, виробленої енергії та пари.

Промислові відходи негативно впливають екологічні чинники. Насамперед це відноситься до складу повітря, едафічних, гідрохімічних та гідрофізичних факторів. Едафічні фактори включають хімічний склад та структуру речовин, що циркулюють у ґрунті; гідрохімічні та гідрофізичні - поєднують всі фактори, пов'язані з водою як середовищем проживання різноманітних живих організмів.

Найбільш значні викиди підприємств енергетичної, хімічної та металургійної промисловості. В атмосферу надходять газоподібні та тверді відходи при згорянні палива, а також внаслідок різноманітних технологічних процесів. Наприклад, залежно від зольності вугілля, великі ТЕЦ викидають в атмосферу 10-100 т золи, що розповсюджується в радіусі кількох кілометрів. Крім того, у відпрацьованих газах теплових електростанцій щодобово надходять в атмосферу десятки тонн сірчаного ангідриду.

Джерелами забруднення атмосфери різноманітним пилом є також підприємства з виробництва будівельних матеріалів, гірничо-збагачувальні комбінати та інші підприємства, технологічні процеси яких ґрунтуються на дробленні, подрібненні та випаленні великих кількостей мінеральної сировини. При роботі, наприклад, печей, що обертаються, для випалу цементного клінкеру пиловинос становить 8-20% сухої сировини. Навіть після очищення газоповітряні викиди технологічних агрегатів цементних заводів містять 100-150 мг/м³ пилу. Враховуючи, що обсяг газів, що відходять, з однієї обертової клінкеро-випалювальної печі, що залежить від її розмірів, виду сировини, палива і режиму випалу, коливається від 40 до 600 тис. м³/год., кількість пилу, що виноситься в атмосферу, навіть при хорошій роботі електрофільтрів становить близько 100 кг/год.

Промислові відходи негативно впливають як на атмосферу, а й у гідросферу (водне середовище). Наприклад, один целюлозно-паперовий комбінат скидає близько 150 тис м³ стічних вод на добу, тобто стільки ж,

скільки велике промислове місто. У таких стоках містяться волокна та інші неокислювані органічні включення. Велику небезпеку становлять фенольні сполуки, які у стічних водах підприємств лісохімічної, коксохімічної, сланцевої, анілінофарбової промисловості, і навіть різних заводів хімічної обробки сільськогосподарської сировини. Стічні води деяких хімічних підприємств містять синтетичні поверхнево-активні речовини, навіть незначна кількість яких викликає утворення стійкої піни, у результаті різко погіршуються біохімічні властивості води.

Промислові відходи, зосереджені у відвалах, шлаконакопичувачах, хвостосховищах, забруднюють поверхневий стік у районах розміщення промислових підприємств. Скидання промислових відходів призводить, зрештою, до забруднення вод Світового океану, що викликає різке зниження його біологічної продуктивності та негативно впливає на клімат планети.

Утворення відходів в результаті діяльності промислових підприємств негативно позначається і на якості ґрунту, в якому накопичуються надлишкові кількості з'єднань, що згубно діють на живі організми, у тому числі канцерогенних речовин. У забрудненому ґрунті відбуваються процеси його деградації та порушується життєдіяльність ґрунтових організмів.

Висока забрудненість навколишнього середовища внаслідок викидів та накопичення відходів становить потенційну небезпеку для природних екологічних систем різного рівня, а також для здоров'я людини. Останніми роками виявлено і виникла ціла низка хвороб — ендокринних, алергічних, токсичних, викликаних дією хімічних речовин, викиданих людиною в довкілля.

Раціональне вирішення проблеми промислових відходів залежить від ряду факторів: речовинного складу відходів, їх агрегатного стану, кількості, технологічних особливостей і т. д. також знешкодженням та раціональним похованням відходів.

Розташування меткомбінатів і ТЕС



Рисунок 1.2 – Розташування меткомбінатів і ТЕС по Україні.

Відповідно до чинних нормативів всі промислові відходи поділяються на чотири класи небезпеки:

1) Надзвичайно небезпечні - відходи, що містять ртуть та її сполуки, у тому числі сулему, хромовокислий та ціаністий калій, сполуки сурми, у тому числі трихлорну сурму, бенз-а-пірен та ін.

Токсичність сполук ртуті полягає у шкідливій дії іона Hg^{2+} . В організм ртуть потрапляє, як правило, у неіонній формі. Ртуть входить у з'єднання з білковими молекулами у крові, у результаті утворюються більш менш міцні комплекси – металлопротеїди. Страждають тілові ензими і в організмі виникають глибокі порушення функцій центральної нервової системи, що призводить до інертності кіркових процесів у мозку. Вплив сполук ртуті на тваринах при гострому отруєнні проявляється у втраті апетиту, спразі, слинотеча, блювання, загальна слабкість, пізніше кривавий пронос, катаракта на слизовій оболонці, можливі судоми, раптова смерть при ураженні рухових

вузлів серця та спинного мозку. У людей, що вижили через 1 – 2 години, ураження шлунково-кишкового тракту, через 5 діб – ураження нирок, переродження клітин печінки.

У людини при отруєнні сулемою та іншими солями ртуті – головний біль, ураження ясен, стоматит, набухання лімфатичних та слинних залоз, іноді підвищена температура. У тяжких випадках нефроз у нирках та через 5 – 6 днів смерть. У досить легких випадках – втрата апетиту, нудота, блювання (іноді з кров'ю), слизовий пронос (частіше з кров'ю), виразка шлунка та дванадцятипалої кишки. Спочатку може виникнути посилене сечовиділення, потім майже його припинення. При хронічному отруєнні у людей і тварин уражається нервова система (різка мінливість активності), зміни в клітинах кори великих півкуль мозку, стовбура спинного мозку, периферійних нервах. Серед людей, хворих на туберкульоз, висока смертність.

Загальний вплив на організм ціаністого калію (KCN) та інших солей синильної кислоти (HCN) викликає порушення дихання, різке зниження здібностей тканин споживати кисень, що доставляється. При хронічному отруєнні можливе порушення продукування гормону щитовидною залозою, тяжке ураження дихальних шляхів, головний біль, схуднення, порушення потенції та лібідо, зниження функції статевих залоз, розвиток анемії, лейкопенія, ураження нирок, погіршення зору та слуху, на шкірі утворюється хронічна екзема. Смертельна доза KCN для людини – 0,12 г, іноді переносяться більші дози, уповільнення дії можливе при заповненні шлунка їжею.

З'єднання сурми викликають подразнення слизових дихальних шляхів та травного тракту, шкіри. При хронічному отруєнні дані речовини здатні викликати порушення обміну речовин, що негативно впливають на нервову систему та серце. При гідролізі $SbCl_3$ в організмі утворюється HCl, що призводить до гострого запалення легких і дихальних шляхів і небезпечного впливу на систему травлення (хоча трохи менше). $SbCl_3$ подразнює очі,

викликає нудоту, блювання, пронос, м'язову слабкість при попаданні в шлунок, затримує сечовипускання, в результаті - судоми, серцева слабкість, колапс, смерть.

Бензапірен (1,2-бензпірен) – сильна канцерогенна речовина, одержувана при виробництві кам'яновугільної смоли (вміст 0.001–1 %), кам'яновугільного пеку (1.5 – 2 %), сланцевої смоли (до 0.2 %), сланцевих масел, – міститься у сирій нафті, нафтопродуктах, деревному димі, продуктах піролізу деревини та торфу. 1,2-бензпірен має канцерогенну активність щодо людини і тварин. Можливий розвиток ракових пухлин різних органів: легень, шлунка, молочних залоз та багатьох інших. Дія канцерогенів на організм відбувається за його взаємодії з елементами клітини. Існують гіпотези, що такі сполуки не відіграють самостійної ролі, а лише створюють умови для онкогенних вірусів. ГДК бенз-а-пірена в атмосферному повітрі становить 0,01 мкг/м³.

2) Високо-небезпечні - відходи, що містять хлористу мідь, містять сульфат міді, щавлевокислу мідь, триокису сурму, сполуки свинцю.

Свинець отрута, що діє на все живе, особливо на нервову систему, кров, судини; меншою мірою діє на ендокринну та травну системи. Активно впливає на синтез білка, енергетичний баланс клітини та її генного апарату, можлива денатуративна дія, пригнічення ферментативних процесів, вироблення неповноцінних еритроцитів через ураження кровотворних органів, порушення обміну речовин.

Мідьміститься в організмі головним чином у вигляді комплексних органічних сполук та відіграє важливу роль у кровотворенні. У шкідливій дії надлишку вирішальну роль, мабуть, грає реакція Cu^{2+} з SH-групами ферментів (фріден). З коливаннями вмісту Cu у сироватці та шкірі пов'язана поява депігментації шкіри. Реакції сполук міді з білками тканин верхніх дихальних шляхів та шлунково-кишкового тракту.

Токсичність CuCl_2 проявляється як дія Cu^{2+} і соляною кислотою, що утворюється в організмі.

Попадання в шлунок тварин сульфату міді (CuSO_4) викликає анемію, виразку шлунка, зміни в печінці, крововилив у нирках та насінниках, смерть. При вдиханні – запалення верхніх дихальних шляхів та шлунково-кишкового тракту, ураження центральної нервової системи.

У людей попадання CuSO_4 або $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ у шлунок викликає нудоту, блювання, біль у животі, пронос, швидко появу гемоглобіну в крові та сечі, жовтяниця, анемія, при нирковій недостатності – смерть. При хронічній інтоксації міддю та її солями – функціональний розлад нервової системи, порушення функції печінки та нирок.

3) Помірно-небезпечні - відходи, оксиди свинцю (PbO , PbO_2 , Pb_3O_4), хлорид нікелю, чотирихлористий вуглець.

При гострому травленні нікелем хлоридом (NiCl_2) виникає збудження, пригнічення; почервоніння слизових оболонок та шкіри; пронос. Тривале вплив викликає зниження кількості еритроцитів, але багатьма тваринами це переноситься дуже болісно.

4) Малонебезпечні- відходи, що містять сульфат магнію, фосфати, сполуки цинку, відходи збагачення корисних копалин флотаційним способом із застосуванням амінів.

Mg сприяє змінам вмісту SH-груп у внутрішніх органах, порушення нуклеїнового обміну. У людей уражається носова порожнина, випадає волосся. Дія власне MgSO_4 на шкіру призводить до дерматологічних захворювань.

Фосфати – суміші різних речовин, серед яких усі або частина сполуки фосфору; багато хто з них застосовуються як добрива. Оскільки аніон фосфорної кислоти є фізіологічною, загальна токсична дія її солей можлива лише за дуже високих доз.

Попадання пилу фосфатів у організм розвиває пневмосклероз, скорочення бронхів та кровоносних судин. Токсичність багатьох фосфоритів залежить від домішки фтору. Найбільш отруйна нітрофоска - суміш моно-і діамонію фосфатів з KNO_3 .

При контакті з фосфатами у людини можуть розвиватися дерматити: висипання, печіння та свербіж, набряк шкіри обличчя – печіння в очах, слъозогінність, випадання райдужної оболонки, хоча швидко відходять. Можливе порушення менструального циклу. Течія в цілому сприятлива, але при ускладненнях можливий розвиток пневмонії бронхіту.

Хлорид цинку ($ZnCl_2$), що використовується для консервування деревини та в целюлозно-паперовій промисловості, у тварин викликає розвиток злоякісних пухлин у легких та статевих органах, порушення твердості кісток та зубів. У людини уражаються дихальні шляхи, іноді шлунково-кишковий тракт, рідше виразка шлунка. ГДК хлориду цинку – 1 мг/м².

Сульфат цинку або цинковий купорос ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)- подразник дихальних шляхів тварин, шлунково-кишкового тракту. Викликає недокрів'я, затримку росту. У людини може розвинутиь підвищена захворюваність органів дихання, травлення, кровообігу, шкіри.

Клас небезпеки промислових відходів визначається вмістом у них певних хімічних речовин:

- наявність у відходах ртуті, сулеми, хромовоокислого калію, трьох хлористої сурми, бензапірену, оксиду миш'яку та інших високотоксичних речовин дозволяє віднести їх до першого класу небезпеки;

- наявність у відходах хлористої міді, хлористого нікелю, трьох окисної сурми, азотнокислого свинцю та інших менш токсичних речовин дає підставу віднести ці відходи до другого класу небезпеки;

- Наявність у відходах сірчаноокислої міді, щавлевоокислої міді, хлористого нікелю, оксиду свинцю, чотирьохлористого вуглецю та інших речовин дозволяє віднести їх до третього класу небезпеки;

- Наявність у відходах сірчаноокислого марганцю, фосфатів, сірчаноокислого цинку, хлористого цинку дає підставу віднести їх до четвертого класу небезпеки.

Залежно від фізико-хімічних властивостей відходів, а також їх кількості застосовують різні методи знешкодження і переробки: механічні, біологічні, хімічні, сорбційні, термічні, а також комбіновані.

Найбільш поширений спосіб знешкодження відходів спалюванням. Спалювання відбувається у печах та топках різних конструкцій.

На численних виробництвах з малотоннажним випуском продукції, що притаманно великих промислових міст, іноді економічно не вигідно чи технічно неможливо створити локальні системи переробки та знешкодження відходів. У цьому випадку промислові відходи відправляють на спеціальні полігони для централізованого прийому та знешкодження. Основними методами обробки відходів, як правило, є термічні та фізико-хімічні. Відходи складного мінерального складу, використовувати які нині неможливо, піддають похованню під санітарним наглядом.

Шкідливі речовини, що отруюють атмосферу і водойми, в деяких випадках доцільно витягувати для отримання цінних хімічних продуктів. Для цього створюються енерготехнологічні комплекси, що виробляють не тільки електроенергію, але й такі речовини, як сульфат амонію, сірчаний ангідрид та ін.

На низці металургійних підприємств освоєно технологію регенерації металів шляхом переробки шлаків, шламів та ін. чим самі метали, виплавлені звичайним способом - з рудного сировини.

Ефективне вирішення проблеми промислових відходів – це використання безвідходної технології. Безвідходні виробництва засновані на принциповій зміні технологічних процесів, розробці систем із замкнутим циклом, що забезпечують багаторазове використання продуктів, та комплексне використання сировини.

При комплексному використанні сировинних матеріалів промислові відходи чи побічні продукти одних виробництв є вихідними матеріалами інших. Подібне використання сировини логічно зумовлене потребами розвитку народного господарства на етапі. Важливість комплексного

використання сировинних матеріалів можна розглядати у кількох аспектах. По-перше, утилізація відходів дозволяє вирішувати завдання з охорони навколишнього середовища, звільняти цінні земельні угіддя, що відчужуються під відвали та шламосховища, усувати шкідливі викиди у навколишнє середовище. По-друге, відходи промисловості значною мірою покривають потребу низки переробних галузей у сировині, причому у часто високоякісному, підданому процесі виробництва первинної технологічної обробці (подрібненню, випалу тощо. буд.). По-третє, при комплексному використанні сировини знижуються питомі капітальні витрати на одиницю продукції та зменшується термін їхньої окупності; знижуються також непродуктивні витрати основного виробництва, пов'язані зі складуванням відходів, будівництвом та експлуатацією сховищ для них; зменшуються витрати, витрата теплоти та електроенергії на нову продукцію за рахунок технологічної підготовленості відходів; збільшується продуктивність устаткування.

До теперішнього часу, враховуючи ефективність застосування багатьох мінеральних та органічних відходів як сировинні ресурси, відходами їх вважатимуться лише стосовно цільової продукції підприємств.

У Німеччині, наприклад, було прийнято спеціальні нормативні акти, згідно з якими металургійні шлаки з категорії відходів були переведені до розряду побічних продуктів виробництва. Для кожного виду шлаків (доменного, конвертерного, електроплавильного та ін.) розроблено перелік виробничих факторів (починаючи від обробки рідких шлаків і закінчуючи технологією їх переробки в твердому стані), що впливають на їх властивості та визначають напрями, де вони можуть бути використані з найбільшою користю. Підприємства - постачальники шлаків, які забезпечують їхню належну якість, одержують спеціальний сертифікат, що вказується на відвантажувальних документах. Із 25 млн т доменних шлаків, що утворилися 2000 р. у європейських країнах, було використано майже 100%: близько 60%

- у виробництві цементу, інше — в інших галузях будівельної індустрії.

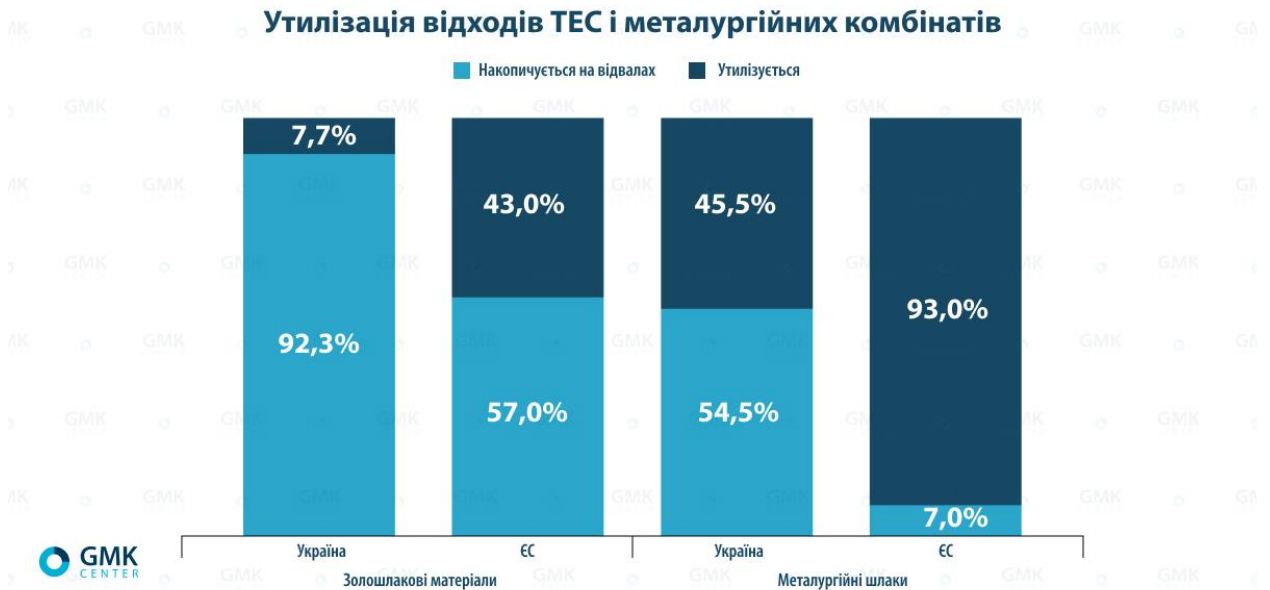


Рисунок 1.3 – Порівняння утилізації відходів в Україні та в ЄС

На вітчизняному заводі вперше у світовій практиці розроблено нову технологію отримання глинозему, соди, поташу та портландцементу з нефелінової сировини.[24]

Експлуатаційні витрати на виробництво глинозему, соди, поташу та цементу, що одержуються з нефелінової сировини, на 10—15% нижче (при деякому підвищенні капітальних вкладень) витрат на виробництво цих продуктів при роздільному отриманні: глинозему - з бокситів, соди - аміачним способом, поташу - з сировини, що містить сировину, цементу - з вапняку і глини. Крім того, за допомогою системи оборотного водопостачання, що обслуговує глиноземне та содове виробництва, можна виключити скидання виробничих стічних вод. Крім цементу з відходів основного виробництва - нефелінового шламу можна виготовляти інші будівельні вироби (цегла, блоки, плити), бетон, вогнетриви, скло та ситали, порошковий затверджувач і т.д.

З галузей-споживачів промислових відходів, що є побічними продуктами різних виробництв, найбільш ємним є виробництво будівельних

матеріалів. Зважаючи на те, що витрати на матеріальні ресурси в кошторисній вартості виробництва більшості будівельних матеріалів становлять понад 55%, очевидно, можна стверджувати, що застосування відходів - побічних промислових продуктів - це один із шляхів підвищення ефективності виробництва будівельних матеріалів.

1.3 Відходи металургії

Металургія займає одне із провідних місць серед інших галузей промисловості. На основних технологічних переділах виробництва чорних металів утворюються побічні продукти – відходи, хіміко-мінералогічний склад та фізико-механічні властивості яких дозволяють вважати їх цінною сировиною для виробництва будівельних матеріалів. Переважна більшість відходів металургійних процесів утворюється як шлаків.

Шлаки – продукти високотемпературної взаємодії компонентів вихідних матеріалів – палива, руди, плавнів та газового середовища. Важко, мабуть, знайти іншу сировину, яка мала б таку безліч цінних якостей і при цьому так довго пробивала б шлях до широкого застосування в будівельній промисловості, як шлак. У багатьох районах країни зі шлаку збудовано багатоповерхові будинки, промислові будівлі, зведено мости та греблі, прокладено стрічки автострад. З обтяжливого відходу він стає визнаною сировиною будівельної промисловості.

У Запоріжжі працюють металургійні підприємства, які в процесі виробництва своєї продукції виробляють величезну кількість відходів. Ці відходи складуються в прилеглих регіонах, які вже не витримують все зростаючого екологічного навантаження. Деякі види відходів переробляються або використовуються у виробництві будівельних матеріалів. Так доменний шлак виробництва комбінату «Запоріжсталь»

використовується як шлакопортландцемент, але це крапля у морі величезної кількості відходів.



Рисунк 1.4 – Структура виробництва шлаку по металургійним матеріалам

Доменний шлак можна охарактеризувати так: «неметалічний продукт, що складається в основному із силікатів та алюмінатів кальцію, отриманий разом із чавуном у доменній печі у вигляді розплаву».

При виробництві чавуну в доменну піч завантажують залізну руду, флюсовий камінь (вапняк та/або доломіт) та кокс. Продукція, що виходить на виході з печі - розплавлений чавун і шлак. Шлак складається в основному з кварцу та оксидів алюмінію (від залізної руди) та оксидів кальцію та магнію (від флюсового каменю). З печі шлак виходить у розплавленому стані, причому температура розплаву може перевищувати 1480°C . Існує чотири основні способи обробки розплавленого шлаку: охолодження повітрям, швидке охолодження холодною водою (спукування шлаку), дроблення та помел. При кожному з даних методів обробки виходить унікальний шлаковий матеріал, що має відмінні властивості.

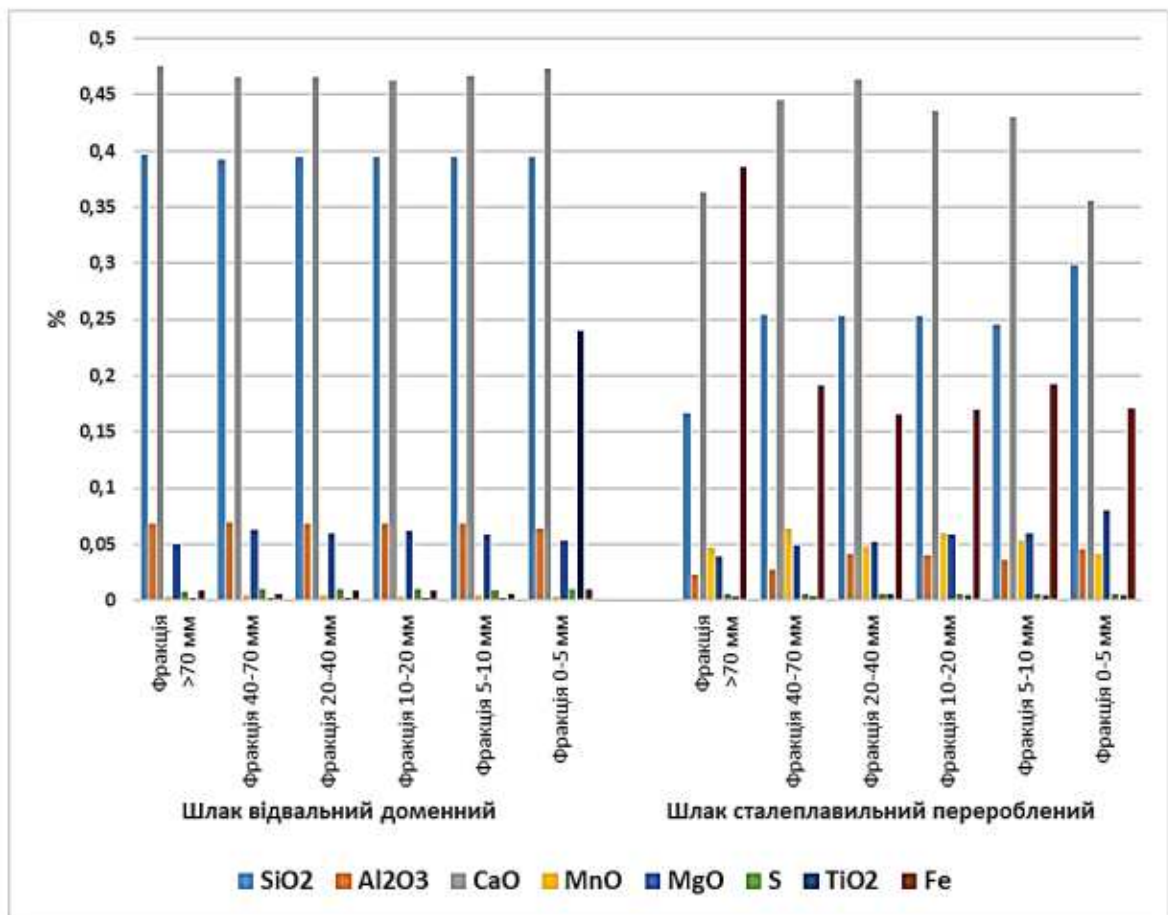


Рисунок 1.5 – Властивості шлаків

Хімічні властивості діменного шлаку. Основні складові доменного шлаку - кварц, оксиди алюмінію, кальцію та магнію, на які припадає 95% всього складу шлаку. Інші 15% - марганець, сполуки заліза та сірки та слідова кількість інших елементів. Однак можна помітити, що основні оксиди, що входять до складу шлаку, не зустрічаються у вільній формі. У доменному шлаку, охолодженому повітрям, оксиди об'єднуються в різні силікати та алюмосилікатні мінерали, такі як меліліт, мервініт, волластоніт та ін, які також існують у вигляді природних порід. У дробленому та меленому шлаках, дані елементи присутні у вигляді скла. Хімічний склад шлаків варіюється в дуже вузьких межах, оскільки вся сировина, що завантажується в доменну піч, дуже ретельно відбирається та змішується.[2]

Таблиця 1.2 - Типовий хімічний склад доменного шлаку

Типовий хімічний склад доменного шлаку, %	
кварц(SiO_2)	32-42
оксид алюмінію(Al_2O_3)	7-16
оксид кальцію (CaO)	32-45
оксид магнію (MgO)	5-15
сірка (S) (в основному у вигляді сульфїду кальцію)	1-2
оксид залїза (Fe_2O_3)	1-1,5
оксид марганцю (MnO)	0,2-1,0

Фізичні властивості доменного шлаку. Фізичні характеристики шлаку, такі як вага, розмір часток, структурні властивості та ін. різняться залежно від способу обробки розплавленого шлаку. Відповідно, кінцеве застосування обробленого шлаку також залежить від методу обробки.

На комбінаті «Запоріжсталь» використовують охолодження повітрям, отримуючи шлакопортландцемент. Шлакопортландцемент – це гідралічна в'язуча речовина, що твердне у воді та на повітрі, одержуване спільним тонким подрібненням портландцементного клінкеру та гранульованого шлаку. Зміст шлаку в шлакопортландцементі за ДСТУ Б В.2.7-46-96 має становити щонайменше 21 і трохи більше 60% маси цементу [5].

Запропоновано спосіб переробки, патент №:2146660, клас патенту: C04B7/44, F27B7/00, номер заявки: 97117080/03, дата подання заявки: 16.01.1996, дата публікації:20.03.2000, заявник:Текстес Індастріз, Інк. (US), автор: Ром Д.Янг (US), патентовласник: Тексес Індастріз, Інк. (US). Позитивний ефект досягається при економії енергії при тепловій обробці суміші. Недолік цього методу полягає в тому, що потрібні великі витрати на помел клінкеру після виходу з печі.

Запропонований спосіб переробки, патент № 2600515, в якому доменний шлак в тонкоподрібненій суміші з вапняком завантажують в цементні печі, що обертаються, і подають безпосередньо в полум'я печі.

Одночасно і по одним каналам з паливом, якою можуть служити пилокутне паливо, мазут і газ, вдмухують шлак у формі порошку, цей процес має кілька недоліків. І сталеплавильний і доменний шлак складається з дуже твердих частинок. Доменний шлак в процесі його застосування завжди має тонкоподрібнену або гранульовану форму, що означає, що для подрібнення та розпилення шлаку в тонкоподрібнену форму потрібні великі витрати енергії. Одним із найбільш значних недоліків є величезна кількість енергії, яку потрібно витратити на розпилення та просушування матеріалу, так щоб його можна було вдувати в піч.

Патент №2051135, Гідравлічна композиція, високоміцний композитний матеріал та спосіб отримання високоміцного композитного матеріалу. Ім'я винахідника: Масаюки Кіемото [JP]; Акіра Кадзікава [JP]; Тору Муракадо [JP]; Хіросі Сакураї [JP]; Мотоказу Мано [JP]; Казутіка Сізумі [JP]. Ім'я власника патенту: Ніппон Каяку Кабусики Кайся (JP). Адреса для листування:

Дата початку дії патенту: 1990.12.07. Позитивний ефект досягають при змішуванні доменного шлаку з різними компонентами. Винахід відноситься до гідравлічних композицій, високоміцних композитних матеріалів, що використовують порошок шлаку доменної печі. Сутність винаходу: гідравлічна композиція містить мелений доменний шлак 100 масових частин лужний компонент із групи: гідроксид натрію, гідроксид калію, карбонат натрію, силікат натрію, метасилікат натрію, 0,1 ... 5 масових частин і водорозчинний полімер з групи: полі/ , полі/мет/акриламід, сополімер /мет/акрилової кислоти та /мет/акриламиду, частково гідролізований полівініл-ацетат, карбоксиметилцелюлоза, гідроксипропілметил-целюлоза, натрієвий поліметакрилат з молекулярною масою більше 10000, 1 ... 15 масових частин. Композиція може додатково містити 2...50 масових частин дрібного заповнювача із групи димчастий кварц, оксид титану, карбонат кальцію, глина, тонкоподрібнений кварцовий пісок, кварцовий пісок, зола. Високоміцний композитний матеріал одержують із зазначеної вище

композиції способом, що включає змішання зазначених компонентів у зазначеному їх співвідношенні, формування суміші та подальше мокре затвердіння. Отриманий матеріал має високу міцність при згинанні та стійкість до дії води. Недоліки: витрати енергії на помел доменного шлаку, який має високу міцність, вартість хімічних добавок. що включає змішання зазначених компонентів у зазначеному їх співвідношенні, формування суміші та подальше мокре затвердіння. Отриманий матеріал має високу міцність при згинанні та стійкість до дії води. Недоліки: витрати енергії на помел доменного шлаку, який має високу міцність, вартість хімічних добавок. що включає змішання зазначених компонентів у зазначеному їх співвідношенні, формування суміші та подальше мокре затвердіння. Отриманий матеріал має високу міцність при згинанні та стійкість до дії води. Недоліки: витрати енергії на помел доменного шлаку, який має високу міцність, вартість хімічних добавок.

Оскільки цей вид відходів вже використовується, то розглянемо наступний вид відходів, який не використовується.

Розглянемо шлаки, що саморозпадаються (їх іноді називають саморозсипаються за здатність перетворюватися на тонкий порошок при охолодженні) - це шлаки, що виходять в процесі виробництва феросплавів на Запорізькому заводі феросплавів.

Фазовий склад шлаку залежить насамперед від модуля основності. Хімічний склад металургійних шлаків прийнято представляти у формі оксидів - SiO_2 , CaO , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO і т.д. Для характеристики властивостей шлаку найбільш важливими є два кількісні співвідношення: CaO/SiO_2 , (модуль основності) та $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (модуль активності). За величиною першого модуля розрізняють кислі (він менше одиниці), нейтральні (рівний одиниці або близький до неї) та основні (>1) шлаки. Крім оксидів в них завжди містяться компоненти, багато з яких дуже цінні (сполуки марганцю, кремнію, силікокремнію), причому в кількості часто не меншій, ніж у природних рудах. Повторне використання цих речовин у

металургії (пилу – винесення) не призвело до позитивного результату. Тому можливе використання цих матеріалів лише у будівельній індустрії.

Модуль основності шлаків, що саморозпадаються, близький до двох, тому склоподібна фаза в них не утворюється навіть при різкому охолодженні. З мінералів переважає ларніт $\text{Ca}_2[\text{SiO}_4]$ (у металургійній галузі прийнято стехіометричний запис складу мінералів: ларніт позначають $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ і називають ортосилікатом кальцію). Такий шлак не здатний твердіти при змішуванні з водою, подібно до того, як це відбувається з портландцементом, одним з найважливіших будівельних матеріалів, хоча за хімічним складом той і інший дуже близькі.

Отримання портландцементу починається зі спікання строго розрахованої суміші з меленого вапняку та глини у спеціальній печі за температури 1450°C . У виробництві цього будівельного матеріалу передбачені добавки, наприклад, гіпс, який регулює схоплювання майбутнього цементу, і активна мінеральна добавка, що підвищує його стійкість до деяких видів корозії.

Основу портландцементу, як і шлаку, що саморозпадається, складають CaO , SiO_2 , Al_2O_3 і Fe_2O_3 (як домішки можуть утримуватися MgO , K_2O , Na_2O та ін). Ці оксиди утворюють чотири основні мінерали зі збірною назвою "клінкерні". При контакті з водою вони мимоволі вступають з нею у взаємодію, внаслідок чого утворюються кристалічні та колоїдні гідрати. Кристаллогідрати зростаються між собою в твердий, але крихкий агрегат, а гелеподібні надають йому пластичних властивостей, за рахунок чого істотно знижується крихкість. Саме гідратні сполуки сприяють перетворенню порошкового цементу на тверде тіло. Його міцність на стиск становить 30, 40, 50 МПа, що відповідає маркам цементу.300", "400", "500"

Запропоновано спосіб утилізації гіпсу з відходів виробництва плавикової кислоти. Сутність способу полягає в твердофазовій нейтралізації гіпсового відходу, при цьому останній нейтралізує саморозпадним феросплавним шлаком до значення рН 9,5-10,0. Для досягнення цього

значення потрібно 25...30 шлаку. Введення шлаку в кислий відхід виробництва фтористого водню до значення рН 9,5 10,0 дає можливість отримати вироби з міцністю 10 ... 15 МПа і морозостійкістю до 100 циклів. Виняток із технологічного процесу використання вапна та її помелу, каталізатора, необхідності подрібнення суміші в кульовому млині істотно здешевлюють процес утилізації. Патент №2046097Клас(и) патенту:С01F11/46, С04В11/26 Номер заявки: 5024740/26 Дата подання заявки: 27.01.1992 Дата публікації: 20.10.1995 Заявники: Левченко Анатолій Васильович; Овчиннікова Валентина Пилипівна Автори: Левченко Анатолій Васильович; Овчиннікова Валентина Пилипівна Патентовласники: Левченко Анатолій Васильович; Овчиннікова Валентина Пилипівна.

Винахід відноситься до технології утилізації гіпсу з відходів виробництва плавикової кислоти або фтористого безводного водню. Проблема забезпечення будівництва в'язкими матеріалами охоплює як технічні, а й екологічні аспекти народногосподарського значення. Важливе місце в цій багатоплановій проблемі займають питання утилізації відходів різних виробництв з подальшим використанням їх як в'язучих будівельних матеріалів. -10 хв і після затвердіння використовують як в'язучу речовину та добавки до портландцементу Недоліки способу складність технології та суттєве подорожчання утилізації гіпсу.

Один з клінкерних мінералів – ортосилікат кальцію – може існувати в а-, b- та g-формах, тобто поліморфних різновидах. [5] Перша з них утворюється при температурі 1425 ° і в процесі повільного охолодження переходить (через дві проміжні стадії) на другу, а потім - на третю. Якщо на другій проміжній стадії мінерал швидко охолодити, він залишиться у вигляді b-форми, здатної до гідратації та твердіння. Перехід b-форми в g-ортосилікат супроводжується сильним збільшенням обсягу кристалічних ґрат, тому мінерал стрімко руйнується. Кристаліки швидко, протягом частки секунди, розсипаються на тонкий порошок. Дуже важливо, що ці перетворення

оборотні, але за винятком одного: g-різновид не переходить у b-форму за жодних умов, а може перетворитися тільки на a-модифікацію.

Саме утворюється в клінкері b-ортосилікат гідратується за 28 діб, забезпечуючи твердіння цементу. Інші ж різновиди дуже слабо реагують з водою, і твердіння не можуть викликати. Тому при спіканні клінкеру технологічний процес ведуть так, щоб не допустити утворення ні a-ні g-ортосилікатів. Якщо вчасно не зупинити фазові переходи, клінкер розсиплеться на порошок, який твердіти практично не буде. Щоправда, деякі домішки, що завжди присутні в клінкері, сприяють "заморожуванню" b-ортосилікату, необхідного для одержання цементного каменю.

Проблема у використанні лежачого шлаку. Саморозпадний шлак, в якому міститься до 90% ортосилікату кальцію - і майже весь він у g-формі, - охолоджується безконтрольно. З ковша розплавлений шлак виливають на майданчик розпаду, де він утворює величезні, розпечені до червона, брили. Охолоджуючи, вони стають оливковими, вся поверхня їх здувається і починають бризкати фонтанчики тонкого білого порошку, ще дуже гарячого. Через кілька хвилин брили перетворюються на гірки білого або злегка сірого порошку. Але він, на жаль, не твердіє від води.

Роздратований шлак з майданчика розпаду транспортують у відвал. Багато шкоди завдає зберігання цього пилоподібного шлаку. Вітер розносить його по околиці, через що у місцевого населення виникають захворювання легень та очей. Змита дощами та талими водами шлаковий пил забруднює ґрунт та водоймища, розчинні компоненти проникають у ґрунтові води, а потім у джерела та колодязі. Пили марганцю викликають тяжкі захворювання людей, адже коефіцієнт його токсичності – 7700.

Пролежавши у відвалі приблизно півроку, товща шлаку, що розсипався, покривається твердою кіркою товщиною 10-15 см. Може, вона утворилася за рахунок тривалої взаємодії шлаку з водою і повільна реакція гідратації все ж таки робить свою справу? Дослідження цих відходів виявило, що, якщо розбити кірку, під нею виявиться пухкий шлак, але вже не

байдужий до дії води, а той, що взаємодіє з нею так само, як звичайний портландцемент - швидко і дуже ефективно. Використовувати такий шлак для будівельних потреб можливо

Лежаний шлак не тільки швидко твердне, але ще й виявляється значно стійкішим за портландцемент до намокання. Наука стверджує, що міцність всіх (за рідкісним винятком) намоклих матеріалів знижується: керамічної цеглини - приблизно на 15%, силікатної - на 30-35. Виявилося, що водостійкість (або коефіцієнт розм'якшення, який виражають ставленням міцності насиченого водою матеріалу до міцності сухого) затверділого шлаку, що саморозпадається, становить величину 0.9, тоді як для портландцементу вона зазвичай дорівнює 0.8-0.83.

Існує пропозиція додавати добавки для одержання цементу. Міцного, водостійкого, до того ж білого. [5] Мінус цієї пропозиції - це чекати півроку, великі збитки для економіки такого бізнесу. Та ще з не зовсім передбачуваним результатом невідома марка самородного цементу та інші важливі його властивості (терміни схоплювання, час твердіння, усадка або розширення при твердінні).

Перехідні елементи, або d-елементи (наприклад скандій, титан, ванадій, хром, марганець, залізо, кобальт, нікель, мідь та цинк), як відомо, легко утворюють комплексні сполуки, які можуть служити каталізаторами різних реакцій, сприяти кристалізації аморфних фаз, зокрема, силікатного скла.

При отриманні портландцементного клінкеру деякі перехідні елементи у невеликих кількостях (частки відсотка) присутні у складі сировинної суміші та забезпечують прискорене утворення мінеральних кристалогідратів. А це підвищує активність портландцементу, міцність цементного каменю, що затвердів.

У шлаку також містяться перехідні елементи: титан (до 1%), хром і залізо (приблизно по 0.5%). Ці елементи не утворюють власних мінералів, а входять до складу ортосилікатів кальцію, замінюючи деякі атоми кальцію в кристалічній решітці. У результаті утворюються звані тверді розчини, добре

знайомі геологам і мінералогам. В ортосилікаті кальцію подібне заміщення атомами заліза стабілізує здатну до гідратації *b*-форму.

Вплив перехідних елементів, що входять до складу шлаку, що саморозпадається, на його властивості. При охолодженні ортосилікат кальцію бурхливо перетворюється на нетвердеючу *g*-форму, та якщо з неї *b*-різновид виникнути неспроможна. Тим не менш, рентгеноструктурний аналіз показує, що через півроку в шлаку кількість *g*-ортосилікату зменшується в 10 разів, а замість нього незрозуміло звідки з'являється (стільки ж, скільки раніше було *g*-модифікації) *b*-форма. Чи міг здійснитися всупереч законам термодинаміки перехід кристалічної *g*-фази в *b*-фазу, чи вона виникла з якихось інших причин? А що якщо мінерал, який вважається *g*-ортосилікатом кальцію, насправді є твердим розчином якогось іншого мінералу в ортосилікаті кальцію? Тверді розчини можуть розпадатися, утворюючи нові фази. Можливо, у шлаку саме це і відбувається,

Можливо, впровадженням атомів, металів, що використовуються в плавці, кристалічну решітку *g*-ортосилікату і пояснюється поява у нього здатності до гідратаційного твердіння.

Один із способів застосування саморозпадного шлаку - домогтися твердіння його, додавши до нього 2-4% гіпсу і піддавши суміш автоклавування, тобто теплової обробки в атмосфері насиченої водяної пари при тиску 0.8-1.2 МПа. [5]. Позитивний ефект досягається в тому, що готовий продукт має однорідну структуру, недолік - витрати на використання енергоносіїв при автоклавованні.

Другий метод - пресуванням при високому тиску шлаку, що саморозпадається, з невеликою кількістю води (до 10%). Якщо перевищується межа тиску (приблизно 4-5 МПа), то пресування навіть без води стрибком переводить порошок у тверде тіло високої міцності. Недолік, вода в ньому є у кристалізаційній формі.

На перший погляд не дуже доцільно отримувати зі шлаку в'язучий матеріал, міцність якого нижча, ніж у цементу найнижчої марки. Але

низькомарочні в'язучі матеріали давно і нагально необхідні для будівництва. Адже на приготування їх розчинів сьогодні витрачається дорогий портландцемент. А з шлаку, що саморозпадається, виходить в'язуча речовина якраз низькомаркова, найбільш підходяща для штукатурних і кладочних будівельних розчинів. І з вищою, ніж у портландцементу, водостійкістю.

Марки рядового будівельного гіпсу теж невисокі, крім того, їхня водостійкість дуже низька. А в'язучий матеріал із шлаку і міцніший за гіпс, і, як сказано, має більш високу водостійкість, і повільніше схоплюється. До того ж він білого кольору.

Якщо вважати, що гіпотетичне перетворення все ж таки існує, то потрібно шукати способи його прискорення. Чекати півроку, доки відбудеться бажаний перехід, явно нетехнологічно. Тут вже згадувалося про так звану сульфатну активацію нетвердіючого шлаку, що саморозпадається, додаванням гіпсу з подальшим автоклавуванням.

На комбінаті «Запоріжсталь», на інших підприємствах, що знаходяться на проммайданчику Заводського району, на казенному підприємстві «Іскра» є сірчаноокислий стік, у якому концентрація сірчаної кислоти сягає 6% і більше. Його не можна зливати у каналізацію, він отруїть річкову воду. Тому стік нейтралізують вапном. В результаті з'являється вторинний гіпс, який, як і шлак, відправляють у відвали - багатотоннажні екологічно небезпечні товщі. Так от, сірчаноокислотний стік можна використовувати замість води при формуванні виробів прямо з шлаку, зразки формувати при тиску 30-40 МПа, а потім піддати їх пропарюванню, тобто. теплової обробки при вологості близькою до 100%, але при атмосферному тиску. 100"та "150".

Отже, з нетвердіючого шлаку феросплавного виробництва, що саморозпадається, можна отримувати будівельні матеріали на зразок цегли і одночасно утилізувати не тільки сам шлак, але і ще один надзвичайно небезпечний вид відходів - сірчаноокислотний стік. Залишається здійснити цей практичний додаток теорії.

1.4 Золи після спалювання вугілля на Запорізькій ТЕС

Процес спалювання вугілля на теплоелектростанціях триває за високих температур — від 1500 до 1800°C залежно від якості вугілля та способу спалювання. За цих температур мінеральні компоненти вугілля розпадаються або плавляться. До складу золи та шлаку входять зерна кварцу та глинистих мінералів, частинки склоподібного матеріалу, схожого з вулканічним склом, частинки новостворених мінералів – муліта, магнетиту, феросиліцію та інших. Існують і частинки незгорілого вугілля; їх особливо багато при спалюванні антрациту.

З погляду хімічного складу головний компонент золи та шлаку - оксид кремнію SiO (45-60%), далі йдуть оксид алюмінію Al_2O_3 (15-25%), оксиди заліза Fe_2O_3 (5-15%), оксид кальцію CaO (1,5 -4,5%), оксид калію K_2O (2,0-4,5%) та деякі інші оксиди, вміст яких зазвичай не перевищує одного відсотка.

Зола – дрібнозернистий матеріал. Приблизно третина насіння має розміри від 1 до 5 мм, інші - десяті частки міліметра, у тому числі приблизно 20% - соті частки. Значна частина зерен має форму кульок, які утворюються при охолодженні крапель розплаву у зваженому стані димових газів. Характеристики золи різні за своїм складом, оскільки залежить від особливостей складу мінеральних компонентів вугілля.

Золовідвали вугільних теплоелектростанцій можуть вважатися родовищами в тому випадку, якщо вони або компоненти, що містяться в них, придатні для економічно доцільного та екологічно безпечного промислового використання. Матеріал золовідвалів («корисна копалина») за всіма цими характеристиками повинен не поступатися сировині, що традиційно використовується, а його розробка — виправдовувати капіталовкладення на організацію видобутку.

Склад золошлаків Запорізької ТЕС не має інтересу для металургії з погляду металів, що знаходяться в них. Тому є сенс використовувати такий золошлак у виробництві будівельних матеріалів. Насамперед, золошлакові матеріали служать заміною піску, що застосовується як заповнювач бетонів і будівельних розчинів. При досить високому додаванні вапна можна використовувати замість цементу. За масштабами можливого застосування бетони – головний напрямок, який може вирішити проблему ліквідації золовідвалів шляхом їхньої повної утилізації. Це засвідчує зарубіжний досвід.

Золу та шлак можна використовувати як мінеральні добавки до глини при виробництві цегли, керамічної плитки, черепиці, дренажних труб, пористих бетонів. Патент на винахід № 2341483. Сировинна суміш для отримання пеносилікатного теплоізоляційного матеріалу та спосіб його виготовлення / А.А. Кетов, І.С. Пузанов, Д.В. Саулін. – Заява 05.02.2007. - Опубліковано 20.12.2008. Недолік – великі витрати енергії під час випалу виробів.

Зі шлаку можна отримувати пористі заповнювачі. Для цього шлаковий матеріал випалюють при температурах 1050-1250 ° С, при яких гранули шлаку спучуються. Пористі заповнювачі є обов'язковими компонентами при виробництві «легких» бетонів (тобто мають меншу щільність), а також використовуються для тепло- та звукоізоляції. Недолік – великі витрати енергії під час випалу виробів.

Найцінніші компоненти золи – алюмосилікатні порожнисті мікросфери (АСПМ). Є порожнистими, майже ідеальною формою силікатними кульками з гладкою поверхнею, діаметром від 10 до декількох сотень мікрометрів, в середньому близько 100 мкм. Товщина стінок від 2 до 10 мкм, температура плавлення 1400-1500 ° С, щільність 580 - 690 кг/м³. Відомий спосіб виділення порожнистих мікросфер за рахунок флотації. Відомий за Авторським свідоцтвом № 1576514, кл. 3 04 33/00 спосіб виділення порожнистих мікросфер за рахунок флотації, полягає в тому, що зола ТЕС при попаданні у воду розділяється по щільності, мікросфери спливають і

потрапляють на периферію золівдвалу, звідки можуть збиратися для використання.

Недолік цього способу полягає в тому, що якість виділеної таким чином мікросфер низька з двох причин. У такій мікросфері міститься до 5% домішок у вигляді частинок незгорілого коксу, сама мікросфера найчастіше дефективна, тому що має мікротріщини, сколи та інші дефекти. По-друге, у відносно великих фракціях мікросфери 0,3 мм до 30% сфер мають вплавлені частки коксу. При використанні такої мікросфери як теплоізоляційне засипання від впливу температури можливе загоряння окремих ділянок засипки (тобто згоряння коксу), виникнення каверн та погіршення теплоізоляції. Крім того, браковані сфери з порушеною герметичністю як непористий, щільний матеріал мають високу теплопровідність ($\lambda \approx 0,20-0,35$ Вт/м... залежно від величини руйнувань) у порівнянні з нормальними мікросферами.

Утворення мікросфер відбувається в такий спосіб. За високих температур силікатний мінеральний матеріал вугілля плавиться і в газовому потоці продуктів згоряння дробиться на дрібні краплі. Газові включення в мінеральних частинках при нагріванні розширюються та роздмухують окремі краплі розплаву. Ті краплі, у яких внутрішній тиск газу врівноважується силами поверхневого натягу, утворюють порожнисті кульки. В інших відбувається розрив крапель (внутрішній тиск більше сил поверхневого натягу), або вони залишаються просто силікатними кульками, суцільними або пористими (поверхневий натяг більше внутрішнього тиску). Зміст АСПМ в золошлакових матеріалах становить десяті частки відсотка. Цінність АСПМ визначається тим, що вони ідеальні наповнювачі. Пояснимо: для надання багатьом виробам із пластмас та кераміки необхідних властивостей, наприклад для зниження щільності (ваги) виробів, підвищення тепло-, електро-і звукоізоляційних характеристик, до їх складу вводяться скляні мікросфери, що виготовляються промисловими способами. Це досить складний процес.

Спосіб отримання мікросфер з водної суспензії летючої золи ТЕС включає гідросепарацію летючої золи ТЕС при надмірному тиску не менше 1,5 атм, зневоднення за допомогою сушіння та виділення фракції мікросфер \cong 0.3 мм. Отримання мікросфери характеризується коефіцієнтом теплопровідності 0,085 В/м До при 25°З 0,3 В/м До при 1000°С. 2 табл. Позитивний ефект досягається при створенні додаткового тиску при вилученні АПСМ, сушіння та виділенні фракції мікросфер. \cong 0.3 мм., стабільний склад частинок Недоліки: збільшене споживання енергії, збільшення коштів спрямованих на основні засоби.

Полімерні матеріали з мікросферами (так звані сферопластики) використовуються при виготовленні різних плавзасобів (човнів, сигнальних буїв, блоків плавучості, рятувальних жилетів та ін), меблів, радіопрозорих теплоізоляційних екранів для радіотехнічної апаратури, ізоляції теплотрас, дорожньо-розмічальних термо. успішно застосовують у складі цементних розчинів при виготовленні «легких» бетонів та теплоізоляційних жаростійких бетонів. Отримано патенти на використання АСПМ при бурінні геологорозвідувальних та експлуатаційних свердловин. Це не повний перелік можливостей застосування АСПМ.

Золи та паливні шлаки застосовуються як сировинні компоненти портландцементного клінкеру та активних мінеральних добавок при виробництві портландцементу, а також композиційних зольних та шлакових цементів. У складі сировинної суміші при виробництві клінкеру золою та шлаками замінюють глинистий та частково вапняковий компоненти, в деяких випадках ця заміна покращує хіміко-мінералогічний склад клінкеру та умови його випалу.

Вищі техніко-економічні показники виробництва клінкеру досягаються при використанні сухих зол пневмовидалення. Цінним для цементної промисловості є присутність у складі зол залишків незгорілого палива, вміст якого в середньому становить близько 10%. Це означає, що при використанні 1 млн т золи як сировинний компонент цементна промисловість отримає

додатково 100 тис т палива. Так як зола має меншу водопотребу, ніж глини, застосування її в складі сировинної суміші дозволяє знизити вологість шламу до 33-34%, зменшити витрату палива на 7-10% і підвищити продуктивність печей, що обертаються.

Золи та паливні шлаки як компоненти сировинної суміші портландцементного клінкеру застосовують як при мокрому, так і сухому способі виробництва. Сировинна суміш добре гранулюється, і гранули мають підвищену міцність.

У виробництві цементу основна частина паливних зол використовується як активні мінеральні добавки. При цьому вони повинні містити не більше: SiO_2 – 40%, S_3 – 3, втрати при прожарюванні – 10%. Золу-уноса вводять, як і інші гідравлічні мінеральні добавки, у кількості не більше: портландцемент - 20%, пуццолановий - 55%.

При коливаннях хімічного складу суттєво змінюється гідравлічна активність зол. Так, кислі золи, як активна мінеральна добавка до цементів і бетонів, можуть застосовуватися при вмісті SiO_2 не менше 40% і S_2 не більше 2%.

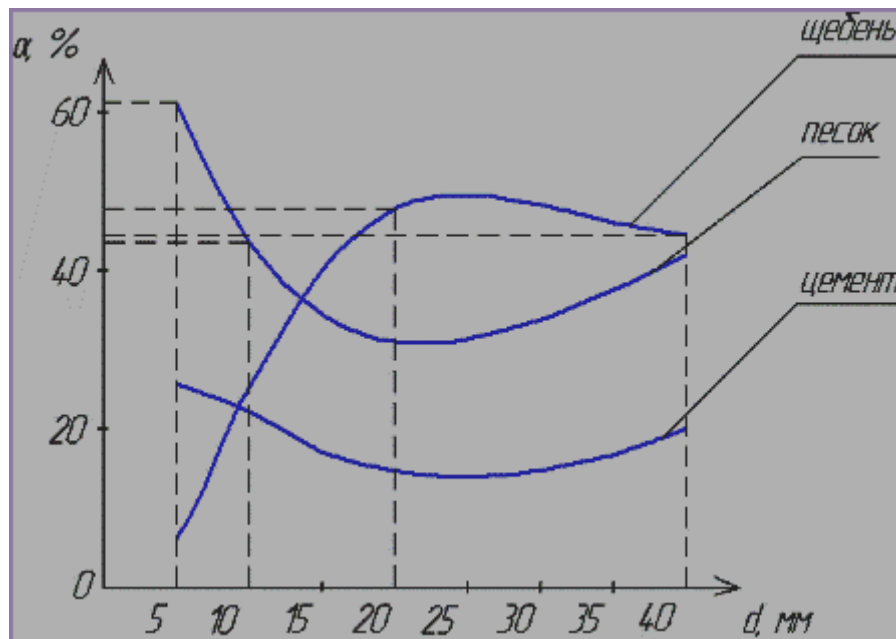


Рисунок 1.6 – Властивості матеріалів

Крім того, структура такого щебеню включає контактну зону між вихідним зерном щебеню і розчином - найбільш слабку за міцністю і високопористу в структурі бетону.

На дрібних фракціях щебеню розчинної складової бетону залишається більше, наприклад, у частинок розміром до 1мм. кількість розчинної складової сягає понад 50%, тоді як у великому заповнювачі цей показник становить 20 - 25% [6].

Введення золи в цемент у кількості до 20% дещо знижує його міцність у початкові терміни твердіння, на 28 добу зниження міцності мінімальне, а при тривалих термінах твердіння міцність цементів із золою стає часто вищою, ніж без золи. Збільшення вмісту золи (понад 20%) зазвичай призводить до істотного зниження характеристик міцності цементу - особливо в ранні терміни твердіння.

Заявка на винахід 2006139240, А, С04В12/04 (2006.01). Дата подання: 07.11.2006. Дата публікації: 20.05.2008. Заявник: Державна освітня установа вищої професійної освіти "Братський державний університет". Автор: В. В. Русіна, Є. О. Гризлова. В'язуче, що включає алюмосилікатний компонент - зола-віднесення II поля, отриману від спалювання бурого Кансько-Ачинського вугілля на ТЕЦ-7 г. Братська Іркутської області та лужний компонент - рідке скло, що відрізняється тим, що воно містить зазначене рідке скло, виготовлене з багатотоннажного відходу виробництва феросиліцію Братського феросплавного заводу - мікрокремнезему, що містить до 9 мас. % високодисперсних домішок у формі графіту С, з силікатним модулем $n=1-3$ і щільністю $\rho=1,25-1,27$ г/см³ при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

- рідке скло 37,50-61,54
- зола-віднесення 38,46-62,50
- Вуглецевмісне рідке скло 35,90-44,00;
- зола-віднесення II поля 56,00-64,10.

Одним із способів інтенсифікації будівельного виробництва є введення комплексних добавок в бетонні суміші. Позитивний ефект при введенні добавок – це покращення якості готової продукції. Недолік – вартість добавок, що впливає вартість готової продукції.

Проблема, особливо в екологічному аспекті, може вважатися вирішеною лише за повної утилізації всього золовідвалу теплоелектростанції. Здається цьому немає жодних перешкод. Величезна маса подрібненого, близького за складом до природного піску, що знаходиться на поверхні землі матеріалу в умовах обмежень та заборон на розробку природних родовищ має привертати інтерес принаймні будівельних підприємств. А в цій галузі промисловості потреба у сировині порівнянна із «запасами» золовідвалів. Використання золи не тільки розширює мінерально-сировинну базу будівельної індустрії, а й дозволяє зберегти дефіцитну природну сировину та покращити екологічну обстановку в районі розміщення Запорізької ТЕС.

Насправді використання золошлакових матеріалів у промисловості пов'язане зі значними організаційними та технічними труднощами. Уявити так, що досить поставити екскаватор і підганяти самоскиди, було б великим спрощенням. Зола неоднорідна за складом та розміром частинок. Тим часом будівельна промисловість пред'являє жорсткі вимоги до того й іншого. Далі: у складі золи завжди є компоненти, небажані для тих чи інших технологій. Вітчизняний і зарубіжний виробничий досвід показує, наприклад, що використання золошлакових матеріалів для пористих заповнювачів обмежується вмістом сірки, вуглецю, а також оксидів заліза, кальцію і магнію. У виробництві цегли лімітують оксиди кальцію, сірки, алюмінію та інші. І це лише деякі нормативні показники. У багатьох випадках промисловість вимагає, щоб матеріал був сухим, а у золовідвалі він завжди вологий. Також важливо зауваження: золошлаки, що утворюються при спалюванні вугілля різних родовищ, мають суттєво різний мінералогічний і хімічний склад і, отже, вимагають індивідуального вибору раціональних напрямів використання та технологій переробки.

2 ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЇ, ПАЛИВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

2.1 В'язучі матеріали на основі шлаків та зол

Основна маса відходів при отриманні металів та спалюванні твердого палива утворюється у вигляді шлаків та зол. Крім шлаків та зол при виробництві металу у великих кількостях утворюються відходи у вигляді водних суспензій дисперсних частинок-шлами.

Цінною і дуже поширеною мінеральною сировиною для будівельних матеріалів є горілі породи та відходи вуглезбагачення, а також розкривні породи та відходи збагачення руд.

Виробництво в'язучих матеріалів відноситься до найбільш ефективних областей застосування шлаків. Шлакові в'язучі можна поділити на такі основні групи: шлакопортландцементи, сульфатно-шлакові, вапняно-шлакові, шлако-лужні в'язучі.

Шлаки та золи можна розглядати як значною мірою підготовлену сировину. У їхньому складі оксид кальцію (CaO) пов'язана у різних хімічних сполуках, у тому числі і у вигляді двокальцієвого силікату - одного з мінералів цементного клінкеру. Високий рівень підготовки сировинної суміші при застосуванні шлаків та зол забезпечує підвищення продуктивності печей та економії палива. Заміна глини доменним шлаком дозволяє знизити на 20% вміст вапняного компонента, зменшити при сухому виробництві клінкеру питому витрату сировини та палива на 10...15%, а також підвищити продуктивність печей на 15%.

Застосуванням малозалізистих шлаків – доменних та ферохромових – та створенням відновлювальних умов плавки отримують у електропечах білі цементи. На основі ферохромових шлаків окисленням металевого хрому в

розплаві можна отримати клінкери, при використанні яких цементи з рівним та стійким забарвленням.

Сульфатно-шлакові цементи це гідралічні в'язучі речовини, одержувані спільним тонким подрібненням доменних гранульованих шлаків і сульфатного збудника твердіння - гіпсу або ангідриду з невеликою добавкою лужного активізатора: вапна, портландцементу або обпаленого доломіту. Найбільш широке поширення з групи сульфатно-шлакових отримав гіпсошлаковий цемент, що містить 75-85% шлаку, 10-15% двоводного гіпсу або ангідриду, до 2% окису кальцію або 5% портландцементного клінкеру. Висока активізація забезпечується при використанні ангідриду, обпаленого при температурі близько 700° С, та високоглиноземистих основних шлаків. Активність сульфатно-шлакового цементу залежить від тонкощі подрібнення. Висока питома поверхня (4000 ... 5000 см² / г) в'язучого досягається за допомогою мокрого помелу. При досить високій тонкощі подрібнення в раціональному складі міцність сульфатно-шлакового цементу не поступається міцності портландцементу. Як і інші шлакові в'язучі, сульфатно-шлаковий цемент має невелику теплоту гідратації – до 7 діб, що дозволяє застосовувати його при зведенні потужних гідротехнічних споруд. Цьому сприяє його висока стійкість до впливу м'яких сульфатних вод. Хімічна стійкість сульфатно-шлакового цементу вища, ніж шлакопортландцементу, що робить його застосування особливо доцільним у різних агресивних умовах. Цьому сприяє його висока стійкість до впливу м'яких сульфатних вод. Хімічна стійкість сульфатно-шлакового цементу вища, ніж шлакопортландцементу, що робить його застосування особливо доцільним у різних агресивних умовах. Цьому сприяє його висока стійкість до впливу м'яких сульфатних вод. Хімічна стійкість сульфатно-шлакового цементу вища, ніж шлакопортландцементу, що робить його застосування особливо доцільним у різних агресивних умовах.

Вапняно-шлакові та вапняно-зольні цементи це гідралічні в'язучі речовини, одержувані спільним помелом доменного гранульованого шлаку

або золи віднесення ТЕС і вапна. Їх застосовують для приготування будівельних розчинів марок не більше М 200. Для регулювання термінів схоплювання та поліпшення інших властивостей цих в'язучих при виготовленні їх вводиться до 5% гіпсового каменю. Зміст вапна становить 10%...30%.

Вапняно-шлакові та зольні цементи по міцності поступаються сульфатно-шлаковим. Їх марки: 50, 100, 150 і 200. Початок схоплювання повинен наступати не раніше як за 25 хв., а кінець – пізніше як за 24 год. після початку замішування. При зниженні температури, особливо після 10 С, наростання міцності різко сповільнюється і, навпаки, підвищення температури при достатній вологості середовища сприяє інтенсивному твердінню. Твердіння на повітрі можливе лише за умови достатнього тривалого твердіння (15...30 діб) у вологих умовах. Для цих цементів характерна низька морозостійкість, висока стійкість у агресивних водах та мала екзотермія.

Шлаколузні в'язучі складаються з тонкоподрібненого гранульованого шлаку (питома поверхня ≥ 3000 см²/г) та лужного компонента – сполук лужних металів натрію або калію.

Для отримання шлаколузного в'язучого прийнятні гранульовані шлаки з різним мінералогічним складом. Вирішальною умовою їхньої активності є вміст склоподібної фази, здатної взаємодіяти з лугами.

Властивості шлаколузного в'язучого залежать від виду, мінералогічного складу шлаку, тонкощі його помелу, виду та концентрації розчину лужного компонента. При питомій поверхні шлаку 3000...3500 см²/г кількість води освіти тесту нормальної густоти становить 20...30% маси в'язучого. Міцність шлаколузного в'язучого при випробуванні зразків тесту нормальної густоти становить 30 ... 150 МПа. Їх характерний інтенсивне зростання міцності як протягом першого місяця, і у наступні терміни твердіння. Так, якщо міцність портландцементу через 3 місяці. твердіння в оптимальних умовах перевищує марочну приблизно в 1,2 рази, то

шлаколужного в'язучого в 1,5 рази. При тепловлажностной обробці процес твердіння прискорюється інтенсивніше, ніж при твердінні портландцементу. При звичайних режимах пропарювання, прийнятих у технології збірного залізобетону, протягом 28 діб. досягається 90 ... 120% марочної міцності.

Лужні компоненти, що входять до складу в'язучого, виконують роль протиморозної добавки, тому шлаколужні в'язучі досить інтенсивно тверднуть при негативних температурах.

2.2 Заповнювачі із шлакозольних відходів

Шлакові та зольні відходи представляють багатющу сировинну базу для виробництва як важких, так і легких пористих заповнювачів бетону. Основними видами заповнювачів на основі металургійних шлаків є шлаковий щебінь та шлакова пемза.

З паливних шлаків та зол виготовляють пористі заповнювачі, у тому числі аглопорит, зольний гравій, глинозольний керамзит.

До ефективних видів важких заповнювачів бетону, які не поступаються за фізико-механічними властивостями продукту дроблення щільних природних кам'яних матеріалів, відноситься литий шлаковий щебінь. При виробництві цього матеріалу литий вогняно-рідкий шлак із шлаковозних ковшів зливається шарами товщиною 200...500 мм на спеціальні ливарні майданчики або в тарцеподібні ями-траншеї. При витримуванні протягом 2...3 год. на відкритому повітрі температура розплаву в шарі знижується до 800°, і шлак кристалізується. Потім він охолоджується водою, що призводить до розвитку у шарі шлаку численних тріщин. Шлакові масиви на ливарних майданчиках або траншеях розробляються ескаваторами з подальшим дробленням.

Литий шлаковий щебінь характеризується високими морозо та жаростійкістю, а також опором стирання. Вартість його в 3-4 рази нижче, ніж щебеню з природного каменю.

Шлакова пемза (гальмує) – один із найефективніших видів штучних пористих заповнювачів. Її отримую поризацією шлакових розплавів внаслідок їхнього швидкого охолодження водою, повітрям чи паром, а також впливом мінеральних газотворювачів. З технологічних способів отримання шлакової пемзи найчастіше застосовуються басейновий, струминний та гідроекранний способи.

Паливні шлаки та золи є найкращою сировиною для виробництва штучного пористого заповнювача – аглопориту. Це зумовлено, по-перше, здатністю золошлакового сировини як і, як глинистих порід та інших алюмосилікатних матеріалів, спікатися на ґратах агломераційних машин, по-друге, вмістом у ньому залишку палива, достатніх процесу агломерації. При використанні звичайної технології аглопорит одержують у вигляді щебеню з піску. Із зол ТЕС можна отримувати і аглопоритовий гравій, що має високі техніко-економічні показники.

Головна особливість технології аглопоритового гравію в тому, що в результаті агломерації сировини утворюється корж, що не спекся, а обпалені гранули. Сутність технології виробництва аглопоритового гравію полягає в отриманні сирцевих зольних гранул крупністю 10...20 мм, укладання їх на колосники стрічкової агломераційної машини шаром товщиною 200...300 мм і термічної обробки.

Виробництво аглопоритового порівняно із звичайним виробництвом аглопориту характеризується зниженням на 20...30% витрати технологічного палива, нижчим розрідженням повітря у вакуум-камерах та збільшенням питомої продуктивності у 1,5...3 рази. Аглопоритовий гравій має щільну поверхневу оболонку і тому за практично рівної об'ємної маси зі щебенем відрізняється від нього більш високою міцністю та меншим водопоглинанням. Розрахунки, що заміна 1 млн. м³ привізного природного щебеню

аглопортовим гравієм із золи ТЕС лише за рахунок скорочення транспортних витрат при перевезеннях на відстань 500...1000 км дає економії 2 млн. рублів. Застосування аглопориту на основі зол і шлаків ТЕС дозволяє одержувати легкі бетони марок 50...4000 з об'ємною масою від 900 до 1800 кг/м³ при витраті цементу від 200 до 400 кг/м³.

Зольний гравій отримують гранулюванням підготовленої золошлакової суміші або золи-винесення ТЕС з подальшим спіканням і спучуванням в печі, що обертається, при температурі 1150...1250° С. На зольному гравії отримують легкі бетони з такими ж приблизно показниками, як і при використанні аглопоритного гравію. При виробництві зольного гравію ефективні лише злу, що спучують, ТЕС із вмістом паливних залишків не більше 10%.

Глінозольний керамзит – продукт спучування і спікання в печі гранул, що обертається, сформованих з суміші глин і золошлакових відходів ТЕС. Зола може становити від 30 до 80% усієї маси сировини. Введення глинистого компонента покращує формувальні властивості шихти, сприяє вигорянню залишків вугілля в золі, що дозволяє використовувати золи з підвищеним вмістом палива, що не згорів.

Об'ємна маса глинозольного керамзиту становить 400..6000 кг/м³, а міцність при стисканні в сталевому циліндрі 3,4...5 МПа. Головні переваги виробництва глинозольного керамзиту порівняно з аглопоритом та зольним гравієм – можливість використання золи ТЕС з відвалів у вологому стані без використання сушильних та помольних агрегатів та простіший спосіб формування гранул.

2.3 Плавлені та штучні кам'яні матеріали на основі шлаків та зол

До основних напрямів переробки металургійних та паливних шлаків, а також зол поряд з виробництвом в'язучих, заповнювачів та бетонів на їх основі відноситься отримання шлакової вати, литих матеріалів та шлакосіталів, зольної кераміки та силікатної цегли.

Шлакова вата - різновид мінеральної вати, що займає провідне місце серед теплоізоляційних матеріалів, як за обсягом випуску, так і за будівельно-технічними властивостями. У виробництві мінеральної вати доменні шлаки знайшли найбільше застосування. Використання тут шлаку замість природної сировини дає економію до 150 грн. на 1 т. Для отримання мінеральної вати поряд з доменними використовуються також ваграночні, мартенівські шлаки та шлаки кольорової металургії.

Необхідне співвідношення кислотних та основних оксидів у шихті забезпечується застосуванням кислих шлаків. Крім того, кислі шлаки більш стійкі проти розпаду, неприпустимого у мінеральній ваті. Збільшення вмісту кремнезему розширює температурний інтервал в'язкості, тобто. різницю температур, в межах яких можливе волокноутворення. Модуль кислотності шлаків коригується введенням у шихту кислих чи основних добавок.

З розплаву металургійних та паливних шлаків відливають різноманітні вироби: каміння для мощення доріг та підлог промислових будівель, тюрінги, бордюрний камінь, протикорозійні плитки, труби. Виготовлення шлакового лиття розпочалося одночасно із впровадженням у металургію доменного процесу. Литі вироби із шлакового розплаву економічно вигідніші порівняно з кам'яним литтям, наближаючись до нього за механічними властивостями. Об'ємна маса щільних литих виробів із шлаку досягає 3000 кг/м^3 , межа міцності на стиск 500 МПа .

Шлакосітали - різновид склокристалічних матеріалів, одержуваних спрямованою кристалізацією скла. На відміну від інших сіталів

сировинними матеріалами для них є шлаки чорної та кольорової металургії, а також золи спалювання кам'яного вугілля. Шлакосітали розроблені вперше в СРСР. Вони широко застосовуються в будівництві як конструкційні та оздоблювальні матеріали, що мають високу міцність. Виробництво шлакоситалів полягає у варінні шлакового скла, формуванні з них виробів і подальшій їх кристалізації. Шихта для отримання стекол складається з шлаку, піску, лугових та інших добавок. Найефективніше використання вогненно-рідких металургійних шлаків, що економить до 30...40% всього тепла, що витрачається на варіння.

Шлакосітали все ширше застосовуються у будівництві. Плитами листового шлакоситалу облицьовують цоколі та фасади будівель, обробляють внутрішні стіни та перегородки, виконують з них огороження балконів та покрівлі. Шлакостіалл – ефективний матеріал для сходів, підвіконь та інших конструктивних елементів будівель. Висока зносостійкість та хімічна стійкість дозволяють успішно застосовувати Шлакосітали для захисту будівельних конструкцій та апаратури у хімічній, гірничорудній та інших галузях промисловості.

Золошлакові відходи ТЕС можуть служити отощаючими добавками, що містять паливо, у виробництві керамічних виробів на основі глинистих порід, а також основною сировиною для виготовлення зольної кераміки. Найбільш широко застосовують паливні золи та шлаки як добавки при виробництві стінових керамічних виробів. Для виготовлення повнотілої та пустотілої цегли та керамічного каміння в першу чергу рекомендується використовувати легкоплавкі золи з температурою розм'якшення до 1200° С. Золи та шлаки, що містять до 10% палива, застосовують як отощаючі, а 10% і більше – як паливні добавки. В останньому випадку можна суттєво скоротити або виключити введення у шихту технологічного палива.

Розроблено ряд технологічних способів одержання зольної кераміки, де золошлакові відходи ТЕС є вже не додатковим матеріалом, а основним сировинним компонентом. Так, при звичайному обладнанні цегельних

заводів може бути виготовлена зольна цегла з маси, що включає золу, шлак і рідке натрієве скло в кількості 3% за обсягом. Останнє виконує роль пластифікатора, забезпечуючи отримання виробів із мінімальною вологістю, що унеможливорює сушіння сирцю.

Зольну кераміку випускають у вигляді пресованих виробів з маси, що включає 60-80% золи-винесення, 10-20% глини та інші добавки. Вироби надходять на сушіння та випал. Зольна кераміка може бути не тільки стіновим матеріалом, що має стабільну міцність і високу морозостійкість. Вона характеризується високою кислотостійкістю та низькою стертістю, що дозволяє виготовляти з неї тротуарні та дорожні плити та вироби, що володіють високою довговічністю.

У виробництві силікатної цегли зола ТЕС використовується як компонент в'язучого або заповнювача. У першому випадку витрата її сягає 500 кг., у другому – 1,5...3,5 т. на 1 тис. прим. цегли. При введенні вугільної золи витрата вапна знижується на 10-50%, а сланцеві золи з вмістом $\text{CaO}+\text{MgO}$ до 40-50% можуть повністю замінити вапно в силікатній масі. Зола у вапняно-зольному в'язучому є не тільки активною кремнеземистою добавкою, але й сприяє пластифікації суміші та підвищенню в 1,3...1,5 рази міцності сирцю, що особливо важливо для забезпечення нормальної роботи автоматів-укладачів.

Порівняно з доменними поки що значно меншою мірою використовуються сталеплавильні шлаки та шлаки кольорової металургії. Вони є великим резервом отримання будівельного щебеню і можуть бути успішно використані у виробництві мінеральної вати, портландцементу та інших в'язучих матеріалів, бетонів автоклавного твердіння.

Великою кількістю відходів у вигляді різних шлаків характеризується глиноземне виробництво. Незважаючи на відмінності в хімічному складі шлаків, що залишаються після вилуговування Al_2O_3 з природної сировини глинозем, всі вони містять 80-85% гідратованого двокальцієвого силікату. Після зневоднення цей мінерал має здатність твердіти як за нормальної

температури, і у умовах тепловлажностной обробки. Найбільш великотоннажний відхід глиноземного виробництва — нефеліновий (белітовий) шлам — з успіхом використовується для виробництва портландцементу та інших в'язучих, матеріалів автоклавного твердіння та ін. 25-30%, а витрата палива знижується на 20-25%.

Велика кількість відходів у вигляді золи та шлаків, а також їх сумішей утворюється при спалюванні твердих видів палива. Їх вихід становить: у бурому вугіллі - 10 - 15%, кам'яному вугіллі – 5 - 40%, антрациті - 2 - 30%, горючих сланцях – 50 - 80%, паливному торфі - 2 - 30%. У виробництві будівельних матеріалів зазвичай використовуються золи сухого видалення та золошлакова суміш з відвалів. Область застосування золошлакової сировини у виробництві будівельних матеріалів є надзвичайно різноманітною. Найбільш значними напрямками використання паливних зол та шлаків є дорожнє будівництво, виробництво в'язучих, важких та пористих бетонів, легких заповнювачів, стінових матеріалів. У важких бетонах золи використовують, в основному, як активну мінеральну добавку і мікронаповнювач, що дозволяє знизити витрату цементу на 20—30%. У легких бетонах на пористих заповнювачах золи застосовують не тільки як добавки, що знижують витрату цементу, але і як дрібний заповнювач, а шлаки як пористий пісок і щебеню. Золи та шлаки використовуються також для виготовлення штучних пористих наповнювачів легких бетонів. У пористих бетонах зола застосовується як основний компонент або добавка зниження витрат в'язучого.

2.4 Золи та шлаки у дорожньо-будівельних та ізоляційних матеріалах

Великотоннажним споживачем паливних зол і шлаків є дорожнє будівництво, де золи і золошлакові суміші використовують для влаштування підстилаючих і нижніх шарів основ, часткової заміни в'язучих при стабілізації ґрунтів цементом і вапном, як мінеральний порошок в асфальтових бетонах і розчинах, як добавки в бетонних розчинах.

Золи, отримані при спалюванні вугілля та горючих сланців, застосовуються як наповнювачі покрівельних та гідроізоляційних мастик. Золошлакові суміші в дорожньому будівництві застосовують неукріпленими та укріпленими. Неукріплені золошлакові суміші використовують в основному як матеріал для пристрою підстилаючих і нижніх шарів основ доріг обласного та місцевого значення. При вмісті не більше 16% пилоподібної золи їх застосовують для поліпшення ґрунтових покриттів, що піддаються поверхневій обробці бітумною або дьогтовою емульсією. Конструктивні шари доріг можна виконати із золошлакових сумішей із вмістом золи не більше 25...30%. У гравійно-щебеневиx основах як ущільнюючу добавку доцільно застосовувати золошлакову суміш з вмістом пилоподібної золи до 50%.

Також як і природні кам'яні матеріали щодо високої міцності, золошлакові відходи ТЕС служать для виготовлення бітумомінеральних сумішей, які застосовуються для створення конструктивних шарів доріг 3-5 категорій. З паливних шлаків, оброблених бітумом або дьогтем (до 2% по масі), одержують чорний щебінь. Змішуючи підігріту до 170...200° з золу з 0,3...2% розчину бітуму в зеленій олії, отримують гідрофобний порошок з об'ємною масою 450...6000 кг/м³. Гідрофобний порошок одночасно може виконувати функції гідро- та теплоізоляційного матеріалу. Поширене застосування зол як наповнювач мастик.

2.5 Матеріали на основі шламів металургійних виробництв

Для виробництва будівельних матеріалів промислове значення мають нефелінові, бокситові, сульфатні, білі та багатокальцієві шлами. Обсяг лише нефелінових шламів, придатних для використання, становить щорічно понад 7 млн.т.

Основним напрямком застосування шламових відходів металургійної промисловості є виготовлення безклінкерних в'язучих матеріалів на їх основі, отримання портландцементу та змішаних цементів. У промисловості особливо широко використовується нефеліновий (білітовий) шлам, що отримується при вилученні глинозему з нефелінових порід.

Під керівництвом П.І. Баженова розроблена технологія виготовлення нефелінового цементу та матеріалів на його основі. Нефеліновий цемент є продуктом спільного помелу або ретельного перемішування попереднього подрібненого нефелінового шламу (80-85%), вапна або іншого активізатора, наприклад портландцементу (15-20%) і гіпсу (4-7%). Початок схоплювання нефелінового цементу має наступати не раніше як за 45 хв., кінець – пізніше як за 6ч. після його замішування, Його марки 100, 150, 200 і 250.

Нефеліновий цемент є ефективним для розчинів кладок і штукатурних, а також для бетонів нормального і особливо автоклавного твердіння. По пластичності та часу схоплювання розчини на нефеліновому цементі близькі до вапняно-гіпсових розчинів. У бетонах нормального твердіння нефеліновий цемент забезпечує отримання марок 100...200, автоклавних – марок 300...500 при витраті 250...300 кг/м³. Особливостями бетонів на нефеліновому цементі є низька екзотерія, що важливо враховувати під час будівництва масивних гідротехнічних споруд, високе зчеплення зі сталевією арматурою після автоклавної обробки, підвищена стійкість у мінералізованих водах.

Близьким за складом до нефелінового цементу є в'язучі на основі бокситового, сульфатного та інших шламів металургійних виробництв. Якщо

значна частина цих мінералів гідратована, для прояву в'язучих властивостей шламів необхідна їх сушіння в інтервалі 300 ... 700 ° С. Для активізації цих в'язучих доцільно введення добавок вапна та гіпсу.

Шламові в'язучі належать до категорії місцевих матеріалів. Найбільш раціонально застосовувати їх виготовлення виробів автоклавного твердіння. Однак вони можуть застосовуватися і в будівельних розчинах, при оздоблювальних роботах, виготовленні матеріалів з органічними заповнювачами, наприклад фіброліту. Хімічний склад ряду металургійних шламів дозволяє застосовувати їх як основний сировинний компонент портландцементного клінкеру, а також активної добавки у виробництві портландцементу та змішаних цементів.

2.6 Застосування горілих порід, відходів вуглезбагачення, видобутку та збагачення руд

Основна маса горілих порід є продуктом випалу порожніх порід, супутніх родовищ кам'яного вугілля. Різновидами горілих порід є глієжі - гілінсті і глинисто-піщані породи, обпалені в надрах землі при підземних пожежах у вугільних пластах, і відвальні, перегорівши шахтні породи.

Можливості застосування горілих порід та відходів вуглезбагачення у виробництві будівельних матеріалів дуже різноманітні. Горілі породи, як і інші обпалені глинисті матеріали, володіють активністю по відношенню до вапна і використовуються в ролі гідралічних добавок у в'язучих вапняно-пуццоланового типу, портландцементі, пуццолановому портландцементі та автоклавних матеріалах. та полімерних композиціях. Звичайно, обпалювані в надрах землі або в териконах вугільних шахт горілі породи - аргіліти, алевроліти та пісковики - мають керамічну природу і можуть застосовуватися

у виробництві жаростійких бетонів і пористих заповнювачів. Деякі горілі породи є легкими нерудними матеріалами,

Відходи вуглезабагачення – цінний вид мінералогічної сировини, що переважно використовується у виробництві стінових керамічних матеріалів та пористих заповнювачів. За хімічним складом відходи вуглезабагачення близькі до традиційної глинистої сировини. У ролі шкідливої домішки в них виступає сірка, що міститься в сульфатних та сульфідних сполуках. Теплотворна здатність їх коливається у межах – від 3360 до 12600 кДж/кг і більше.

У виробництві стінових керамічних виробів відходи вуглезабагачення застосовують як добавку, що містить паливо. До введення в керамічну шихту шматкові відходи подрібнюють. Попереднє дроблення не потрібно для шламу розміром частинок менше 1мм. Шлам попередньо підсушується до вологості 5-6%. Добавка відходів при отриманні цегли пластичним способом має становити 10...30%. Введення оптимальної кількості палива містить добавки в результаті більш рівномірного випалу значно покращує показники міцності виробів (до 30...40%), економить паливо (до 30%), виключає необхідність введення в шихту кам'яного вугілля, підвищує продуктивність печей.

Можливе застосування шламу вуглезабагачення порівняно високої теплотворної здатності (18900...21000кДж/кг) як технологічне паливо. Він не вимагає додаткового дроблення, добре розподіляється по садку при засипанні через паливні отвори, що сприяє рівномірному випалюванню виробів, а головне набагато дешевше за вугілля.

З деяких різновидів відходів збагачення кам'яного вугілля можна виробляти як аглопорит, а й керамзит. Цінним джерелом нерудних матеріалів є породи гірничодобувних галузей промисловості, що попутно видобуваються. Основним напрямом утилізації цієї групи відходів є виробництво насамперед заповнювачів бетонів та розчинів, дорожньо-будівельних матеріалів, бутового каменю.

3 ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ ВІДХОДІВ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ І ПЕРЕРОБКИ ДЕРЕВИНИ

3.1 Застосування шлаків електротермічного виробництва фосфору

Важливим джерелом будівельної сировини є сільськогосподарські відходи рослинного походження. Щорічний вихід, наприклад, відходів стебел бавовнику становить близько 5 млн. т. на рік, а лляного багаття понад 1 млн. т.

Відходи деревини утворюються на всіх стадіях її заготівлі та переробки. До них відносяться гілки, суки, вершини, відкомплівки, козирки, тирса, пні, коріння, кора і хмиз, що в сумі становлять близько 21% всієї маси деревини. При переробці деревини на пиломатеріали вихід продукції досягає 65%, решта утворює відходи у вигляді обаполу (14%), тирси (12%), зрізок та дрібниці (9%). При виготовленні з пиломатеріалів будівельних деталей, меблів та інших виробів виникають відходи у вигляді стружки, тирси та окремих шматків деревини – зрізок, що становлять до 40% маси перероблених пиломатеріалів.

Найбільше значення для виробництва будівельних матеріалів та виробів мають тирса, стружка та кускові відходи. Останні використовують як безпосередньо виготовлення клеєних будівельних виробів, і переробки на технологічну тріску, та був стружку, дробленку, волокнисту масу. Розроблено технологію отримання будівельних матеріалів з кори та одубини – відходу виробництва дубильних екстрактів.

Фосфорні шлаки це побічний продукт виробництва фосфору термічним способом електропечах. При температурі 1300 ... 1500 ° С фосфат кальцію взаємодіє з вуглецем коксу і кремнеземом, у результаті утворюється фосфор і шлаковий розплав. Шлак зливається з печей у вогненно-рідкому стані та

гранулюється мокрим способом. На 1 т. фосфору припадає 10...12т шлаку. На великих хімічних підприємствах одержують до двох млн. т. шлаку на рік. Хімічний склад фосфорних шлаків близький до складу доменних.

З фосфорно-шлакових розплавів можна отримувати шлакову пемзу, вату та литі вироби. Шлакову пемзу одержують за звичайною технологією без зміни складу фосфорних шлаків. Вона має об'ємну насипну масу 600...800 кг/м³ та склоподібну дрібнопористу структуру. Фосфорно-шлакова вата характеризується довгими тонкими волокнами та об'ємною масою 80...200 кг/м³. Фосфорно-шлакові розплави можуть переробляється в литий щебінь за траншейною технологією, що застосовується на металургійних підприємствах.[11]

3.2 Матеріали на основі гіпсовмісних та залізистих відходів

Потреба промисловості будівельних матеріалів у гіпсовому камені нині перевищує 40 млн.т. У той же час потреба в гіпсовій сировині може бути в основному задоволена за рахунок відходів гіпсовмісних хімічної, харчової, лісохімічної промисловості. У 1980 р. нашій країні вихід відходів і побічних продуктів, містять сульфати кальцію, досяг приблизно 20 млн. т на рік, зокрема фосфогіпсу – 15,6 млн. т.

Фосфогіпс -відхід сірчаноокислотної обробки апатитів або фосфоритів у фосфорну кислоту або концентровані фосфорні добрива. Він містить 92...95% двоводного гіпсу з механічною домішкою 1...1,5% п'ятиокису фосфору та деякої кількості інших домішок. Фосфогіпс має вигляд шламу вологістю 20-30% з високим вмістом розчинних домішок. Тверда фаза тонкодисперсна шламу і більш ніж на 50% складається з частинок розміром менше 10мкм. Вартість транспортування та зберігання фосфогіпсу у відвалах

становить до 30% загальної вартості споруд та експлуатації основного виробництва.

При виробництві фосфорної кислоти способом екстракції за напівгідратною схемою відходом є фосфонапівгідрат сульфату кальцію, що містить 92...95% - основного компонента міцного гіпсу. Однак наявність на поверхні кристалів напівгідрату пасивуючих плівок помітно стримує прояв в'язучих властивостей цього продукту без спеціальної його технологічної обробки.

При звичайній технології гіпсові в'язучі на основі фосфогіпсу низькоякісні, що пояснюється високою водопотребою фосфогіпсу, обумовленої великою пористістю напівгідрату внаслідок великих кристалів у вихідній сировині. Якщо водопотреба звичайного будівельного гіпсу 50-70%, то для отримання тесту нормальної густоти з фосфогіпсового в'язучого без додаткової обробки потрібно води 120-130%. Негативно впливають на будівельні властивості фосфогіпсу і домішки, що містяться в ньому. Цей вплив дещо знижується при домолі фосфогіпсу та формування виробів методом віброукладання. В цьому випадку якість фосфогіпсового в'язучого підвищується, хоча і залишається нижчою, ніж будівельного гіпсу з природної сировини.

Науково-дослідний інститут на основі фосфогіпсу отримано композиційне в'язуче підвищеної водостійкості, що містить 70-90% α -напівгідрату, 5-20% портландцементу і 3-10% пуцоланових добавок. При питомій поверхні 3000...4500 см²/г водопотреба в'язучого становить 35...45%, схоплювання починається через 20...30 хв, закінчується через 30...60 хв., межа міцності на стиск дорівнює 30...35 МПа, коефіцієнт розм'якшення 0,6...0,7. водостійке в'язуче отримують при гідротермальній обробці в автоклаві суміші фосфогіпсу, портландцементу та добавок, що містять активний кремнезем.

У цементній промисловості фосфогіпс застосовують як мінералізатор при випалюванні клінкеру і замість природного гіпсу як добавку для

регулювання схоплювання цементу. Добавка 3...4% у шлам дозволяє збільшити коефіцієнт насичення клінкеру з 0.89...0,9 до 0,94...0,96 без зниження продуктивності печей, підвищити стійкість футерування в зоні спікання внаслідок рівномірного утворення стійкої обмазки і отримати клінкер, що легко розмелюється. Встановлено придатність фосфогіпсу для заміни гіпсу за молоти цементного клінкеру.[11]

Широке застосування фосфогіпсу як добавки у виробництві цементу можливе лише при його підсушуванні та гранулюванні. Вологість гранульованого фосфогіпсу має перевищувати 10...12%. Сутність основної схеми гранулювання фосфогіпсу полягає в зневодненні частини вихідного фосфогіпсового шламу при температурі 220...250° до стану розчинного ангідриду з наступним змішуванням його з рештою фосфогіпсу. При змішуванні фосфоангідриду з фосфогіпсом у барабані, що обертається, зневоднений продукт гідратується за рахунок вільної вологи вихідного матеріалу, і в результаті утворюються тверді гранули двоводного фосфогіпсу. Можливий і інший метод гранулювання фосфогіпсу - з додатком, що зміцнює піритних недогарків.

Окрім виробництва в'язучих та виробів на їх основі відомі й інші шляхи утилізації гіпсовмісних відходів. Досліди показали, що добавка до 5% фосфогіпсу в шихту під час виробництва цегли інтенсифікує процес сушіння та сприяє підвищенню якості виробів. Пояснюється це покращенням кераміко-технологічних властивостей глиняної сировини за рахунок присутності основного компонента фосфогіпсу – сульфату двоводного кальцію.

З залізистих відходів найбільш широко застосовуються піритні недогарки. Зокрема у виробництві портландцементного клінкеру їх використовують як коригуючу добавку. Однак недогарки, що витрачаються в цементній промисловості, становлять лише невелику частину їхнього загального виходу на підприємствах з виробництва сірчаної кислоти, що споживають як основну вихідну сировину сірчаний колчедан.

Розроблено технологію виготовлення високозалізистих цементів. Вихідними компонентами для отримання таких цементів є крейда (60%) і піритні недогарки (40%). Сировинну суміш обпалюють при температурі 1220...1250° С. Високошкіряні цементы характеризуються нормальними термінами схоплювання при введенні в сировинну суміш до 3% гіпсу. Міцність їх на стиск в умовах водного та повітряно-вологого твердіння протягом 28 діб. відповідає маркам 150 та 200, а при пропарюванні в автоклавній обробці збільшується у 2 ...2,5 рази. Високозалізисті цементы є безусадковими.

Піритні недогарки у виробництві штучних заповнювачів бетонів можуть бути як добавкою, так і основною сировиною. Добавку піритних недогарків у кількості 2...4% загальної маси вводять збільшення газотворної здатності глини при отриманні керамзиту. Цьому сприяє розпад у недогарках при 700...800° з залишків піриту з утворенням сірчистого газу та відновленням оксидів заліза під впливом органічних домішок, присутніх у глинистій сировині, із виділенням газів. Залізисті сполуки, особливо у закисній формі, діють як плавні, викликаючи розрідження розплаву та зменшення температурного інтервалу зміни його в'язкості.

Залізовмісні добавки застосовують у виробництві стінових керамічних матеріалів для зниження температури випалу, підвищення якості та покращення колірних характеристик. Позитивні результати дає попереднє прожарювання недогарків для розкладання домішок сульфідів та сульфатів, що утворюють при випалюванні газоподібні продукти, присутність яких знижує механічну міцність виробів. Ефективним є введення в шихту 5...10% недогарків, особливо в сировину з низькою кількістю плавнів і недостатньою спекаемостью.

У виробництві фасадних плиток напівсухим і шлінкерним способами прожарені недогарки можуть додаватися в шихти в кількості від 5 до 50% по масі. Використання недогарків дозволяє виготовляти кольорові керамічні фасадні плитки без додаткового введення в глину шамоту. При цьому

температура випалу плиток з тугоплавких і вогнетривких глин знижується на 50...100°.

3.3 Матеріали з відходів лісохімії та переробки деревини

Для виробництва будівельних матеріалів найбільш цінною сировиною з відходів хімічної промисловості є шлаки електротермічного виробництва фосфору, гіпсовмісні та вапняні відходи.

До відходів зимико-технологічних виробництв можна віднести зношену гуму та вторинне полімерну сировину, а також ряд побічних продуктів підприємств будівельних матеріалів: цементний пил, опади у водоочисних апаратах азбестоцементних підприємств, бій скла та кераміки. Відходи становлять до 50% всієї маси деревини, що переробляється, більша частина з них в даний час спалюється або вивозиться у відвал.

Підприємства будівельних матеріалів, розташовані поблизу гідролізних заводів, можуть успішно утилізувати лігнін – один із найбільш ємних відходів лісохімії. Досвід роботи ряду цегельних заводів дозволяє вважати лігнін ефективною добавкою, що вигорає. Він добре поєднується з іншими компонентами шихти, не погіршує її формувальних властивостей і не ускладнює різання бруса. Найбільший ефект його застосування має місце за порівняно невеликої кар'єрної вологості глини. Запресований сирець лігнін при сушінні не горить. Горюча частина лігніну повністю випаровується при температурі 350 ... 400 ° С, зольність його становить 4 ... 7%. Для забезпечення кондиційної механічної міцності звичайної глиняної цегли лігнін слід вводити у формувальну шихту в кількості до 20...25% її обсягу.

У виробництві цементу лігнін можна використовувати як пластифікатор сировинного шламу та інтенсифікатор подрібнення сировинної суміші та цементу. Дозування лігніну у разі становить 0,2...0,3%.

Дія гідролізного лігніну, що розріджується, пояснюється присутністю в ньому речовин фенольного характеру, що добре знижують в'язкість вапняково-глинистих суспензій. Дія лігніну при помелі полягає головним чином у зменшенні злипання дрібних фракцій матеріалу та їх налипанні на тіл, що мелють.

Деревні відходи без попередньої переробки (тирса, стружка) або після подрібнення (тріска, дроблянка, деревна вовна) можуть служити заповнювачами в будівельних матеріалах на основі мінеральних та органічних в'язучих, ці матеріали характеризуються невисокою об'ємною масою та теплопровідністю, а також гарною оброблюваністю. Просоченням деревних заповнювачів мінералізаторами і наступним змішуванням з мінеральними в'язучими забезпечується біостійкість і важкозгорання матеріалів на їх основі. Загальні недоліки матеріалів на деревних заповнювачах – високе водопоглинання та порівняно низька водостійкість. За призначенням ці матеріали діляться на теплоізоляційні та конструктивно-теплоізоляційні.

Головними представниками групи матеріалів на деревних заповнювачах та мінеральних в'язучих є арболіт, фіброліт та опілкобетони.

Арболіт -легкий бетон на заповнювачах рослинного походження, попередньо оброблених розчином мінералізатора. Він застосовується у промисловому, цивільному та сільськогосподарському будівництві у вигляді панелей та блоків для зведення стін та перегородок, плит перекриттів та покриттів будівель, теплоізоляційних та звукоізоляційних плит. Вартість будівель з арболіту на 20...30% нижча ніж з цегли. Арболітові конструкції можуть експлуатуватись при відносній вологості повітря приміщень не більше 75%. При великій вологості потрібен пристрій пароізоляційного шару.

Фіброліт на відміну від арболіту як заповнювач і одночасно армуючого компонента включає деревну шерсть - стружку довжиною від 200 до 500 мм, шириною 4 ... 7 мм. та товщиною 0,25...0,5 мм. Деревну вовну отримують з

неділової деревини хвойних, рідше листяних порід. Фіброліт відрізняється високою звукопоглинальністю, легкою оброблюваністю, цвяхом, гарним зчепленням зі штукатурним шаром та бетоном. Технологія виробництва фіброліту включає приготування деревини, обробки її мінералізатором, змішуванням з цементом, пресування плит та їх термічну обробку.

Опилкобетони –це матеріал на основі мінеральних в'язучих і тирси. До них відносяться ксилоліт, ксилобетон та деякі інші матеріали, близькі до них за складом та технологією.

Ксилоліт називається штучний будівельний матеріал, отриманий в результаті твердіння суміші магнезійного в'язучого і тирси, затвореної розчином хлориду або сульфату магнію. В основному ксилоліт застосовується для влаштування монолітних або збірних покриттів підлоги. Переваги ксилолітової підлоги – відносно невеликий коефіцієнт теплозасвоєння, гігієнічність, достатня твердість, низька стирання, можливість різноманітного кольорового забарвлення.

Ксилобетони різновид легкого бетону, заповнювачем якого є тирса, а в'язким – цемент або вапно і гіпс, ксилобетон при об'ємній масі 300...700 кг/м³ та міцності на стиску 0,4...3 МПа застосовують як теплоізоляційний, а при об'ємній масі 700...1200 кг /м³ та міцності на стиск до 10 МПа – як конструктивно-теплоізоляційний матеріал.

Клеєна деревина відноситься до найбільш ефективних будівельних матеріалів. Вона може бути шаруватою або отриманою зі шпону (фанера, дерево-шаруваті пластики); масивної із кускових відходів лісопилення та деревообробки (панелі, шити, бруси, дошки) та комбінованої (столярні плити). Переваги клеєної деревини – низька об'ємна маса, водостійкість, можливість одержання з маломірного матеріалу виробів складної форми, великих конструктивних елементів. У клеєних конструкціях послаблюється вплив анізотропності деревини та її пороків, вони характеризуються підвищеною глиностійкістю і низькою займистістю, не схильні до усихання і короблення. Клеєні дерев'яні конструкції за термінами та трудовитратами

при зведенні будівель, стійкості при зведенні агресивного повітряного середовища часто успішно конкурують із сталевими та залізобетонними конструкціями.

Дерево-стружкові плити це матеріал, отриманий гарячим пресуванням подрібненої деревини, змішаної із сполучними речовинами – синтетичними полімерами. Перевагами цього матеріалу є однорідність фізико-механічних властивостей у різних напрямках, порівняно невеликі лінійні зміни при змінній вологості, можливість високої механізації та автоматизації виробництва.

Будівельні матеріали на основі деяких відходів деревини можуть виготовлятися без застосування спеціальних в'язучих. Частинки деревини в таких матеріалах зв'язуються в результаті зближення та переплетення волокон, їх когезійної здатності та фізико-хімічних зв'язків, що виникають у процесі обробки прес-маси при високих тисках та температурі.

Без застосування спеціальних сполучних одержують деревноволокнисті плити.

Деревно-волокнисті плити матеріал, що формується з волокнистої маси з подальшою тепловою обробкою. Приблизно 90% всіх деревноволокнистих плит виготовляють з деревини. Вихідною сировиною служать неділова деревина та відходи лісопильного та деревообробного виробництв. Плити можна отримувати з волокон луб'яних рослин і з іншої волокнистої сировини, що має достатню міцність і гнучкість.

У групу деревних пластиків входять: Деревно-шарові пластики - матеріал з листів шпону, просочених синтетичним полімером резольного типу і склеєних в результаті термічної обробки тиском, лігновуглеводні і п'єзотермопластики, що виробляються з деревної тирси безтемпературних обробок. Технологія лігновуглеводних пластиків складається з підготовки, сушіння та дозування деревних частинок, формування килима, холодного його підпресування, гарячого пресування та охолодження без зняття тиску.

Область застосування лігнуглеводних пластиків така сама, як деревно-волокнистих і деревно-стружкових плит.

П'езотермопластика можуть виготовляються з тирси двома способами – без попередньої обробки та з гідротермальною обробкою вихідної сировини. За другим способом кондиційна тирса обробляються в автоклавах пором при температурі 170 ... 180 ° С і тиску 0,8 ... 1 МПа протягом 2 ч. Гідролізована прес-маса частково висушується і при певній вологості послідовно піддається холодному і гарячому пресування.

З п'езотермопластиків випускають плитки для підлоги завтовшки 12мм. Вихідною сировиною може бути тирса або подрібнена деревина хвойних і листяних порід, ляна або конопляна багаття, очерет, гідролізний лігнін, одубіна.

3.4 Утилізація власних відходів у виробництві будівельних матеріалів

Досвід підприємств Кримської автономної республіки, які розробляють вапняк-черепашник для одержання стінового штучного каменю, показує ефективність виготовлення з відходів каменепилування черепашково-бетонних блоків. Блоки формуються у горизонтальних металевих формах з відкидними бортами. Дно форми покривається розчином з черепашника завтовшки 12..15 мм для створення внутрішнього фактурного шару. Форма заповнюється крупнопористим або дрібнозернистим бетоном з черепашника. Фактура зовнішньої поверхні блоків може створюватись спеціальним розчином. Черепашково-бетонні блоки застосовують для кладки фундаментів та стін при будівництві виробничих та житлових будівель.

У виробництві цементу в результаті переробки тонкодисперсних мінеральних матеріалів утворюється значна кількість пилу, Загальна

кількість пилу, що вловлюється, на цементних заводах може становити до 30% всього обсягу продукції, що випускається. До 80% усієї кількості пилу викидається з газами клінкорообпалювальних печей. Пил, що виноситься з печей, є полідисперсним порошком, що містить при мокрому способі виробництва 40-70, а при сухому - до 80% фракцій розміром менше 20мкм. Мінералогічними дослідженнями встановлено, що у складі пилу міститься до 20% клінкерних мінералів, 2...14% вільного окису кальцію та від 1 до 8% лугів. Основна маса пилу складається з суміші обпаленої глини і вапняку, що не розклався. Склад пилу суттєво залежить від типу печей, виду та властивостей застосовуваної сировини, способу уловлювання.

Основним напрямом утилізації пилу на цементних заводах є використання його у процесі виробництва цементу. Пил з пилоосаджувальних камер повертається в піч, що обертається разом зі шламом. Основна кількість вільного окису кальцію, лугів і сірчаного ангідриду. Додаток 5...15% такого пилу до сировинного шламу викликає його коагуляцію та зменшення плинності. При підвищеному вмісті в пилу лужних оксидів також знижується якість клінкеру.

Азбестоцементні відходи містять велику кількість гідратованих цементних мінералів та азбесту. При випаленні в результаті зневоднення гідратних складових цементу і азбесту вони набувають в'язучих властивостей. Оптимальна температура випалу знаходиться в інтервалі 600 ... 700 ° С. У цьому температурному діапазоні завершується дегідратація гідросилікатів, розкладається азбест і утворюється ряд мінералів, здатних до гідралічного твердіння. В'язучі з вираженою активністю можна отримати змішуванням термічно оброблених азбестоцементних відходів з металургійним шлаком та гіпсом. З азбестоцементних відходів виготовляють облицювальні плитки та плитки для підлоги.

Ефективним видом в'язучого в композиціях з азбестоцементних відходів є рідке скло. Облицювальні плити із суміші висушених і подрібнених на порошок азбестоцементних відходів і розчину рідкого скла

щільністю 1,1...1,15 кг/см³ отримують при питомому тиску пресування 40...50 МПа. У сухому стані ці плити мають об'ємну масу 1380...1410 кг/м³, межа міцності на вигин 6,5...7 МПа, на стиск 12...16 МПа.

З азбестоцементних відходів можна виготовляти теплоізоляційні матеріали. Вироби у вигляді плит, сегментів і шкаралуп отримують з обпалених та подрібнених відходів з добавкою вапна, піску та газоутворювачів. Газобетон на основі в'язучих з азбестоцементних відходів мають міцність на стиск 1,9...2,4 МПа та об'ємну масу 370...420 кг/м³. Відходи азбестоцементної промисловості можуть бути наповнювачами теплих штукатурок, асфальтових мастик і асфальтових бетонів, а також заповнювачами бетонів з високою ударною в'язкістю.

Скляні відходи утворюються як при виробництві скла, так і при використанні скловиробів на будівельних об'єктах та в побуті. Повернення склобою в основний технологічний процес виробництва скла є основним напрямом його утилізації.

З порошку скляного бою з газоутворювачами спіканням при 800...900° отримують один із найефективніших теплоізоляційних матеріалів – піноскло. Плити та блоки з піноскла мають об'ємну масу 100...300 кг/м³, теплопровідність 0,09...0,1 Вт та межу міцності на стиск 0,5...3 МПа.

У суміші з пластичними глинами скляний бій може бути основним компонентом керамічних мас. Вироби з таких мас виготовляють за напівсухою технологією, їх відрізняє висока механічна міцність. Введення скляного бою в керамічну масу знижує температуру випалу та підвищує продуктивність печей. Випускають склокерамічні плитки із шихти, що включає від 10 до 70% бою скла, подрібненого в кульовому млині. Масу звожують до 5-7%. Плитки пресують, сушать і обпалюють при 750 ... 1000 С. Водопоглинання плиток - не більше 6%. морозостійкість понад 50 циклів.

Біте скло також застосовують як декоративний матеріал у кольорових штукатурках, мелені скляні відходи можна використовувати як присипку

масляною фарбою, абразив – для виготовлення наждакового паперу і як компонент глазури.

У керамічному виробництві відходи виникають різних стадіях технологічного процесу, Сушильний шлюб після необхідного подрібнення служить добавкою зниження вологості вихідної шихти. Бій глиняної цегли використовується після дроблення як щебінь у загальнобудівельних роботах та при виготовленні бетону. Цегляний щебінь має об'ємну насипну масу 800...900 кг/м³, у ньому можна одержувати бетони з об'ємною масою 1800...2000 кг/м³, тобто. на 20% легше, ніж звичайних важких заповнювачах. Застосування цегляного щебеню ефективно для виготовлення пористих бетонних блоків з об'ємною масою до 1400 кг/м³. Кількість цегляного бою різко скоротилася завдяки контейнеризації та комплексній механізації робіт із завантаження та розвантаження цегли.

3.5 Вторинне використання цементного та асфальтового бетонів

Заповнювачі із подрібненого бетону. В результаті розбирання будівель та споруд, а також накопичення некондиційної продукції на підприємствах збірного залізобетону утворюються значні кількості так званого бетонного брухту. Переробка бетонного брухту спрямовано нині переважно отримання вторинних заповнювачів і вивільнення арматурної сталі.

Широкого поширення набула технологія, коли обладнання для отримання заповнювача з бетонного брухту встановлюють на місці демонтажних робіт, а отриманий заповнювач використовується в основному для влаштування щебеневої підготовки дорожніх одягів та основ. Ефективною є технологія, що передбачає отримання фракціонованого щебеню (7.3) та використання його при заводському виробництві бетону та залізобетонних конструкцій.[22]

Руйнування конструкцій при утилізації бетонного брухту може здійснюватися ударними методами, розколюванням, різким, дробленням. Зі засобів руйнування ударними методами застосовують гідравлічні та пневматичні молоти, розколюванням - гідроклиня; різкою - алмазні круги, обладнання для плазмового різання та ін; дробленням - бетоноломи з прямими або вигнутими зубами, що переміщуються, підвішуються на екскаваторі замість ковша. При руйнуванні великогабаритних конструкцій може бути використана енергія вибуху та розширення. Застосування реактивів, що розширюються, дозволяє зменшити шум, вібрації і викид будівельного сміття при руйнуванні конструкцій. Ряд реактивів, що розширюються, розроблений на основі вапна.

Розроблено низку установок первинного дроблення некондиційного бетону та залізобетону із застосуванням дробильно-сортувального обладнання, що використовується при переробці битого каменю з кар'єрів. Коефіцієнт корисної дії таких установок нижчий, ніж камнедробильний. Для руйнування залізобетонних конструкцій довжиною до 12 м застосовують гідравлічні преси, що розвивають тиск до 2 МПа.

Арматура із бетону витягується за допомогою магнітних сепараторів. Після вилучення арматури бетонний брухт надходить на щекову дробарку для отримання вторинного щебеню.

Встановлено, що застосування великих заповнювачів із подрібненого бетону класів В20—В40 дозволяє отримувати бетон тієї ж чи незначно (на 5—10%) нижче за міцність бетону на природних заповнювачах.

Із зменшенням крупності вторинного заповнювача (до 3-10 мм) за інших рівних умов міцність суттєво знижується. Найбільше зниження міцності характерне для бетону на вторинному вапняковому заповнювачі (близько 20%) і приблизно вдвічі менше – на гранітному.

При заміні дрібного природного заповнювача (з кварцового піску середньої крупності) заповнювачем із подрібненого бетону (фракції менше 3 мм) при В/Ц-0,65 міцність знижується в середньому на 20% для бетону на

вторинному гранітному та на 25% для бетону на вторинному вапняковому заповнювачах. При цьому істотно погіршується зручність бетонних сумішей.

Використання вторинних наповнювачів збільшує деформативність бетону; вона тим більше, чим менше крупність заповнювача і міцність бетону, що піддається дробленню. Модуль пружності бетону на вторинних наповнювачах знижується на 7—18% порівняно з бетоном на природних наповнювачах. Погіршення властивостей міцності бетонів на заповнювачах з подрібненого бетону і зростання їх деформативності під навантаженням можуть бути компенсовані введенням в суміш добавок суперпластифікаторів.

Позитивний ефект досягається при використанні великого заповнювача із подрібненого бетону у поєднанні з природним кварцовим піском.

Застосування великого наповнювача з подрібненого бетону не зменшує, а в деяких випадках збільшує морозостійкість. Це зумовлено високою міцністю зчеплення зерен цього заповнювача та цементного каменю. Застосування дрібного заповнювача з подрібненого бетону призводить до зниження морозостійкості через його високе водопоглинання та, як наслідок, підвищену капілярну пористість бетону.

Підвищення якості заповнювачів із подрібненого бетону досягається їхньою активацією. Ефект активації заповнювачів полягає у руйнуванні слабких зерен щебеню або видаленні залишків цементного каменю, утворенні свіжих відколів, що призводить до підвищення технічних характеристик бетонів за рахунок покращення якості контактної зони.

З методів активації можна відзначити механічні, хімічні та ін. При механічних методах активації подрібненого бетону передбачається самоподрібнення при перемішуванні щебеню в установках змішувачів або їх обробка в кульових млинах з металевими кулями.

Хороші результати досягнуті у разі помелу подрібненого бетону зі сталевими кулями після попереднього випалу низькотемпературного. В даному випадку був отриманий щебінь, практично вільний від розчинного

компонента, а його властивості - подрібнення, водопоглинання та насипна щільність близькі до аналогічних показників вихідного щебеню.

У країні запроваджено кілька комплексів із утилізації залізобетонних відходів. Однак існуюча система переробки відходів далека від досконалості, наявні установки за своєю продуктивністю та складом технологічного обладнання не в змозі забезпечити переробку всіх будівельних відходів, що утворюються у місті.

Одним з найпоширеніших видів будівельних відходів є асфальтобетон, що містить бітум та кам'яні матеріали. Цей матеріал утворюється при розбиранні асфальтобетонних покриттів при реконструкції та ремонтних роботах на дорогах. Вторинне використання відходів асфальтобетону дозволяє запобігати їх похованню на полігонах та скорочувати використання первинних природних ресурсів.

Реконструкція автомобільних доріг, будівництво в містах магістральних доріг призводить до збільшення рік у рік кількості старого асфальтобетону, який може бути регенерований та використаний повторно. Повторне використання старого асфальтобетону дозволяє суттєво скоротити витрати нафтового бітуму під час проведення ремонтно-відновлювальних робіт.

Руйнування асфальтобетонних покриттів викликається впливом погодно-кліматичних умов і механічних перевантажень від автотранспортних засобів, що рухаються. При цьому бітум старіє — стає жорсткішим, підвищується температура розм'якшення і крихкості, збільшується в'язкість, зменшується розтяжність, наростає вміст асфальтенів.

Мінеральні частинки в асфальтобетоні внаслідок механічних впливів зазнають дезінтеграції, змінюється гранулометричний склад.

Для розрахунку складу асфальтобетону, одержуваного зі старого матеріалу з додаванням нового бітуму і мінеральних складових, необхідно визначити гранулометричний склад і щільність мінерального кістяка старого асфальтобетону після екстрагування з нього бітуму, в'язкість або

температуру розм'якшення і глибину проникнення виділеного бітуму та його кількісне. Потім розраховують необхідну кількість мінеральних складових, що знову додаються, і бітуму. Регенерація на асфальтобетонному заводі дає економію коштів та матеріалів на 15—20%, регенерація на місці — приблизно 30% (проти укладання нового шару товщиною 4 см), холодна регенерація — 30—40%.

Для відновлення властивостей бітуму необхідна його пластифікація шляхом додавання менш в'язкого бітуму, гудрону або високо ароматизованих важких нафтових фракцій (наприклад, селективних екстрактів очищення масел). Кількість пластифікуючих добавок у старий бітум становить 8—12% від маси бітуму, що міститься в старому асфальтобетоні.

У зв'язку із зміною гранулометричного складу старого асфальтобетону при його регенерації вводять свіжі кам'яні матеріали у кількості 10-20% за масою.

На основі накопиченого досвіду в практику використання старих асфальтобетонних матеріалів увійшли в основному два способи:

- 1) попереднє нагрівання шарів асфальтобетонних покриттів, що відслужили термін, їх розпушення на глибину 4-5 см, додавання нових кам'яних матеріалів і бітуму (або готової суміші), розрівнювання та ущільнення. Усі операції проводять на ділянці автомобільної дороги, що ремонтується. Бітум може бути введений у вигляді емульсії. Можна додавати гудрон або важкий екстракт селективної очистки масел для пластифікації старого бітуму з покриття;

- 2) зняття старого асфальтобетону, його транспортування до сумішотельної установки, дроблення до розмірів не більше 50 мм, завантаження в змішувач примусової дії з одночасним додаванням нових кам'яних матеріалів та в'язучого, доставка отриманої асфальтобетонної суміші до місця відновлювальних робіт, її укладання та ущільнення. Суміш може містити до 80% старого асфальтобетону.

Альтернативу звичним методам зняття шляхового полотна складають сучасні дорожні фрезерні установки, які оснащені обертовими фрезерними барабанами для зрізання старого асфальтобетону на необхідну глибину (рис. 2.3). Ширина прорізуваної смуги при вилученні покриття залежить від ширини фрезерного барабану і знаходиться в діапазоні 350–2200 мм. Стальні кінцівки барабанів зрізують необхідний шар асфальтобетонного покриття і прорізають на залишках основи асфальтобетонного покриття неглибокі борозни для поліпшення зчеплення матеріалу, що залишився не зрізаним, з новим укладеним шаром асфальтобетону.

Для фрезерування асфальтобетонного покриття застосовуються два типи технологічних процесів:

- гаряче фрезерування (процес зняття попередньо нагрітого дорожнього покриття);
- холодне фрезерування (процес зняття дорожнього покриття без попереднього нагрівання);

Останнім часом широкого поширення набула холодна переробка асфальтобетонного покриття. На відміну від гарячої переробки, куски асфальтобетонного покриття змішуються з емульсійними добавками, після чого асфальтна маса стає придатною для укладання дорожнього покриття.

ВИСНОВКИ

1) У процесі діяльності людини накопичується багато відходів та вторинних матеріалів які досі не утилізуються або не використовуються з максимальною ефективністю. Побудована велика та складна система промислової діяльності, яка забезпечує потреби людини, проте не реалізована система переробки відходів. В роботі представлена класифікація відходів за різними критеріями, їх типи і шляхи утворення. Докладно описаний склад відходів різних галузей промисловості та вторинної сировини та проаналізовані ризики їх неправильної утилізації. Також наведені приклади, як відходи та вторинну сировину використовують в Україні та світі.

2) В роботі проаналізовано та обґрунтовано застосування відходів різних галузей промисловості, наведені корисні якості таких матеріалів. Описані технології переробки промислових відходів. Наведені приклади використання вторинної сировини та промислових відходів усіх галузей промисловості у виробництві будівельних матеріалів.

3) У роботі наведені результати дослідження ефективності використання промислових відходів у виробництві будівельних матеріалів, зроблено аналіз якості будівельних матеріалів з відходів та вторинної сировини.

4) Доведена економічна, екологічна та якісна доцільність використання промислових відходів у всіх галузях виробництв, особливо їх використання у будівельних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бичевий П.П., Мішук К.М. Сучасні матеріали поліфункціонального призначення: навч.-метод. посібник для студ. ЗДІА спец. 192 "Будівництво та цивільна інженерія" ден. та заоч. форм навчання; ЗДІА. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 144 с.
2. Байцар Р.І., Депко Х.І. Екологічні аспекти соціальної відповідальності в частині промислових відходів. «Стратегия качества в промышленности и образовании». матеріали IV міжнар. конф., Варна, Болгарія, 2008, С. 59 - 61.
3. Вторинне використання будівельних відходів. URL: https://eprints.kname.edu.ua/46772/1/ilovepdf_com-234-235.pdf (дата звернення 08.09.2022).
4. Говоруха О.В. Вдосконалення технології регенерації асфальтобетонів для ремонту і реконструкції автомобільних доріг : дис. ... канд. тех. наук : 05.22.11. Харків, 2012. 191 с.
5. ДСТУ 3008-2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки : Структура і правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2016. 31 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови [На заміну ДСТУ Б В.2.7-46-96; чинний від 2011-09-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «Орган з сертифікації цементів «СЕПРОЦЕМ», 2011. 6 с.
7. Дворкін Л.Й., Лаповська С.Д. Будівельне матеріалознавство : підручник: Київ : НУВГП, 2016. 448 с.
8. Дворкін Л.Й. Будівельне матеріалознавство : підручник. Рівне: Видавництво РДТУ, 2000.478 с.
9. Дворкін Л. Й. Будівельне матеріалознавство : навч.-довід. посібник. Київ: Кондор, 2017. 640 с.

10. Дворкін Л. Й, Лаповська С. Д. Будівельне матеріалознавство : підручник. Київ : Кондор, 2017. 448 с.
11. Депко Х.І., Байцар Р.І. Міжнародне і національне законодавство у сфері управління твердими відходами. «Полігони твердих побутових відходів: проектування та експлуатація, вимоги Європейського Союзу, Кіотський протокол» : матеріали. наук.-тех. конференції, м. Славсько, Україна, 2008. С. 157 – 162.
12. Кривенко П.В., Пушкарьова К.К., Барановський В.Б. Будівельне матеріалознавство. Київ :ТовУВПК«ЕксОб», 2004. 704 с.
13. Кривенко П.В, Пушкарьова К.К., Барановський В.Б. Будівельне матеріалознавство : підручник для внз. Київ : ЕксОб, 2006. 703 с
14. Кривенко П. В. Будівельне матеріалознавство. Київ : Експрес-Поліграф, 2010. 704 с
15. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду № 216 від 28.12.2009 р. «Про затвердження Правил охорони праці під час будівництва, ремонту та утримання автомобільних доріг». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0218-10>. (дата звернення 16.09.2022).
16. Офіційний сайт Державної служби статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 15.09.2022).
17. Повторне використання фрезерованого асфальтобетону. URL: https://dbn.co.ua/publ/vikoristannja_frezerovanogo_asfaltobetonu/33-1-0-591 (дата звернення 08.09.2022).
18. Перспективні форми комплексного використання вторинної сировини на підприємствах будівельного комплексу. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/7_ukr/54.pdf (дата звернення 08.09.2022).
19. Проблеми утилізації та переробки будівельних відходів. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/jun/4723/59-321-324.pdf> (дата звернення 08.09.2022).

20. Регенерація старого асфальтобетону. URL: <https://budtehnika.pp.ua/9010-regeneracya-starogo-asfaltobetonu.html>. (дата звернення 20.10.2022).

21. Рециклер асфальтобетону - гарячий, холодний, пристрій і принцип дії. URL: <http://stroyka-gid.com.ua/idei-dla-doma/10836-rezikler.html> (дата звернення 30.09.2022).

22. Тверді відходи будівельного комплексу: URL: <http://waste.ua/cooperation/2006/theses/radovenchik.html>. (дата звернення 02.11.2022).

23. Шпакова Г.В. Відходи будівництва: утилізація чи переробка. Містобудування та територіальне планування. : наук. техн. збірник.. Київ : 2011. Вип. 41. С.468-474.

24. Як змусити промислові відходи працювати на майбутнє країни URL: <https://gmk.center/ua/opinion/yak-zmusiti-promislovi-vidhodi-pracjuvati-na-majbutnie-kraini/> (дата звернення 03.11.2022).