

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра промислового та цивільного будівництва

Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень

(рівень вищої освіти)

на тему: «Тенденція до збільшення обсягів вторинної реконструкції, за рахунок використання будівельних відходів»

Виконав: студент 2 курсу, групи: 8.1922–пцб-з
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)

освітньої програми промислове і цивільне будівництво

Валентирова Юлія Дмитрівна

(прізвище та ініціали)

Керівник ст. викладач Пастухова С.В.

Науковий керівник професор, д.т.н Арутюнян І.А.

Рецензент доц., к.т.н. Полтавець М.О.

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

Запоріжжя – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

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 СТУДЕНТОВІ

Валентирова Юлія Дмитрівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) : Тенденція до збільшення обсягів вторинної реконструкції, за рахунок використання будівельних відходів
керівник роботи Пастухова С.В. ст. викладач
Науковий керівник Арутюнян І.А., професор, д.т.н
(прізвище, ім'я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від "01" 05 2023 року № 637 – с

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2023 р.
3. Вихідні дані до роботи тенденція до збільшення обсягів вторинної реконструкції, за рахунок використання будівельних відходів, навчальна, нормативна та періодична література
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
1. Аналіз поняття та класифікації будівельних відходів та їхній вплив на довкілля 2. Технології використання будівельних відходів у вторинній реконструкції 3. Шлакоблок та його роль у виробництві з будівельних відходів 4. Технологія рециклінгу, рециклінг у сучасних реаліях в Україні під час війни, рециклінг у країнах Європи 5. Вивчення та дослідження будівельних відходів, розробка рекомендацій з використання будівельних відходів 6. Процес вторинної

реконструкції з використанням будівельних відходів 7. Аналіз технологічного процесу переробки залізобетонних і бетонних виробів 8. Дослідно-експериментальна апробація 5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____ листів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>
Розділ 2	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>
Розділ 3	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>
Розділ 4	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>
Розділ 5	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>
Розділ 6	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>
Розділ 7	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>
Розділ 8	Пастухова С.В. ст. викладач	<i>Лас</i>	<i>Паст</i>

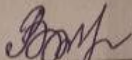
7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз поняття та класифікації будівельних відходів та їхній вплив на довкілля		
2.	Технології використання будівельних відходів у вторинній реконструкції		
3.	Шлакоблок та його роль у виробництві з будівельних відходів		
4.	Технологія рециклінгу. рециклінг у сучасних реаліях в Україні під час війни. рециклінг у країнах Європи		

5.	Вивчення та дослідження будівельних відходів. розробка рекомендацій з використання будівельних відходів		
6.	Процес вторинної реконструкції з використанням будівельних відходів		
7.	Аналіз технологічного процесу переробки залізобетонних і бетонних виробів		
8.	Дослідно - експериментальна апробація		

Студент


(підпис)

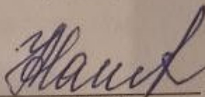
Валентирова Ю. Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи/проекту


(підпис)

Пастухова С.В
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено


(підпис)

Данкевич Н.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Валентирова Юлія Дмитрівна. Тенденція до збільшення обсягів вторинної реконструкції, за рахунок використання будівельних відходів.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 – Будівництво та цивільна інженерія. Науковий керівник – завідувача кафедри промислового та цивільного будівництва, доктор технічних наук Арутюнян І.А., консультант – старший викладач кафедри промислового та цивільного будівництва Пастухова С.В. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислового та цивільного будівництва, 2023р.

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 мають створити систему пунктів повторного використання.

Пріоритетом у сфері поводження з будівельними відходами має стати переробка відходів в енергію та інші ресурси. Все це потребує масштабної технологічної модернізації. 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. Наразі в Україні діє другий етап реалізації Національної стратегії управління відходами. Перший етап реалізації стратегії припав на 2017-2018 роки, другий – розрахований на 2019-2023-й, третій – на 2024-2030-й.

Ключові слова: *рециклінг; новизна; економія; будівельні відходи.*

Список публікацій магістранта:

1. Валентирова Ю.Д., Арутюнян І.А., Пастухова С.В. Тенденція до збільшення обсягів вторинної реконструкції, за рахунок використання будівельних відходів: зб. тез всеукр. наук.-практ. конф., м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022р. Запоріжжя, 2022. С.

ANNOTATION

Valentirova Yulia Dmitrivna. The tendency to increase the volume of secondary reconstruction due to the use of construction waste.

Qualification work for obtaining a master's degree in the specialty 192 - Construction and civil engineering. Research supervisor - head of the Department of Industrial and Civil Engineering, Doctor of Technical Sciences I.A. Harutyunyan, consultant - senior lecturer of the Department of Industrial and Civil Engineering S.V. Pastukhova. Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebny, Department of Industrial and Civil Engineering, 2023.

In modern conditions, the problem of accumulation of production and consumption waste is one of the leading threats to environmental safety. Currently, Ukraine is experiencing an increase in the volume of waste generation, in particular chemically hazardous waste, and the area of unauthorized landfills is expanding significantly.

To solve this problem, in 2017, the Cabinet of Ministers approved the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030. The strategy, in particular, provides for the creation of regional waste disposal centers, the introduction of the principles of a circular economy and extended producer responsibility, which will encourage businesses to minimize waste generation and interest in its recycling, as well as the introduction of a five-level waste management hierarchy that works in the European Union . This is, first of all, the prevention of waste generation and only in some cases - their burial. Local self-government bodies of Ukraine should create a system of points of reuse. Processing waste into energy and other resources should be a priority in the field of construction waste management. All this requires large-scale

technological modernization. The high level of waste generation and the low rates of its use as secondary raw materials have led to the fact that in Ukraine, a significant amount of solid waste is accumulated annually in the industry and communal sector, of which only a small part is used as secondary material resources, the rest ends up in landfills. The difference in the waste situation in Ukraine, compared to other developed countries, lies in the large volume of waste generation and the lack of infrastructure for handling it. Currently, the second stage of implementation of the National Waste Management Strategy is in force in Ukraine. The first stage of the implementation of the strategy fell on 2017-2018, the second - calculated for 2019-2023, the third - for 2024-2030.

Keywords: recycling; novelty; saving; construction waste.

List of publications of the master's student:

1. Yu.D. Valentirova, I.A. Harutyunyan, S.V. Pastukhova. The tendency to increase the volume of secondary reconstruction due to the use of construction waste: coll. theses of the All-Ukrainian science and practice conference, Zaporizhzhia, October 18-20. 2022 Zaporizhzhia, 2022. P.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
1 АНАЛІЗ ПОНЯТТЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ	13
1.1 Будівельні відходи та їхня класифікація	13
1.2 Вплив будівельних відходів на довкілля та регламентація зносу та розбирання будівель.....	14
2. ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ У ВТОРИННІЙ РЕКОНСТРУКЦІЇ	17
2.1 Інноваційні технології використання будівельних відходів	17
2.2 Використання вторинних матеріалів в будівництві	19
2.3 Екологічні аспекти використання будівельних відходів	22
3 ШЛАКОБЛОК ТА ЙОГО РОЛЬ У ВИРОБНИЦТВІ З БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ.....	24
3.1 Виробництво шлакоблоків та їх характеристики	24
3.2 Переваги використання шлакоблоків замість традиційних будівельних матеріалів	27
3.3 Приклади успішного використання шлакоблоків в будівництві	28
4 ТЕХНОЛОГІЯ РЕЦИКЛІНГУ. РЕЦИКЛІНГ У СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ. РЕЦИКЛІНГ У КРАЇНАХ ЄВРОПИ	31
4.1 Поняття та технологія рециклінгу.....	31
4.2 Рециклінг в Україні.....	32
4.3 Рециклінг під час російсько-української війни.....	35
5 ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ	46

5.1 Вивчення та дослідження закономірностей складу та об'єму утворення будівельних відходів від різних видів діяльності	46
5.2 Розробка рекомендацій з використання будівельних відходів для збільшення обсягів вторинної реконструкції	51
6 ПРОЦЕС ВТОРИННОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ.....	54
6.1 Етапи процесу вторинної реконструкції.....	54
7 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І БЕТОННИХ ВИРОБІВ	56
7.1 Методи переробки залізобетонних і бетонних виробів	56
8 ДОСЛІДНО - ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА АПРОБАЦІЯ.....	66
8.1 Аналіз процесів руйнувань будівель і споруд з подальшим вибором методу, застосовного в магістерській роботі	66
8.2 Утилізація будівельних відходів у Запорізькій області.....	67
8.3 Вибір дробильної конструкції	69
8.4 Мобільна дробильна установка LT105	74
8.5 Використання продуктів переробки бетону та залізобетону	81
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	85

ВСТУП

Актуальність роботи. У сучасному світі проблема забруднення навколишнього середовища є однією з найважливіших та найактуальніших. Спекулятивне використання природних ресурсів та недбале ставлення до відходів будівельної галузі значно поглиблює цю проблему. Одним з найбільш перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є використання будівельних відходів у вторинній реконструкції.

Мета дослідження. Мета полягає у вивченні та аналізі тенденції до збільшення обсягів вторинної реконструкції будівель, в тому числі за рахунок використання будівельних відходів. Головною метою є виявлення переваг та можливостей використання такого підходу у будівельній галузі та розробка рекомендацій для його успішної імплементації.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є процес вторинної реконструкції будівель та його вплив на навколишнє середовище. В рамках дослідження буде розглянуто не лише сутність та особливості вторинної реконструкції, але й вивчено можливості використання будівельних відходів для її здійснення.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є процес виробництва будівельних відходів, їх характеристики та потенціал для використання вторинної реконструкції. Також будуть досліджені способи збирання, сортування та переробки цих відходів з метою їх подальшого використання.

Методи дослідження. Аналітичний огляд наукових джерел, аналіз статистичних даних, моделювання процесу вторинної реконструкції. Комплексне застосування цих методів дозволяє здійснювати глибокий аналіз та узагальнення отриманих результатів.

Наукова новизна. Дослідження засвідчується оригінальністю підходу до використання будівельних відходів у процесі вторинної реконструкції. У результаті проведення дослідження розробляються рекомендації та розробки для ефективного використання будівельних відходів в будівельній галузі.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження та розроблені рекомендації апробуються на практиці шляхом проведення спеціальних випробувань, а також наукових семінарів та конференцій. Це дозволяє упевнитися в ефективності запропонованих рішень та їхній придатності для реалізації у реальних умовах.

Структура і об'єм магістерської роботи. Робота складається із вступу, восьми розділів, висновків, загальних висновків та пропозицій, списку використаних джерел. Основною темою текст викладено на 93 сторінках, з них 31 рисуноків, 10 таблиць, та містить списки літератури зі 20 найменування праць вітчизняних та зарубіжних авторів.

1 АНАЛІЗ ПОНЯТТЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

1.1 Будівельні відходи та їхня класифікація

Будівельні відходи- це будь-які будівельні матеріали, які не планується використовувати за призначенням, а також залишки будівельних, ремонтних та демонтажних робіт, включаючи роботи з капітального ремонту, реновації, реставрації, реконструкції або знесення будівель і споруд.



Рисунок 1.1 – Будівельні відходи, знесених будівель

Будівельні відходи являють собою різні матеріали, які виникають у процесі будівництва, реконструкції, ремонту та знесення будівель та інфраструктури. Вони можуть містити такі матеріали, як бетон, цегла, деревина, метал, пластик, ізоляційні матеріали, скло і багато іншого.

Класифікація будівельних відходів зазвичай проводиться на основі кількох критеріїв:

За походженням:

- Відходи будівництва: утворюються в процесі будівництва нових об'єктів.
- Відходи знесення і демонтажу: виникають під час руйнування або знесення будівель і споруд.
- Відходи ремонту та реконструкції: пов'язані з ремонтними та модернізаційними роботами.

За складом:

- Негорючі матеріали: такі як бетон, цегла, скло, метал.
- Горючі матеріали: деревина, пластик, папір.
- Інертні матеріали: матеріали, які не піддаються біологічному розкладанню, наприклад, каміння, пісок, глина.

За ступенем небезпеки:

- Небезпечні відходи: містять шкідливі хімічні речовини, які можуть негативно впливати на навколишнє середовище і людське здоров'я, такі як азбест, ртутьвмісні матеріали тощо.
- Безпечні відходи: не містять небезпечних речовин, але можуть однаково впливати на навколишнє середовище.

1.2 Вплив будівельних відходів на довкілля та регламентація зносу та розбирання будівель

Вплив будівельних відходів на навколишнє середовище може бути значним.

Ось деякі з основних проблем:

– Забруднення ґрунту: відходи можуть містити токсичні речовини, які можуть потрапити в ґрунт і забруднити його. Це може призвести до деградації ґрунту та погіршення його родючості.

– Забруднення водних ресурсів: стоки від будівництва можуть містити забруднювальні речовини, які потрапляють у водні ресурси, що може негативно позначитися на екосистемах і питній воді.

– Шкода для біорізноманіття: руйнування природних екосистем під час будівництва і знесення може призвести до втрати місць проживання для тварин і рослин.

– Викиди в атмосферу: при спалюванні відходів або використанні певних будівельних матеріалів можуть виділятися шкідливі речовини, які забруднюють повітря і можуть впливати на здоров'я людини.

– Щоб скоротити негативний вплив відходів будівництва на навколишнє середовище, важливо дотримуватися таких заходів:

– Утилізація і переробка: Безліч будівельних відходів можна переробити і повторно використовувати, що скорочує кількість відходів, які відправляються на звалище.

– Управління відходами: Дотримання правил і нормативів з управління будівельними відходами допомагає мінімізувати їхній вплив на навколишнє середовище.

– Запобігання забрудненню: Під час проведення будівельних робіт важливо вживати заходів для запобігання витоку забруднювальних речовин у навколишнє середовище, як-от використання захисних бар'єрів і пристроїв для збору стоків.

Що стосується регламентації знесення і розбирання будівель, багато країн мають закони і нормативи, які регулюють цей процес. Ці нормативи можуть охоплювати такі аспекти:

– Отримання дозволів: Найчастіше потрібно отримати дозвіл від місцевих органів або органів з охорони довкілля для проведення знесення і розбирання будівель.

– Утилізація будівельних відходів: Закони можуть зобов'язувати компанії, що займаються знесенням і розбиранням, правильно утилізувати і переробляти будівельні відходи.

– Охорона довкілля: Знесення і розбирання мають проводитися з урахуванням заходів щодо запобігання забрудненню довкілля, включно з управлінням пилом, утилізацією небезпечних речовин тощо.

– Безпека праці: Закони також можуть регулювати безпеку праці під час знесення і розбирання будівель, щоб запобігти нещасним випадкам і професійним захворюванням. Дотримання цих норм і стандартів важливе для мінімізації негативного впливу знесення і розбирання будівель на навколишнє середовище і громадське здоров'я.

2 ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ У ВТОРИННІЙ РЕКОНСТРУКЦІЇ

2.1 Інноваційні технології використання будівельних відходів

Інноваційні технології використання будівельних відходів у вторинній реконструкції є дедалі більш популярними, оскільки вони дозволяють зменшити кількість відходів, що потрапляють на звалища і сприяють сталому розвитку будівельної галузі. Деякі з таких інноваційних технологій включають:

1. Відновлення матеріалів: Спеціальні технології дозволяють зламати та переробити будівельні матеріали, такі як цегла, бетон і дерево, в якісні матеріали для будівництва. Наприклад, бетон може бути роздроблено на дрібні фракції і використовуватися як вторинний матеріал для будівельних робіт.



Рисунок 2.1 – Застосування роздробленого бетону в екстер'єрі

2. Модульні конструкції: Розробка модульних конструкцій дозволяє зламати демонтовані елементи будівлі і використовувати їх знову для реконструкції. Це дозволяє зберегти значну кількість матеріалів і зменшити витрати на будівництво.

3. Використання відходів як джерела енергії: Відходи, такі як деревина та органічні матеріали, можуть бути використані для виробництва біогазу або біопалива. Це дає можливість отримувати енергію з відходів і зменшувати вплив будівельної галузі на довкілля.



Рисунок 2.2 – Станція з переробки різної сировини в біогаз

4. Використання наноматеріалів: Нанотехнології можуть бути використані для поліпшення властивостей будівельних матеріалів, зокрема зростання міцності та стійкості до зношування. Це дозволяє зберегти матеріали та продовжити термін служби будівель.

5. Використання 3D-друку: 3D-друк може бути використаний для виготовлення будівельних елементів з використанням перероблених матеріалів. Це дозволяє зменшити використання нових матеріалів і зменшити відходи.

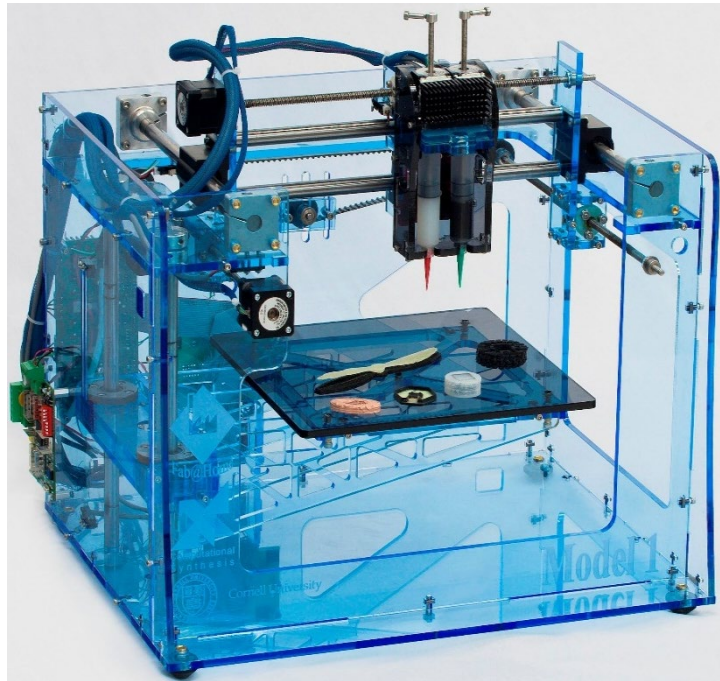


Рисунок 2.3 – 3D принтер, який може використовувати переробні будівельні матеріали (зокрема перероблений пластик) як матеріал для друку

Використання інноваційних технологій для вторинної реконструкції будівельних відходів допомагає зменшити негативний вплив будівельної галузі на навколишнє середовище, економити матеріали та ресурси та сприяти сталому розвитку.

2.2 Використання вторинних матеріалів в будівництві

Вторинні матеріали у будівництві використовуються як заміна природним матеріалам для зменшення впливу на довкілля і енергетичну ефективність

будівель. Деякі з найпоширеніших вторинних матеріалів, які використовуються у будівництві, включають:

1) Вторинний бетон: це виробництво бетону з відходів будівельних робіт або переробки бетону. Використовування вторинного бетону допомагає зменшити споживання природних ресурсів і відходів. Спочатку бетон подрібнюють практично на пил, а потім використовують повторно для створення нових конструкцій.



Рисунок 2.4 – Використання вторинного бетону для бетонозмішувача

2) Полімерні матеріали з вторинної переробки: це виробництво полімерних матеріалів, таких як поліетилен, поліпропілен і полістірол, зі вторинної переробки пластикових відходів. Ці матеріали можуть використовуватися для виготовлення покрівельних матеріалів, водостічних систем, іграшок та інших будівельних продуктів.



Рисунок 2.5 – Полістірол з перероблених пластикових відходів

3). Вторинний метал: це використання відходів металевих матеріалів, таких як сталь і алюміній, у конструкціях будівель. Вторинний метал може бути виготовлений зі зливків, викликаних виробничими процесами, або зі старих металевих конструкцій.

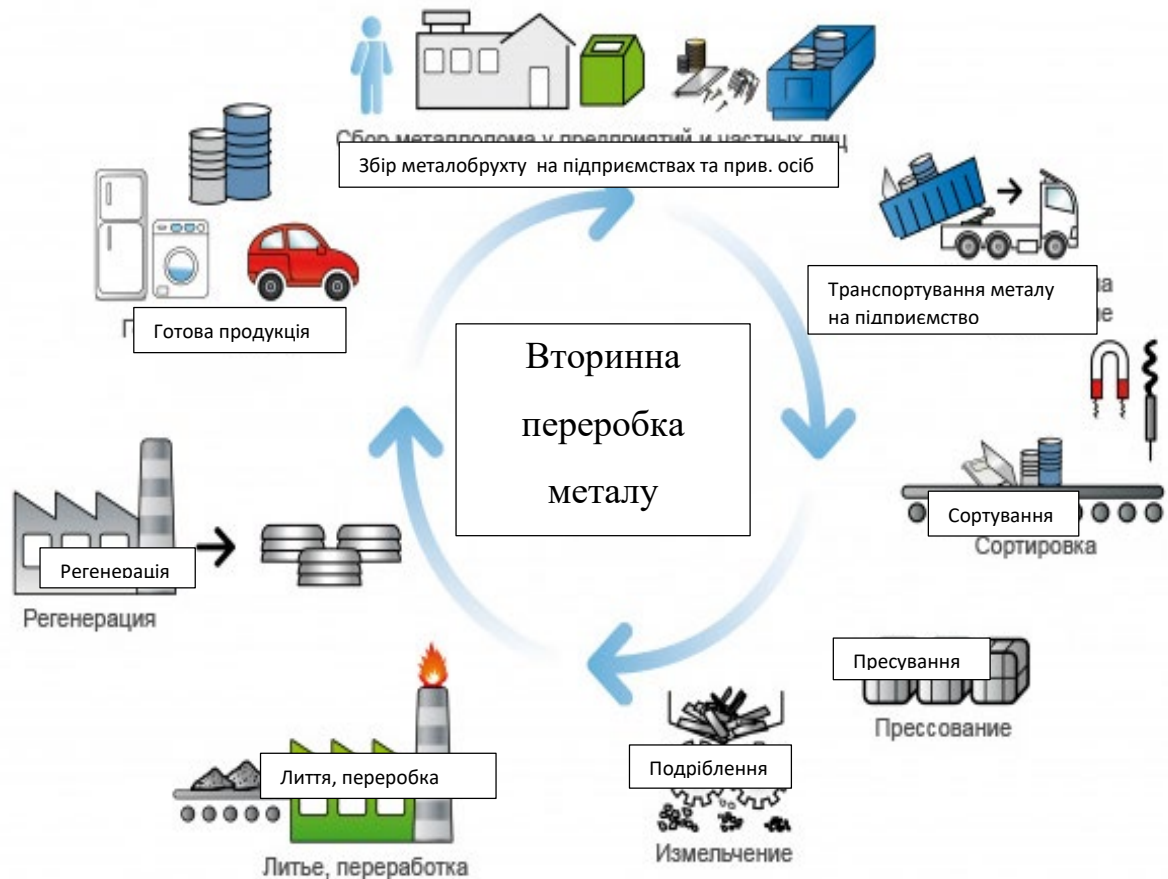


Рисунок 2.6 – Схема вторинної переробки металу

3) Вторинне скло: це використання переробленого скла для виготовлення вікон, дверей, панелей і інших будівельних матеріалів. Вторинне скло може бути отримане зі скляних пляшок, вікон і інших скляних відходів.

4) Суцільна переробка відходів: це використання відходів будівельних матеріалів, таких як цегла, бетон, дерево і інші матеріали, для виготовлення нових будівельних продуктів. Це може включати використання зламу цегли для

виготовлення нових цеглин, переробку деревини для виготовлення дерев'яних конструкцій і т. д.

5) Вторинні ізоляційні матеріали: це використання перероблених матеріалів, таких як стіропор, газоблоки і інші ізоляційні матеріали. Вторинні ізоляційні матеріали можуть бути виготовлені зі старих будівлі і використовуватися для іншого будівництва.

Використання вторинних матеріалів у будівництві допомагає зменшити викиди відходів і енергетичне споживання, а також зменшити залежність від природних ресурсів. Крім того, це може бути економічно вигідним, оскільки вторинні матеріали зазвичай коштують менше, ніж нові матеріали.

2.3 Екологічні аспекти використання будівельних відходів

Екологічні аспекти відіграють важливу роль в будівництві за рахунок будівельних відходів, тому деякі з екологічних аспектів використання будівельних відходів включають:

1) Зменшення викидів вуглекислого газу: використання будівельних відходів може допомогти зменшити кількість викидів виробництва цементу, який є одним із основних джерел викидів вуглекислого газу. Замість використання природного піску і гравію, можна використовувати перероблені будівельні матеріали, такі як битий камінь або руйновану цеглу.

2) Економічне використання ресурсів: використання будівельних відходів може сприяти ефективному використанню ресурсів, таким чином зменшуючи потребу у виробництві нових матеріалів і збільшуючи ефективність використання існуючих матеріалів.

3) Зменшення відходів на сміттєзвалищах: використання будівельних відходів може привести до зменшення обсягів сміттєвих звалищ і, отже, до зменшення негативного впливу на земну поверхню і підземні води.

4) Зменшення енергоспоживання: переробка будівельних відходів для використання у будівельній галузі може допомогти зменшити споживання енергії, оскільки виробництво нових матеріалів зазвичай потребує більшої кількості енергії, ніж переробка і повторне використання відходів.

5) Збереження природних ресурсів: використання будівельних відходів може допомогти зберегти природні ресурси, такі як деревина або природний камінь, які використовуються в будівельній галузі. Використання перероблених матеріалів може замінити частину цих природних ресурсів і зменшити негативний вплив на довкілля.

Ці екологічні аспекти використання будівельних відходів показують, що це ефективний спосіб зменшення негативного впливу будівельної галузі на довкілля та просування в напрямку більш сталого будівництва. Важливо надавати пріоритет переробці і використанню будівельних відходів для створення нових матеріалів та зменшення негативного екологічного внеску будівельної галузі.

3 ШЛАКОБЛОК ТА ЙОГО РОЛЬ У ВИРОБНИЦТВІ З БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

3.1 Виробництво шлакоблоків та їх характеристики

Характеристика:

Шлакоблоки - це будівельний матеріал, який виробляється шляхом змішування шлаку (промислового відходу) з цементом та іншими добавками.



Рисунок 3.1 – Шлакоблок пустотілий

Вони мають низку характеристик, які роблять їх популярними в будівництві. Ось деякі з основних характеристик шлакоблоків:

- Легкість і міцність: шлакоблоки вирізняються легкою вагою, що спрощує їх транспортування і монтаж. Водночас вони мають достатню міцність, що дає змогу використовувати їх для будівництва несучих стін і перегородок.
- Теплоізоляція: Шлакоблоки мають хороші теплоізоляційні властивості завдяки повітряним порожнинам усередині блоку і

низькій теплопровідності шлаку. Це допомагає зменшити витрати на опалення та кондиціонування в приміщенні.

- Звукоізоляція: Через свою пористу структуру, шлакоблоки також мають хороші звукоізоляційні характеристики, що дає змогу знизити проникнення звуку ззовні і всередині приміщення.
- Стійкість до вогню: Шлакоблоки мають високу вогнестійкість, що робить їх безпечними для використання в будівництві.
- Екологічний матеріал: Шлакоблоки виробляють зі шлаку, який є відходом металургійного виробництва. Це дає змогу зменшити кількість відходів і знизити негативний вплив на навколишнє середовище.
- Простота обробки: Шлакоблоки можна легко різати й обробляти, що спрощує монтаж і дає змогу створювати різні архітектурні форми та дизайни.
- Довговічність: Шлакоблоки зазвичай мають гарну стійкість до вологості, гниття і грибка, що подовжує їхній термін служби.
- Економічність: Шлакоблоки часто є більш доступними з точки зору ціни, ніж деякі інші будівельні матеріали.

Важливо відзначити, що характеристики шлакоблоків можуть відрізнятися залежно від виробника і складу матеріалу. Перед використанням слід звернути увагу на технічні характеристики конкретного продукту і його відповідність вимогам для конкретного типу будівництва.

Процес виробництва:

Процес виробництва шлакоблоків починається з підготовки матеріалу. Первинна сировина для виготовлення шлакоблоків - шлак, який є відходом виробництва сталі. Шлак має бути відповідно очищений від металевих домішок та інших забруднень.

Після підготовки сировини шлак перемалюється до необхідного розміру частинок. Далі до перемеленого шлаку додаються розчинники, які приповертаються утворити зміцнювальне в'язуче. Зазвичай це портландцемент або високоміцний цемент.

Після додавання в'язучого розчину до шлаку отримується суміш, яка нагрівається до необхідної температури. Нагріта маса зміцнюється та здатна до формування шлакоблоків.

Формування шлакоблоків здійснюється за допомогою спеціальних прес-форм. Вони стискають масу шлаку та в'язучого розчину і надають їй потрібну форму. В результаті утворюються робочі блоки, які після цього піддаються спеціальному термообробленню, що поліпшує їх міцність та стійкість.



Рисунок 3.2 – Ручний верстат для виготовлення шлакоблоків



Рисунок 3.3 – Механічний верстат для виготовлення шлакоблоків

Після термообробки шлакоблоки готові до використання. Вони можуть бути використані для спорудження різних будівельних конструкцій, таких як стіни, перекриття, фасади тощо.

Виробництво шлакоблоків є екологічною та економічно вигідною альтернативою традиційним будівельним матеріалам, оскільки воно сприяє використанню вторинних сировинних матеріалів та зменшенню викидів в атмосферу. Крім того, шлакоблоки мають високу звукоізоляцію, теплоізоляцію та міцність, що робить їх популярними серед будівельників.

3.2 Переваги використання шлакоблоків замість традиційних будівельних матеріалів

Екологічні переваги використання шлакоблоків:

- Переробка шлаку, який є відходом промисловості, у вигляді шлакоблоків дозволяє зменшити кількість накопичення відходів і знизити негативний вплив на довкілля.
- Виробництво шлакоблоків набагато менш енергозатратне, ніж виробництво традиційних будівельних матеріалів, таких як цегла або бетон.
- Шлакоблоки можна використовувати для відновлення старих будівель, замість їх знесення і спалювання. Це зменшує споживання ресурсів і забруднення довкілля.

Економічні переваги використання шлакоблоків:

- Вартість шлакоблоків зазвичай нижча, ніж вартість традиційних будівельних матеріалів, тому будівництво з використанням шлакоблоків може бути більш економічним.
- Шлакоблоки мають високу термоізоляційну властивість, що дозволяє знизити витрати на опалення та кондиціонування приміщень.
- Шлакоблоки легкі та зручні у використанні, що спрощує процес будівництва і може зменшити витрати на роботу.

Технічні переваги використання шлакоблоків:

- Шлакоблоки мають високу зносостійкість та міцність, що забезпечує довговічність будівлі.
- Конструкції з шлакоблоків мають високу звукоізоляцію, що дозволяє створити комфортне життєве простір.
- Шлакоблоки є перфорованими, що покращує адгезію з іншими будівельними матеріалами і поліпшує якість будівельної конструкції.

3.3 Приклади успішного використання шлакоблоків в будівництві

Шлакоблоки широко використовуються в будівництві завдяки своїм перевагам. Ось кілька прикладів успішного використання шлакоблоків у різних типах будівельних проєктів:

Житлові будівлі:

Шлакоблоки часто застосовують під час будівництва житлових будинків і квартирних будівель. Їх хороша теплоізоляція і звукоізоляція сприяють

створенню комфортних умов для мешканців. Завдяки легкості матеріалу, монтаж шлакоблоків може бути швидким і більш економічним.

Торгові та комерційні об'єкти:

Шлакоблоки часто використовуються для будівництва магазинів, офісів та інших комерційних об'єктів. Їх міцність і вогнестійкість роблять їх придатними для таких будівель, де безпека і довговічність відіграють важливу роль.

Громадські та освітні установи:

Шлакоблоки також застосовують під час будівництва шкіл, лікарень, бібліотек та інших громадських установ. Хороші теплоізоляційні властивості допомагають знизити енерговитрати на опалення та кондиціонування в таких будівлях.



Рисунок 3.4 – Офісна будівля зі шлакоблоку

Промислові об'єкти:

У деяких випадках шлакоблоки використовуються для будівництва промислових споруд, таких як склади, цехи та інші об'єкти. Їх легка вага і міцність дають змогу прискорити процес будівництва і заощадити на витратах.

Заміські будинки і котеджі:

Шлакоблоки також популярні в будівництві заміських будинків і котеджів. Вони дають змогу створити хорошу теплоізоляцію і звукоізоляцію, що особливо важливо для будинків, розташованих у житлових районах.



Рисунок 3.5 – Коттеджі зі шлакоблоків

Ці приклади демонструють різноманітне застосування шлакоблоків у будівництві різних типів будівель. За правильного проектування і монтажу шлакоблоки можуть бути успішно використані для досягнення високих стандартів якості та рівня комфорту в будівельних об'єктах.

4 ТЕХНОЛОГІЯ РЕЦИКЛІНГУ. РЕЦИКЛІНГ У СУЧАСНИХ РЕАЛІЯХ В УКРАЇНІ ПІД ЧАС ВІЙНИ. РЕЦИКЛІНГ У КРАЇНАХ ЄВРОПИ

4.1 Поняття та технологія рециклінгу

Рециклінг, або переробка, являє собою процес перетворення відходів на вторинну сировину з метою повторного використання. Цей процес відіграє ключову роль у сталому розвитку, скорочуючи обсяг відходів, знижуючи негативний вплив на навколишнє середовище та ефективно використовуючи ресурси.

Технологія рециклінгу включає в себе кілька етапів.

Перший етап - збір відходів. Він важливий для виділення матеріалів, що підлягають переробці. Потім слідує етап сортування, де різні типи матеріалів розділяються для оптимальної обробки. Після сортування матеріали піддаються очищенню від забруднень.

Наступний етап - подрібнення або дроблення. Механічне або хімічне руйнування відходів дає змогу отримати більш дрібні частинки, зручні для подальшої обробки. Потім відбувається обробка з використанням різних технологій, таких як плавлення, варіння, або хімічні процеси. Це дає змогу створювати нові продукти із вторинних сировинних матеріалів.

Технології рециклінгу можуть варіюватися залежно від типу матеріалів. Наприклад, для пластикових відходів застосовуються технології піролізу або

переробки в паливо. Для паперу та картону використовуються методи переробки в целюлозу.

Однією з ключових переваг технології рециклінгу є скорочення необхідності видобутку нових природних ресурсів. Замість цього використовуються вже наявні матеріали, що сприяє збереженню природних ресурсів і зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

Рециклінг також сприяє зниженню викидів парникових газів, тому що процес перероблення вторинних матеріалів зазвичай потребує менше енергії, порівняно з виробництвом нових матеріалів. Це сприяє боротьбі зі зміною клімату і поліпшенню якості повітря.

Однак технологія рециклінгу не позбавлена викликів. Деякі матеріали складно переробляти через їхню складну структуру або змішування з іншими речовинами.

Також важливо забезпечувати правильне управління відходами та навчання населення правилам роздільного збору.

На закінчення, технологія рециклінгу є важливим інструментом у прагненні до сталого розвитку. Її ефективне впровадження потребує спільних зусиль суспільства, бізнесу та держави для максимізації потенціалу вторинних сировинних матеріалів та зменшення негативного впливу на довкілля.

4.2 Рециклінг в Україні

Будівельний рециклінг (або будівельна вторинна переробка) в Україні є перспективним напрямом в сфері сталого розвитку та екологічної орієнтації будівництва.

Україна ще тільки починає розвивати цю сферу, але вже є певні позитивні зміни. В деяких містах країни почали з'являтися спеціалізовані пункти прийому будівельного сміття, де його можна віддати на подальшу переробку.

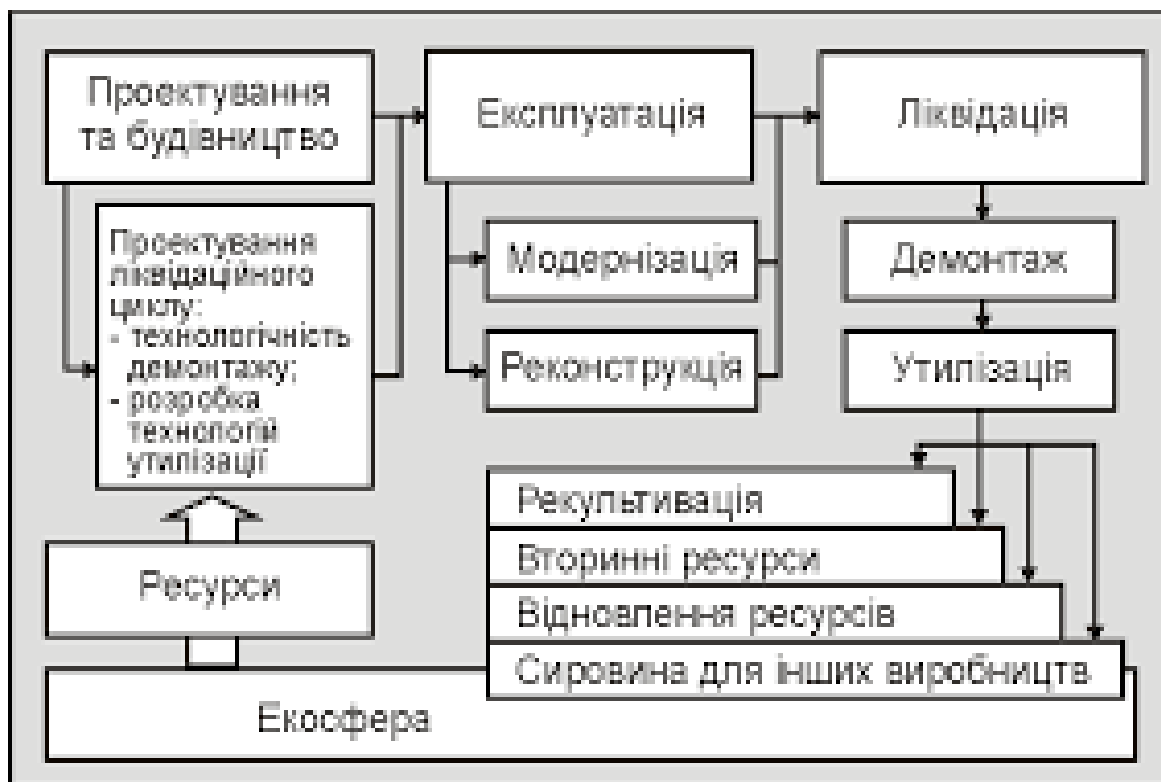


Рисунок 4.1 – Схема процесу будівельного рециклінгу

Загальнонаціональний регулюючий орган у сфері будівельного рециклінгу в Україні відсутній, але уряд ухвалив кілька нормативно-правових актів, спрямованих на сприяння розвитку цієї галузі. Зокрема, було затверджено Перелік вторинних сировинних матеріалів, які можуть бути використані при будівництві.

Популярним видом будівельного рециклінгу в Україні є переробка бетону, черепиці та керамічних матеріалів. Вони можуть бути перетворені у дрібні фракції, які потім можна використовувати для виготовлення вторинної тротуарної плитки, блоків для озеленення тощо.

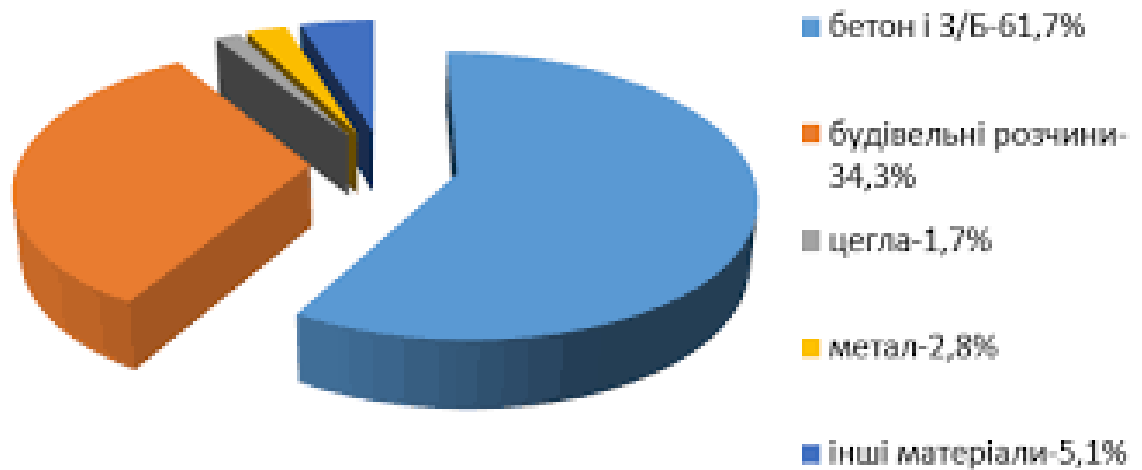


Рисунок 4.2 – Перелік вторинних сировинних матеріалів, які використані при будівництві

Однак, наразі в Україні ще недостатньо виробників, які б займалися переробкою будівельного сміття. Тому деякі компанії, що зацікавлені у рециклінгу, співпрацюють з європейськими партнерами або створюють спільні підприємства з метою впровадження сучасних технологій переробки та використання вторинних матеріалів.

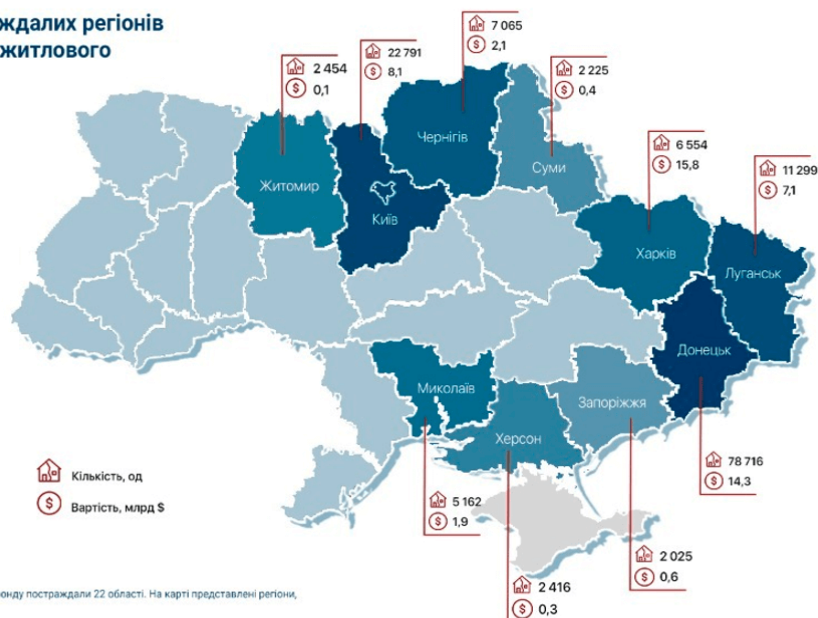
У майбутньому розвиток будівельного рециклінгу в Україні може привести до зменшення використання природних ресурсів, зниження негативного впливу будівництва на довкілля, а також створення нових робочих місць та збільшення конкурентоспроможності національних виробників будівельних матеріалів.

4.3 Рециклінг під час російсько-української війни

Після початку повномасштабного вторгнення росії в Україну багато будинків та навіть цілих міст було зруйновано. Україна понесла дуже великі втрати у інфраструктурі міст, селищ та населених пунктів.

Аналітична команда Київської школи економіки 15 грудня 2022 року опублікувала оновлену оцінку задокументованих збитків житловій та нежитловій нерухомості, іншій інфраструктурі України. У п'ятірці найбільш постраждалих регіонів за руйнуваннями житлового фонду — Донецька, Київська, Луганська, Чернігівська та Харківська області. Фінансові збитки — колосальні. Наприклад, лише на Київщині від руйнувань та пошкоджень 22,8 тис. житлових будинків збитки складають \$8,2 млрд.

Карта десяти найбільш постраждалих регіонів від руйнувань та пошкоджень житлового фонду, листопад 2022*



*Загалом в Україні внаслідок війни від пошкоджень житлового фонду постраждали 22 області. На карті представлені регіони, де зруйновано або пошкоджено щонайменше 2 тис. об'єктів.

Рисунок 4.3 – Карта найбільш постраждалих регіонів від руйнувань та пошкоджень житлового фонду

Зруйновані будинки залишають по собі купу будівельного сміття, або, як його ще називають, відходів руйнації — цегла, бетон, шкідливий для людського здоров'я шифер з вмістом азбесту, скло, меблі — все це опиняється в одній змішаній купі та відправляється на полігони. Як заявляли в Міндовкілля ще в лютому цього року, обсяг відходів руйнації в Україні через військову агресію РФ вже можна порівняти з кількістю твердих побутових відходів, що в середньому утворюються в країні за рік — це близько 10-12 млн тонн.

І без того переповнені полігони, які вже давно використали свій ресурс, просто не можуть приймати нове сміття, і це призводить до утворення стихійних звалищ.

Яке ж є рішення?

Вулиця Проскурівська в Гостомелі наразі має дивні пейзажі: половину 5-поверхових будинків закривають гори цегли, піску, подрібненого цементу. Ділянки по дві сторони від дитячого майданчику огорожені.



Рисунок 4.4 - Вулиця Проскурівська в м. Гостомель. Позаду — купи цегли, яка залишилась після демонтажу.

Будівельні матеріали тут з'явилися завдяки компанії «Нео-Еко Україна», створеній завдяки ініціативі французької "материнської" компанії Neo-Eco та

підтримки уряду Франції. Французька Neo-Eco — це інжинірингова компанія, яка спеціалізується на екологічному відновленні пошкоджених об'єктів. Вона працює понад 17 років за принципом економіки замкнутого циклу. Компанія «Нео-Еко Україна» теж застосовує методи циркулярної економіки та за пілотний проєкт обрала відбудову воєнного містечка в Гостомелі, де всі процеси — від аналізу об'єкта до отримання нових будівельних матеріалів — відбувалися за принципами економіки замкнутого циклу. Головний принцип такого підходу — відновлення та раціональне споживання ресурсів, а також мінімізація негативного впливу на довкілля.



Рисунок 4.5 – Логотип компанії «Нео-Еко-Україна»

До кінця 2024 року компанія планує звести перший будинок з використанням перероблених будівельних відходів. Втім, будівництво може тривати й довше — усе залежить від швидкості співпраці з місцевою адміністрацією. Новий житловий комплекс буде розраховано на 450 квартир, і всі квартири розподілять насамперед серед мешканців демонтованих будинків.



Рисунок 4.6 – Концепт проєкту «Гостомель» лист 10



Рисунок 4.7 – Концепт проєкту «Гостомель» лист 12

90% із матеріалів, а це – 15 тисяч тонн, які залишились після демонтажу, повторно використовують у нових будинках.

Купи, які можна побачити на рисунку 4.7 — вже не сміття від руйнації та навіть не будівельне сміття. Тепер це вже новий матеріал, який використовують для виготовлення свіжого бетону. Усі ці матеріали виготовили зі сміття після демонтажу зруйнованих будинків, яке ретельно відсортували та переробили.



Рисунок 4.8 – Перероблені бетонні блоки, що склали залізобетонний каркас будинків.

Компанія почала роботи з демонтажу в січні, і на початкових етапах сміття від руйнації розбирали вручну. Частина будівельного сміття була непридатною для використання, проте це не означає, що його відправили на переповнені полігони.

«Жодне сміття звідси не відправилось на полігони чи стихійні звалища, жодного кілограма. Звісно, через аварійні стани будинків, деякі з яких були наполовину згорілі, використати абсолютно всі матеріали, що утворились після демонтажу, було неможливо. Деякі небезпечні матеріали, наприклад, азбест, ми утилізували через місцеві компанії, які мають всі ліцензії на поводження з небезпечними відходами. Частину перероблених будматеріалів, наприклад, цеглу, буде використано повторно для засипки ям на дорогах; будівництва тимчасової дороги або стежки; підняття рівня земельних ділянок, призначених під забудову або для тимчасових доріг будівельних майданчиків. Такий під'їзд прослужить кілька років, а потім може використовуватися як основа під укладання постійного покриття», — розповіла Вікторія Шимон, проєктна менеджерка компанії «Нео-Еко Україна».



Рисунок 4.9 – Демонтаж зруйнованих будинків

Усі процеси з перероблення сміття на нові матеріали відбуваються на місці: матеріали не потрібно кудись везти, аби переробити, а отже, можна зекономити час та паливо. Наприклад, бетонні блоки, що склали бетонний каркас будинків, подробили прямо на майданчику. Зараз вони виглядають, як купа піску, а невдовзі їх перетворять на новий матеріал для житла.



Рисунок 4.10 – Процес подрібнення будівельного сміття та перетворення його на новий будівельний матеріал

Компанія ГО «ДЕСПРО» створили схему, яка демонструє у який спосіб можуть бути використані певні відходи від руйнації:

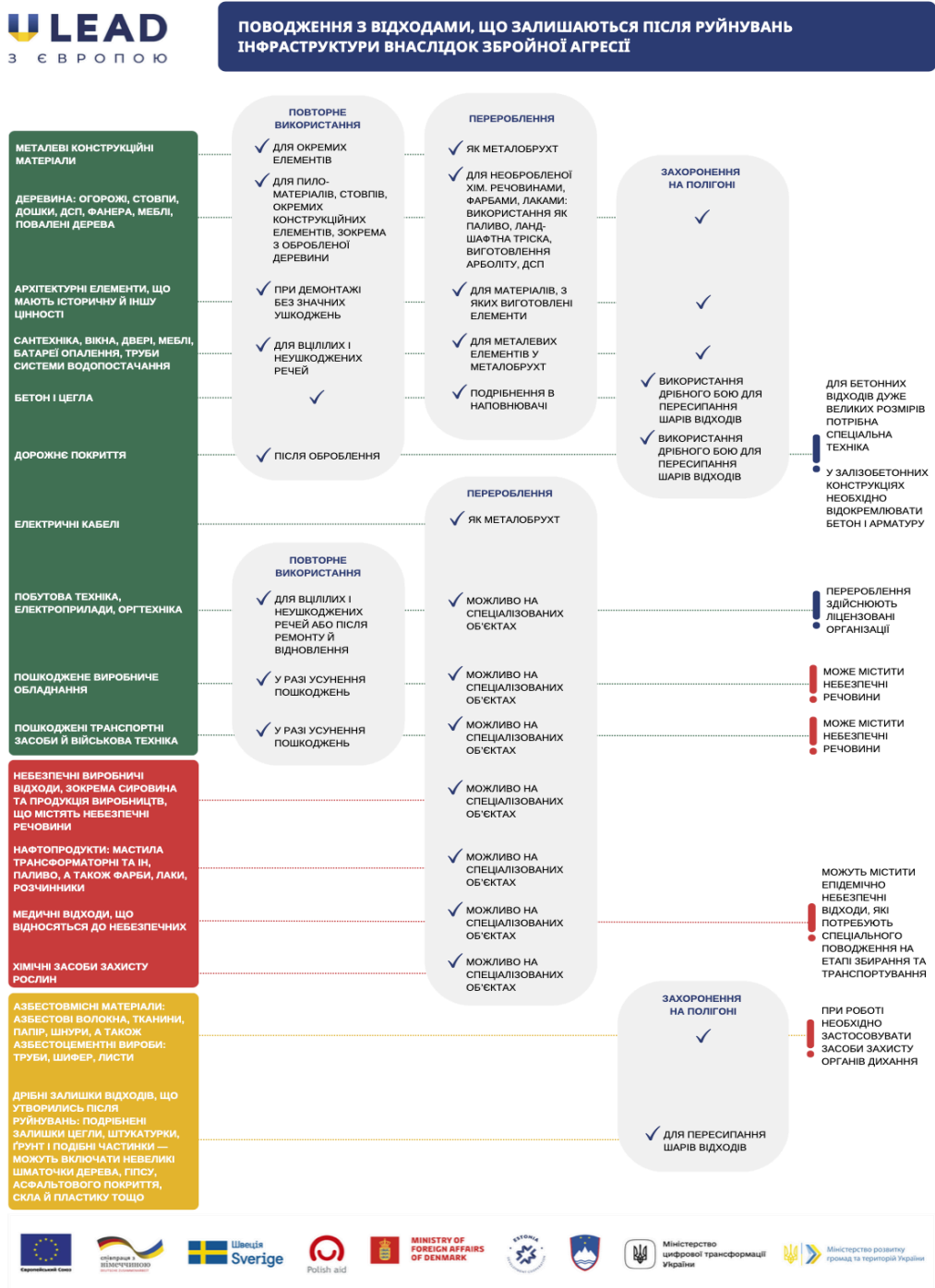


Рисунок 4.10 – Схема компанії ГО «ДЕСПРО»

Тож, за правильного розподілу ресурсів відбудова зі сміття від руйнації – не примхлива мрія, а цілком реальна перспектива.

4.4 Рециклінг в країнах Європи

В європейських країнах рециклінг є високопріоритетним завданням і включається до загальної стратегії щодо управління відходами.

Важливість рециклінгу у європейських країнах полягає у зменшенні негативного впливу відходів на навколишнє середовище, збереженні природних ресурсів і скороченні енергоспоживання. Рециклінг також сприяє створенню нових робочих місць і сприяє розвитку суспільства шляхом стимулювання інновацій і ринку вторинної сировини.

Європейські країни приділяють велику увагу організації системи збору, сортування і переробки відходів. Вони постійно виробляють нові політики та законодавство, спрямовані на підтримку роздільного збору та рециклінгу. Національні та регіональні уряди співпрацюють з місцевими органами влади, бізнес-сектором, неприбутковими організаціями та громадськістю для створення ефективної системи управління відходами.

Одним з ключових аспектів рециклінгу є сортування відходів. Відходи розділяються на різні фракції в залежності від матеріалу і можливості переробки. Наприклад, скло, пластик, папір та метал сортуються окремо. Це дозволяє ефективніше використовувати різні типи відходів у процесі переробки і забезпечує виготовлення якісної вторинної сировини.



Рисунок 4.11 – Схема сортування вивозу і переробки сміття в Німеччині

Після сортування настає етап переробки. Відходи піддаються обробці, яка полягає у зменшенні розміру, очищенні від забруднень і відновленні матеріалів. Це може бути розмелювання, виробництво гранул або розтоплення для виготовлення нових продуктів. У цьому процесі важлива роль відводиться технологічній інфраструктурі, такій як сортувальні лінії, переробні заводи і рециклінгові центри.

Після переробки матеріали можуть бути використані для виготовлення нових товарів або матеріалів. Наприклад, пластикові пляшки можуть бути перероблені в нові пляшки, текстиль може бути використаний для виробництва нового одягу, а папір - для виготовлення паперових виробів. Застосування вторинної сировини сприяє зменшенню видобутку природних ресурсів і енергозатрат, а також зменшує кількість відходів, які потрапляють на сміттєзвалища.



Рисунок 4.12 – Схематичне порівняння пріоритетів поводження з відходами між Європою та Україною

Будівельний рециклінг в європейських країнах є досить розвиненою галуззю в управлінні відходами та сталого будівництва. Одним із ключових аспектів цього процесу є переробка будівельних відходів, щоб уникнути безпосереднього скидання їх на смітник або до звалища.

У багатьох європейських країнах існують законодавчі норми та правила, які встановлюють обов'язкові вимоги щодо рециклінгу будівельних відходів. Наприклад, в Німеччині закон "Der Kreislauf- und Abfallmanagement Gesetz" встановлює recycling quotas (квоти переробки) для будівельних відходів, що слід виконувати будівельними компаніями.

Також в Європі існують спеціалізовані компанії та установи, які займаються збором, сортуванням та переробкою будівельних відходів. Ці компанії можуть виділити та повторно використовувати матеріали, такі як дерево, сталь або бетон, у нових будівельних проектах. Відходи, які неможливо повторно використати, можуть бути перероблені відповідно до вимог екологічного законодавства, наприклад, шляхом переробки бетону для отримання нового будівельного матеріалу.

Будівельний рециклінг також сприяє зменшенню викидів парникових газів та використанню природних ресурсів. В усьому цьому процесі важливу роль відводиться освіті будівельних підприємств та громадськості про важливість відповідного управління будівельними відходами.

Проте, незважаючи на прогрес у багатьох європейських країнах, існують ще певні виклики для більш широкого впровадження будівельного рециклінгу. Наприклад, не всі будівельні компанії включають поворотні матеріали в свої будівельні проекти через обмежену доступність та високу ціну цих матеріалів. Тому важливо продовжувати роботу над розвитком ефективних стратегій та регулюванням у цій галузі, щоб забезпечити стале майбутнє будівництва в Європі.

Отже, рециклінг в європейських країнах відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку. Велика увага приділяється організації системи збору, сортування і переробки відходів, а також стимулюванню роздільного збору

5 ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

5.1 Вивчення та дослідження закономірностей складу та об'єму утворення будівельних відходів від різних видів діяльності

У сучасному світі, де швидкі темпи індустріалізації та будівництва супроводжують наше повсякденне життя, проблема управління будівельними відходами стає все більш актуальною та нагальною. За останні роки інтерес до вивчення та аналізу закономірностей утворення відходів від будівництва зросло, оскільки це дозволяє розробляти більш ефективні стратегії управління відходами та зменшувати негативний вплив на довкілля.

Перед початком аналізу закономірностей утворення будівельних відходів, слід визначити поняття будівельних відходів та їх види. Будівельні відходи включають у себе різноманітні матеріали, які залишаються внаслідок будівельних, ремонтних та демонтажних робіт. Це можуть бути залишки будівельних матеріалів, упаковка, деревина, метал, скло, пластик, відходи електрообладнання та інші речовини.

Перший аспект, який варто розглянути, - це обсяг будівельних відходів, який утворюється внаслідок різних видів діяльності. Загальний об'єм будівельних відходів значно залежить від типу будівельних проектів. Наприклад, великі інфраструктурні об'єкти, такі як автомагістралі чи аеропорти, можуть утворювати величезні обсяги відходів порівняно із зведенням житлового будинку. Графіки та

таблиці можуть ілюструвати цю залежність, роблячи акцент на обсягах відходів у різних типах будівництва.

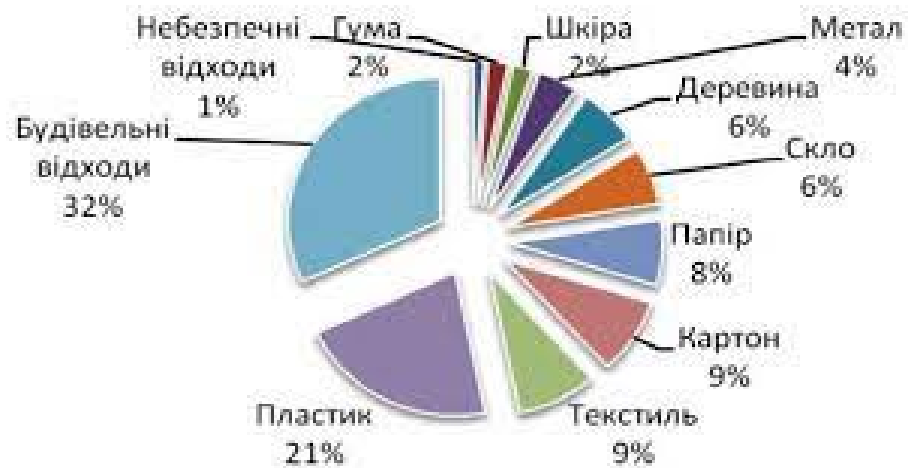


Рисунок 5.1 – Кругова діаграма відходів в Україні у відсотковому співвідношенні

Крім того, важливо розглянути вплив різних етапів будівельного процесу на утворення відходів.

Наприклад, демонтаж старого будівлі може призвести до значного обсягу відходів, особливо якщо застосовувалися застарілі будівельні матеріали, які не піддаються вторинній переробці.

Графіки та діаграми можуть допомогти визначити ті етапи будівельного процесу, де найбільше утворюються відходи, та спрямувати зусилля на їх зменшення.



Рисунок 5.2 – Етапи будівництва



Рисунок 5.3 – Схема промислових відходів

Найбільші обсяги відходів накопичуються у видобувній (вугільні терикони, відвали порожньої породи) і переробній промисловості (особливо в металургії і хімічній промисловості)

Значний внесок у розуміння закономірностей утворення будівельних відходів може внести аналіз використання матеріалів на будівельному об'єкті.

Деякі будівельні матеріали можуть бути більш піддаємі вторинній переробці, що сприяє зменшенню обсягу відходів. У той час як інші матеріали можуть мати обмежений термін служби та викидаються як відходи після короткого періоду використання.

Одним із основних аспектів дослідження є визначення складу будівельних відходів. Конструкція будівельних відходів може бути дуже різноманітною і залежить від ряду факторів, таких як тип будівлі, матеріали, що використовуються для будівництва, та технологічні процеси. Загалом будівельні відходи можна класифікувати на два основні типи: суміші природного походження (тирса, вапно, цегла) та штучні матеріали (бетон, метал, пластик). Окрім того, у склад будівельних відходів можуть входити різні нечистоти, які утворюються під час роботи на будівництві.

Основними джерелами утворення будівельних відходів є будівництво нових будівель, демонтаж та реконструкція старих споруд, а також ремонтні роботи. В останні роки спостерігається зростання обсягів будівельного виробництва, що призводить до збільшення масштабів проблеми управління будівельними відходами. Дослідження обсягів утворення будівельних відходів є важливим для розробки ефективних систем управління відходами та впровадження екологічно чистих технологій будівництва.



Рисунок 5.4 – Розрахунки кількості будівельного сміття

Одним із методів дослідження обсягів утворення будівельних відходів є аналіз статистичних даних про будівництво та ремонтні роботи. Для цього необхідно проводити постійний моніторинг будівельної галузі, збирати дані про обсяги будівництва, види будівельних робіт та використані матеріали. Така інформація дає змогу визначити тенденції утворення будівельних відходів та розробляти заходи для їх зменшення.

Одним зі шляхів управління будівельними відходами є переробка та утилізація. Дослідження закономірностей складу та об'єму утворення будівельних відходів дає змогу визначити оптимальні способи переробки різних типів відходів. Використовуючи сучасні технології, можна виділити корисні компоненти з будівельних відходів та використовувати їх у новому будівництві

або виробництві будівельних матеріалів. Такий підхід дозволяє зменшити кількість відходів, які потрапляють на полігони сміття і сприяє збереженню природних ресурсів.

Узагальнюючи, вивчення та дослідження закономірностей складу та об'єму утворення будівельних відходів від різних видів діяльності є важливим кроком у вирішенні проблеми управління відходами. Знання про склад та обсяги відходів дозволить розробляти ефективні системи управління відходами та інтегрувати екологічно чисті технології в будівельні процеси. Це сприятиме збереженню природних ресурсів та покращенню якості довкілля.

5.2 Розробка рекомендацій з використання будівельних відходів для збільшення обсягів вторинної реконструкції

Сьогоднішнє будівництво стикається з проблемою надмірної витрати природних ресурсів і активної утилізації будівельних відходів. Усвідомлюючи важливість сталого розвитку і необхідність збереження навколишнього середовища, потрібно зосередитися на розвитку альтернативних підходів до утилізації будівельних відходів. Одна з таких альтернатив - використання будівельних відходів для вторинної реконструкції.

1. Оцінка проблеми утилізації будівельних відходів

Початковим етапом розробки рекомендацій є оцінка проблеми утилізації будівельних відходів. Для цього необхідно вивчити статистику та дані щодо обсягів будівельних відходів, які утилізуються, а також розглянути поточні підходи до їх утилізації.

Наприклад, у багатьох країнах зокрема Європейському Союзі, вживаються заходи, які спрямовані на підтримку вторинної реконструкції та використання будівельних відходів. Оцінка проблеми допоможе визначити основні перешкоди для вторинної реконструкції та розробити відповідні рекомендації для їх подолання.

2. Вивчення технологій вторинної реконструкції

На наступному етапі дослідження необхідно вивчити наявні технології та методи вторинної реконструкції. Існує багато інноваційних рішень, які дозволяють використовувати будівельні відходи для нового будівництва. Наприклад, використання перероблених матеріалів, які отримані з вторинних будівельних відходів, може бути дешевше та екологічніше, ніж використання нових матеріалів. Вивчення таких технологій та їх ефективності дозволить розробити рекомендації щодо їхнього впровадження.

3. Визначення перешкод та вирішення проблем

Після оцінки проблеми та вивчення технологій вторинної реконструкції, слід визначити основні перешкоди, які заважають використанню будівельних відходів для цієї цілі.

Наприклад, однією з перешкод може бути відсутність регуляторної бази для вторинної реконструкції або небажання розвивати такі технології через високі витрати. Для кожної перешкоди необхідно розробити відповідні рекомендації та стратегії, які допоможуть подолати цю перешкоду та сприятимуть використанню будівельних відходів для вторинної реконструкції.

4. Розробка стимулюючої політики та правового регулювання

Окрім вирішення конкретних проблем, необхідно також розробити стимулюючу політику та правове регулювання, які сприятимуть вторинній реконструкції та використанню будівельних відходів. Це може включати посилення нормативних вимог до утилізації будівельних відходів, надання

фінансової підтримки для розробки переробки будівельних відходів, а також надання податкових пільг для підприємств, які активно використовують будівельні відходи для вторинної реконструкції.

Використання будівельних відходів для вторинної реконструкції є ефективним рішенням для збільшення обсягів утилізації та збереження природних ресурсів. Розробка рекомендацій з використання будівельних відходів для вторинної реконструкції передбачає оцінку проблеми, вивчення технологій, визначення перешкод та розробку стимулюючої політики.

Це допоможе підвищити обсяги вторинної реконструкції та знизити негативний вплив будівництва на навколишнє середовище.

6 ПРОЦЕС ВТОРИННОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

6.1 Етапи процесу вторинної реконструкції

Вторинна реконструкція в будівництві – це процес оновлення, модернізації, перебудови або реставрації будівель, які вже були побудовані. Вона може включати в себе різні етапи, кожен з яких має свою вагу і впливає на кінцевий результат реконструкції.

Перший етап вторинної реконструкції – планування. На цьому етапі власник або замовник будівельного проекту визначає цілі та об'єкти реконструкції, а також встановлює бюджет та терміни виконання робіт. Важливо врахувати всі фактори, що можуть впливати на процес реконструкції, такі як дозволи, правила технічної безпеки, культурні та історичні вимоги.

Другий етап – проектування. На цьому етапі розробляється детальний план реконструкції, включаючи всі необхідні конструкції, технології та матеріали. Інженери, архітектори та інші спеціалісти працюють над розробкою проекту, що відповідає вимогам замовника та враховує всі технічні та естетичні аспекти реконструкції. На цьому етапі також здійснюється оцінка вартості робіт та складання угод з підрядниками.

Третій етап – виконання робіт. Після затвердження проекту та укладення угод з підрядниками, розпочинається фактичне проведення робіт з реконструкції. На цьому етапі важливо забезпечити контроль якості, дотримання технологій та безпеки праці. Виконавці робіт повинні дотримуватися графіка робіт та забезпечувати вчасне та якісне виконання робіт згідно з документацією проекту.

Четвертий етап – випробування та введення в експлуатацію. По завершенні робіт з реконструкції об'єкт проходить ряд випробувань та перевірок, щоб переконатися у правильності та безпечності виконання реконструкції. Здійснюються перевірки систем, апаратур та електромеханічного обладнання, які можуть включати випробування на приймання, ефективність та безпеку експлуатації.

Останній етап – експлуатація та обслуговування. Після випробування об'єкт вводиться в експлуатацію. На цьому етапі проводиться регулярне обслуговування, ремонтні та технічні роботи для забезпечення безперебійної та ефективної роботи об'єкта. Також важливо забезпечити безпеку та дотримання всіх правил експлуатації.

Вторинна реконструкція в будівництві – це довгий і складний процес, який вимагає великої відповідальності та професіоналізму. Кожен етап реконструкції має свої вимоги та впливає на кінцевий результат. Взаємодія між замовником, проектними організаціями та виконавцями є невід'ємною частиною цього процесу, яка сприяє успішному завершенню реконструкції та задоволенню всіх зацікавлених сторін.

Враховуючи високі вимоги до реконструкції, слід пам'ятати, що її проведення може принести великі плюси як для власників будівель, так і для споживачів послуг. Вдала реконструкція забезпечує покращення технічних характеристик об'єкта, підвищення його енергоефективності, безпеки та комфорту. Крім того, це може сприяти розвитку місцевих господарських процесів, піднімати соціально-економічний статус регіону та покращувати якість життя людей.

7 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕРОБКИ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ І БЕТОННИХ ВИРОБІВ

7.1 Методи переробки залізобетонних і бетонних виробів

Застосовуються статичні (розколювання, дроблення, різання і розширення) і динамічні (ударний, вібраційний, вибухові) методи руйнування будівельних матеріалів. Варто зазначити, що питомі енергетичні витрати менш значні при динамічних методах. Нині найбільше вдосконалено технології руйнування будівельних конструкцій ударними методами, розколюванням, різанням, дробленням і розширенням.

Найдоцільніше розглядати цикл роботи полігона (майданчика) утилізації будівельних відходів, розглядаючи процес переробки залізобетонних виробів.

Залізобетонний брукт, що утворюється на місці демонтажу будівель і споруд, що зносяться, відправляють на полігон (майданчик) з переробки, де попередньо складують для підготовки до первинного дроблення.

Необхідно попередньо подрібнити в агрегаті великого дроблення будівельні відходи. Далі вони прямують на конвеєр з магнітним надстрічковим відокремлювачем, що дає змогу вловлювати металеві частинки. Шматки бетону, позбавлені металевих включень, відправляються у віброживильник. Відбувається процес відсортовування дрібної (до 50 мм) фракції. Також ця операція застосовується для подальшої рівномірної подачі матеріалу в розділову станцію. На цій стадії відбувається відсортовування дерева і пластмаси. Дрібна фракція через агрегат сортування, забезпечений односитним грохотом, розділяється на невикористовуване "сміття" і великі шматки, які направляються на склад готової

продукції. Далі матеріал, з якого видалили дерево і пластмасу, надходить в агрегат дроблення з роторною дробаркою. Тут відбувається його подрібнення. Стрічковим конвеєром з магнітним відокремлювачем металу матеріал переправляється в агрегат сортування з триситним грохотом.

У цьому агрегаті відбувається відсіювання найбільшої фракції, яку в подальшому відправляють на повторне дроблення. Виходячи з вищевикладеного можна встановити, що виходить щєбінь 3х фракцій, який накопичується на складі готової продукції. Арматура пакується і подається на склад готової продукції.

7.1.1 Ударні методи

Одними з найбільш вживаних методів є гідравлічні та пневматичні молоти на самохідних установках. Вони характеризуються високою продуктивністю, мобільністю і можливістю точного прикладання удару. Гідравлічні молоти є кращими, оскільки мають менший рівень шуму, вібрації та пилоутворення.

Найкращі рекомендації отримали гідравлічні молоти з енергією одиночного удару 9000 Дж і гідропневматичні установки з навантаженням до 3000 Дж.



Рисунок 7.1 – Гідравлічний молот НМ 900



Рисунок 7.2 – Гідравлічний молот ТЕХ 200 Н

7.1.2 Пневматичні бетоноломи

Пневматичні бетоноломи з енергією удару 80-90 Дж використовують для розбирання бетонних і залізобетонних конструкцій і завалів, бутобетонних і цегляних споруд і напівскельних порід. Вони забезпечуються змінними

робочими органами (пікон і лопатою), а конструктивне виконання залежить від виду матеріалу, що розбирається.

Пневматичні відбійні молотки з енергією удару 30-45 Дж використовуються для демонтажу бетонних і асфальтобетонних покриттів, цегляних стін. Режим роботи: для увімкнення потрібне натискання на рукоятку з певним зусиллям, для вимкнення - достатньо зняття зусилля з рукоятки. Живлення енергією ручних пневматичних машин здійснюється стаціонарними компресорними установками і повітророзподільними мережами підприємства, що реконструюється. За відсутності такої можливості використовують пересувні компресори.

Електричні лопати і бетоноломи з енергією удару 40 Дж використовуються для розбирання бетону і залізобетону, цегляної кладки, асфальтобетонних і бетонних покриттів. Молотки електричні з енергією удару 25 Дж доцільно пропонувати для розбирання асфальтобетонних і бетонних покриттів, цегляної кладки. Молотки електричні з енергією удару 10 Дж і нижче можуть використовуватися для розбирання цегляної кладки невеликої міцності (на розчині М25 і нижче).

Електричні ручні машини ударної дії характеризуються меншою енергією одиничного удару порівняно з пневматичними. Але варто враховувати, що при їхній роботі значно нижчий рівень шуму. Це сприяє зниженню стомлюваності працівників. Електричні ручні молотки і бетоноломи рекомендується застосовувати для поелементного розбирання конструкцій середньої і низької міцності, а також при роботах на висоті. Для цих робіт, у випадках застосування пневматичних ручних машин, робітникам потрібно докладати додаткових зусиль на підйом і утримання повітропровідного рукава. Цей фактор трудового процесу сприяє швидкій стомлюваності і відповідно зниженню продуктивності.

Пневматичні ручні машини ударної дії дуже добре себе зарекомендували для розбирання міцніших бетонних, залізобетонних і цегляних конструкцій.

7.1.3 Розколювання

Для виконання робіт із демонтажу бетонних і залізобетонних конструкцій методом розколювання використовують гідроклинья. Це сприяє виконанню робіт без шкідливих впливів вібрацій, шуму та пилоутворення. Гідроклин складається з гідроциліндра, розклинювального пристрою, насосної станції. Розклинювальний пристрій вставляють у висвердлений отвір, під час роботи він створює зусилля до 130 т. Насосна станція необхідна для створення тиску в гідроциліндрі. Середня продуктивність гідроклиннів приблизно в 510 разів вища порівняно з ручними відбійними молотками.

Гідроклиновий розколювач приводиться в дію гідроциліндром. Розколювач використовується для руйнування бетонних фундаментів з маркою бетону до 300 при будь-якому ступені внутрішньої обмеженості будівлі, що реконструюється. Робочий орган цього пристрою являє собою циліндр, що стоїть вертикально, в середній частині якого на всю висоту вирізаний клин, що звужується знизу вгору. Під час підйому клиноподібної частини циліндра вгору бічні частини розсуваються, збільшуючи діаметр циліндра. За рахунок підбору кутів клина зусилля, що розвивається циліндром, збільшується в кілька разів (до 10) і досягає 1500-2000 кН.

Установки, що складаються з маслонасосної станції та кількох (до 5) клинових пристроїв, рекомендується застосовувати для розколювання бетонних фундаментів.

7.1.4 Різання

Найбільш затребувані методи, що дають змогу розчленувати споруду або конструкцію на окремі елементи (блоки), придатні для повторного використання. Для виконання робіт застосовуються алмазні відрізні круги і термічне різання із застосуванням кисневого дуття, плазми або електричної дуги. Розробки і конструкції сучасних машин з алмазними кругами можуть різати залізобетон на глибину до 400 мм і з механічною швидкістю подачі до 2 м/хв.

7.1.5 Дроблення

Дроблення здійснюють зубами. Зуби встановлюють на бетоноломи або окремо кріпляться на екскаваторі. За наявних конструкцій змінного робочого обладнання є можливість дробити залізобетонні конструкції товщиною до 700 мм і фундаментів до 1200 мм.

Перевага дробильної установки: можливість її використання безпосередньо на місці утворення будівельних відходів. При цьому дробильно-сортувальний комплекс здійснює свою роботу на будівельному майданчику. До роботи може приступати одразу після встановлення. Важливі критерії конкурентоспроможності робіт з переробки будівельних відходів на мобільній дробильній установці:

- собівартість робіт від цього способу утилізації відходів значно нижча, якщо наводити як приклад із захороненням на полігонах;
- здатність переробки відходів прямо на місці їх утворення;

- переробка та утворення дешевого щебеню, що досягається екологічно нешкідливим способом;
- отримання товарного металобрухту;
- розв'язання численних екологічних проблем.

На рисунку 7.3 показано схему руйнування, на якій відображено, що відбувається відносно рівномірне відділення бетону від арматури внаслідок повільного (повзучого) руйнування контактної зони між арматурою та бетоном.

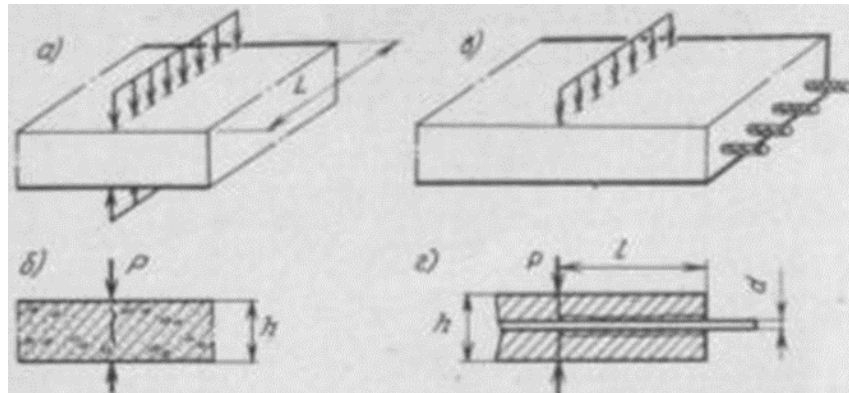


Рисунок 7.3 – Схема завантаження бетонних і залізобетонних виробів під час руйнування

а, в - схеми положення навантажень; б, г - схеми руйнування

7.1.6 Руйнування

Метод розширення найчастіше ґрунтується на застосуванні патронів рідкої вуглекислоти (кардокса). Принцип дії патронів ґрунтується на збільшенні об'єму. Це досягається переходом вуглекислого газу з рідкого в газоподібний

стан. Варто зазначити, що тиск, який розвивається, змінюється від 125 до 275 МПа. Але все частіше можна почути про застосування інших складів, що розширюються. Їхня дія базується на різних хімічних процесах, які протікають від декількох годин до 30 хв. Руйнування конструкцій відбувається шляхом розширення залитої в пробурені шпури суміші порошку з водою. Незаперечною перевагою є тиск, що розвивається, який значно нижчий, ніж у разі використання каркаса (у межах 3040 МПа). Цей метод застосовний для руйнування легких залізобетонних конструкцій.

Існують загальні принципи створення технологічного обладнання з переробки некондиційного бетону і залізобетону. Вони ґрунтуються на можливості застосування наявного дробарно-сортувального обладнання, що використовується під час переробки природного каменю з кар'єрів. На визначення конструктивних параметрів дробильної установки впливає безліч чинників. Оскільки ці установки призначені для перероблення відходів із залізобетону, необхідно передбачати наявність арматури і неможливість точного контролю форми і розмірів матеріалу, що подається. Особливості процесу, що характеризуються необхідністю пропускання арматури через установку з переробки відходів із залізобетону, диктують робити вибір каменедробарки первинного дроблення підвищеної продуктивності. Це тягне за собою збільшення габаритних розмірів.

Найчастіше для установок первинного дроблення некондиційного залізобетону застосовують різні конструкції дробарок. Але істотним недоліком є необхідність завантажувати в дробильну камеру виробу з обмеженими розмірами: по довжині до 3 м і по ширині до 1 м. Тому за цими характеристиками найбільш ефективними є щоківі дробарки. Якщо досить гостро стоїть питання видалення арматури, то найчастіше застосовуються магнітні надконвеєрні сепаратори. Дані сепаратори самостійно збирають

притягнуту арматуру. Для більш ретельного видалення металу може бути застосована двостадійна технологія. В даному випадку після сепаратора встановлюється в конструкцію магнітний барабан.

Після етапу відсортовування і від'єднання від залізобетону арматура розділяється на мірні шматки. Цю процедуру проводять із застосуванням ручних гідравлічних алігаторних ножиць для подальшого транспортування до місць її утилізації.

Під час виробництва багатопанельного домобудівництва в перші роки житлового та промислового будівництва використовували важкий бетон марок М75М300 (В5В25) і легкий бетон марок М50М150 (В3,5В10). Під час процесу розбирання цих споруд необхідно враховувати цей факт. Не існує технології, що дає змогу зробити повний поділ бетону за видами і марками. Також варто враховувати, що залежно від характеристик використовуваного обладнання в процесі дроблення і сортування фізико-механічні характеристики щебеню з будівельного брухту можуть підлягати змінам.

Первинне дроблення будівельних відходів потребує попередньої підготовки. Для цього використовують додаткове обладнання. Склад додаткового обладнання: гідравлічний екскаватор зі швидкозмінним (спеціальним) обладнанням "кліщі". Обладнання "кліщі" можуть розділяти бетонні елементи товщиною до 300 мм з арматурою до 40 мм. Ця конструкція допускає можливість оперативної заміни гідронозиць на гідромолот.

Транспортування будівельних відходів у вібраційний живильник відбувається за допомогою автотранспорту з ковшем завширшки 45 м і глибиною 1,4 м. Після цього починається процес первинного великого дроблення.

Так, важливими факторами при встановленні способів розбирання і руйнування конструкцій є трудомісткість виробничого процесу, а також терміни

виконання робіт. Але безсумнівно важливу роль у виборі конструкцій для переробки є вимоги до вихідних даних матеріалів, придатних до повторного використання.

При розробленні та створенні ефективних технологій з переробки будівельних відходів при розбиранні будівель і споруд спираються на

усунення актуальних проблем екологічної безпеки:

- ліквідація звалищ і поховань будівельного сміття та відходів будівельного виробництва;

- підвищення чистоти повітряного басейну від забруднень, які виявляються під час термічної обробки будівельного сміття та відходів;

- створення ресурсозберігаючих технологій з переробки будівельних відходів. Що дасть змогу здійснити значну економію будівельних матеріалів.

8 ДОСЛІДНО - ЕКПЕРИМЕНТАЛЬНА АПРОБАЦІЯ

8.1 Аналіз процесів руйнувань будівель і споруд з подальшим вибором методу, застосовного в магістерській роботі

Рішення про знесення будівель і споруд ухвалюється міською владою на підставі висновків різних відомств. Після цього генпідрядник будівництва нової будівлі повинен вибрати спосіб знесення. Сьогодні застосовуються кілька їхніх видів - ручне розбирання, механічне знесення і підрив будівлі. Кошторисна вартість демонтажу старої будови наближається до 30% від вартості нового будівництва.

Останнім часом значно зріс інтерес до механічного демонтажу будівель, незважаючи на великі економічні витрати. Це пов'язано з більш високими екологічними показниками під час виконання таких робіт. Такий спосіб руйнування спрямований на переробку 100% будівельних залізобетонних відходів за незначного впливу на навколишнє середовище.

"Вибуховий" характер:

Одним із широко застосовуваних способів демонтажу конструкцій є вибух. Дозволяє розібрати практично будь-який вид споруди. Застосовується за умови неможливості механічного розбирання, або при дуже трудомістких роботах з демонтажу. Час і вартість - ось головні плюси цього методу.

Проте потенційна небезпека може стати незрівнянною порівняно з виграшем у часі та грошах. Саме з метою безпеки і законності проведення демонтажу за допомогою вибуху компанії співпрацюють з відповідним відділом правоохоронних органів, які навчені поводженню з "вибуховими" речовинами.

Одним із важливих чинників при виборі розбирання будівлі є ступінь небезпеки для людей і важливих комунікацій. Під час вибуху відбувається не руйнування, а "завал" будівлі.

На підставі статистики можна побачити, що до вибухових робіт у Європі вдаються дуже рідко.

"Розбір по шматочках":

Під час механічного знесення операція проходить у кілька стадій: проектування, отримання дозвільної документації на знесення будівель, підготовка будівлі до знесення, демонтаж, переробка сміття.

Деякі будови доводиться повністю розбирати вручну. На руйнування "під нуль" старого корпусу будівлі з чотирьох поверхів з тонкими стінами йде день - два. Залежно від складності об'єкта знесення може розтягнутися на кілька місяців.

Після проведеного аналізу методів руйнування було зроблено висновок про доцільність використання методу "Розбір по шматочках", оскільки він дасть змогу максимально зберегти демонтовані залізобетонні конструкції корпусу для подальшого рециклінгу.

8.2 Утилізація будівельних відходів у Запорізькій області

Зростання населення, швидкий розвиток інфраструктури і будівельної галузі призводять до збільшення обсягів будівельного сміття. За даними Міжнародного союзу охорони природи, кількість будівельних відходів у світі зросла до 1,3 мільярда тонн на рік. Це ставить задачу перед кожною країною: як ефективно використовувати та утилізувати цей вид відходів.

Запорізька область не є винятком. Будівельна галузь в цьому регіоні активно розвивається, що призводить до значного накопичення будівельних відходів. Для вирішення проблеми утилізації будівельних відходів у Запорізькій області були прийняті деякі кроки.

Одним з найважливіших кроків є створення спеціальних пунктів збору та подальшої утилізації будівельних відходів. У таких пунктах будівельні підприємства можуть передавати некорисні і непотрібні будівельні матеріали, що полегшує процес їх подальшої утилізації.

У Запорізькій області такі пункти були створені в кожному районному центрі. Вони обслуговуються спеціалізованими підприємствами, які здійснюють сортування і подальшу переробку відходів. Це дозволяє забезпечити екологічно безпечний та ефективний процес утилізації.

Ще одне важливе напрямком утилізації будівельних відходів в Запорізькій області - це їх переробка на вторинну сировину. Зокрема, багато матеріалів, таких як металобрухт чи скло, можуть бути перероблені і використані повторно. Така переробка дозволяє зменшити витрати на виробництво нових матеріалів і зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. У Запорізькій області вже існують кілька підприємств, які займаються переробкою будівельних відходів на вторинну сировину. Однак, необхідно збільшити їх кількість, а також підтримувати їх розвиток шляхом надання державної підтримки та стимулювання бізнесу.

Одним із аспектів утилізації будівельних відходів є їх захоронення на спеціальних полігонів. Незважаючи на те, що цей спосіб сховищем будівельного сміття є найбільш простим, він має свої недоліки. Перш за все, полігони потребують великих площ, що ускладнює їх розташування в населених пунктах. Крім цього, з часом будівельні відходи можуть стати джерелом забруднення довкілля, оскільки різні матеріали починають розкладатися і виділяти шкідливі

речовини. Тому важливо регулярно контролювати такі ділянки і вчасно приймати заходи для запобігання забрудненню.

Утилізація будівельних відходів в Запорізькій області також пов'язана з економічними та соціальними аспектами. Перш за все, раціональне використання й утилізація будівельних відходів може знизити витрати на будівництво. Використання вторинної сировини також може створити нові робочі місця і підтримати розвиток малих і середніх підприємств.

Однак, для успішної утилізації будівельних відходів в Запорізькій області потрібно вирішити кілька проблем. Перш за все, необхідно підвищити обізнаність населення про шкоду будівельного сміття та методи його утилізації. Крім того, важливо розробити ефективну стратегію управління будівельними відходами, що враховуватиме особливості регіону та ресурсоемність будівельних проектів. Також доцільно надавати підтримку підприємствам, які займаються переробкою будівельних відходів, шляхом зменшення податкового тиску і надання фінансової допомоги.

8.3 Вибір дробильної конструкції

У світовій практиці застосовуються два основні принципи організації переробки важких будівельних відходів:

- переробка відходів на стаціонарних комплексах;
- переробка відходів, що утворилися, на місці їх виникнення (мобільні установки).

Переробка будівельних відходів на стаціонарних комплексах має два серйозні недоліки:

- обов'язковість наявності у переробної організації спеціальної ділянки для складування і сортування відходів, що надходять;

- необхідність транспортування до місця переробки, що при зростаючих цінах на бензин істотно збільшує витрати на переробку, а в умовах міста призводить також до значних витрат часу.

У мобільних дробильних установок такі обмеження відсутні. Їх можна з великим успіхом використовувати в умовах обмеженого простору прямо на будівельному майданчику обмеженого розміру під час виконання робіт. Мобільна установка може бути за кілька годин перевезена з одного місця на інше і приступити до роботи, що дає змогу значно скоротити тимчасові витрати і прискорити технологічний процес.

Існує кілька конструкційних типів дробильних установок. Для реальної переробки будівельного брухту придатні тільки два типи з них - щокові та роторні. Решта типів не можуть використовуватися для первинної переробки засміченого будівельного брухту.

У питанні вибору оптимального базового обладнання - щокової або роторної дробарки - експерти розходяться в думках. Обидва типи дробарок, маючи низку своїх особливих переваг, також мають і свої специфічні недоліки, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння щокових і роторних дробарок

Щокові дробильні установки		Роторні дробильні установки	
Переваги	Недоліки	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
- порівняно невисока вартість;	- високі вимоги щодо підготовка	- висока продуктивність, яка майже не	- більш висока вартість за порівняно з

- порівняно низька вартість ТО; - низькі питомі енерговитрати; - високий ресурс дробильних пластин; - невелике зміст дрібниці у подрібненому матеріалі; - високий ступінь дроблення (1:20); - невисока продуктивність	вхідного матеріалу; - висока лещадність матеріалу на вихід	залежить від регулювання вихідного зазору; - високий коефіцієнт дроблення; - можливість переробляти погано підготовлений матеріал (великі шматки, наявність великої арматури, заставних тощо); - високий ступінь дроблення (1:20); - висока кубовидність продукт	щокими дробарками; - більш висока вартість ТО; - високі питомі енерговитрати; - високий відсоток відсіву; - ресурс бив (ударних пластин) нижче ресурсу щік на щоківих дробарках
---	---	--	---

При переробці будівельного брухту використовують три типи завантажувальних живильників для дробарки: пластинчасті, вібраційні, ланцюгові.

Останнім часом основним типом завантажувальних живильників стали вібраційні, що пояснюється істотним підвищенням довговічності підшипників

вібраторів, через які сфера їхнього застосування була раніше обмежена. Вібраційні живильники працюють також як попередні грохоти, що відсівають дрібну і забруднену фракцію.

Під час вибору дробильної установки для переробки залізобетону велике значення мають також технічні параметри, представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Важливі параметри дробильних установок

Параметри	Примітки
1	2
Час пуску в роботу	Для різних установок нормативний час пуску різниться в межах 30 - 60 хв. Малий час пуску збільшує середню продуктивність установки
Магнітний сепаратор	Наявність магнітного сепаратора обов'язкова під час роботи з залізобетоном для відділення арматури та іншого металобрухту від роздробленого матеріалу
Нормативна продуктивність установки	Продуктивність істотного залежить від способу завантаження дробарки і характеристик матеріалу живлення, таких, як гранулометричний склад, насипна щільність, вологість і подрібнюваність

<p>Максимальні розміри шматка, що переробляється</p>	<p>Під час переробки будівельного брухту з великою часткою великих (понад 1 м за довжиною і шириною шматків залізобетону) розмір вхідного отвору є важливим параметром, від якого залежить ступінь попередньої підготовки матеріалу. гідроножицями та/або гідромолотом</p>
<p>Рівень шуму установки</p>	<p>Для роботи в міських умовах рівень шуму установки не повинен перевищувати встановлених гранично допустимих норм (40 - 60 дБ). В іншому разі необхідно застосування звукоізоляційних огорожень у місці роботи установки</p>
<p>Автономність установки</p>	<p>Установка повинна безперервно працювати в умовах відсутності ліній електропередач і додаткового обладнання (наприклад, електрогенераторів)</p>

Ціна установки істотно залежить від вибору комплектацій, її продуктивності та інших технічних характеристик. Підтримані установки коштують у 1,5 - рази менше за аналогічну нову модель, але мають кілька суттєвих недоліків:

- установка сконструйована під дроблення матеріалів, визначених попереднім власником, що може істотно знизити її продуктивність під час роботи з новими матеріалами;
- менший ресурс роботи установки;
- відсутність гарантій продавця на обладнання;
- істотний знос основних робочих частин (практично завжди обов'язкова заміна бив відразу ж після купівлі);
- підвищені витрати на технічне обслуговування установки.

Таким чином, економія на купівлі вживаної техніки переходить у збільшення витрат на ремонт, знижену продуктивність і ресурс роботи, що виливаються в недоотриманий прибуток.

8.4 Мобільна дробильна установка LT105

З урахуванням кон'юнктури ринку утилізації відходів було обрано основний вид будівельних відходів, які перероблятимуться на підприємстві: залізобетонні конструкції та цегляний брукт. Як постачальника обладнання було обрано компанію Metso Minerals.

Таблиця 3 – Фактори, що вплинули на вибір Metso Minerals

Параметри	Примітки
1	2
Найкраще співвідношення ціна/якість	При цінах на рівні конкурентів установки компанії Metso Minerals мають більш високу продуктивність і надійність.
Відмінні рекомендації	Установки компанії Metso Minerals добре показали себе як при переробці нерудних гірських порід, так і будівельного брухту.
Зручна система обслуговування клієнтів Metso Minerals	Компанія Metso Minerals забезпечує нагляд інженера під час монтажу, пуску і навчання фахівців клієнта на місці експлуатації. Завод-виробник надає тривалий гарантійний період на все обладнання.

Корпорація Metso Minerals, що об'єднує потужності двох найбільших виробників дробарно-сортувального, гірничо-збагачувального, будівельного обладнання NORDBERG (НОРДБЕРГ) і SVEDALA (СВЕДАЛА), є найбільшим виробником і постачальником у галузі дроблення і сортування.

З урахуванням потреб підприємства та умов експлуатації установки з-поміж мобільних, повністю автономних (привід від дизельного двигуна) дробильних комплексів, вироблених Metso Minerals, було обрано таку модель:

- мобільний дробильний комплекс на гусеничному ході LT105, обладнаний щокровою дробаркою С105.

Основні характеристики установки представлені в таблиці 4.

Таблиця 4 – Основні характеристики мобільної дробильної установки
LT105

Параметри	Значення
1	2
Дробарка	C150
Тип дробарки	щогова
Розмір приймального зіву дробарки	1060x700 мм
Мінімальний розмір завантажувальної щілини при переробці будівельних відходів	25 мм (межа регулювання до 200 мм)
Живильник	
Ширина завантажувального бункера	2600 мм
Вібраційний лоток	Nordberg TK11-42-2V
Розміри вібраційного лотка	4150x1100 мм
Транспортні габарити	
Довжина	14 200 мм
Ширина	2 800 мм
Висота	3 400 мм
Вага	37 300 кг

Для застосовуваного до переробки брухту повинні виконуватися певні вимоги:

- види брухту, що переробляється. На дробильному комплексі є можливість утилізація будівельного брухту (що утворюється під час знесення будівель і споруд):

- 1) залізобетонні плити перекриттів;
- 2) залізобетонні стінові панелі;
- 3) сходові майданчики та марші;
- 4) інші відходи на основі бетону та будівельних розчинів.

При застосуванні дробильно - сортувального комплексу існують деякі обмеження: не рекомендується переробляти відходи з асфальту. Це зумовлено швидким зносом обладнання через виконання нехарактерних робіт, а також його поломки. Також під час дроблення асфальту поверхня дробильної камери покривається масляним шаром. Цей фактор згубно впливає на всі нерівності і технологічні порожнини для кріплення бив "намертво". Під час процесу рециклінгу вони закупорюються дьогтьовими субстанціями, звичайні різьбові з'єднання, що кріплять ударні била і відбійні плити, перетворюються на важкороз'ємні.

- лінійні розміри брухту, що переробляється. Згідно з паспортними даними для переробки найбільш підходять шматки брухту з лінійними розмірами, меншими за розміри приймального зіву дробарки 1060x700 мм. Але більша частина залізобетонних плит і блоків має розміри, що перевершують за довжиною і шириною 3 м. У цьому випадку проводиться етап попередньої переробки брухту за допомогою екскаватора, що має гідромолот або гідронозиці.

- радіоактивність. Радіоактивність є одним із найважливіших параметрів одержуваного під час переробки щебеню. Під час виробництва щебеню повинна проводитися радіаційно-гігієнічна оцінка будівельного брухту. На підставі отриманих результатів встановлюють сферу застосування одержуваного продукту. Щебінь допустимо використовувати за умови, що сумарна питома ефективна активність природних радіонуклідів не перевищує 2800 Бк/кг.

- забрудненість. Можливий незначний вміст пилоподібних і глинистих частинок, а також грудок глини. Установка пристосована до наявності в брукті, що переробляється, металевих включень.

- вміст хімічних домішок. Для деяких аспектів використання продуктів переробки бетонного брукту важлива також хімічна забрудненість брукту.

- вологість. Вологість перероблюваних відходів не є значущим параметром.

- конкурентність переробки будівельного брукту на мобільній дробильній установці. Найбільш важливими факторами конкурентноздатності з переробки будівельних відходів на мобільній дробильній установці є:

1) низька вартість цього способу утилізації відходів порівняно з похованням на полігонах;

2) можливість переробки відходів прямо на місці їх утворення, що фактично ліквідує витрати на транспортування;

3) отримання дешевого щебеню екологічно нешкідливим способом;

4) вирішення численних екологічних проблем міста.

8.5 Використання продуктів переробки бетону та залізобетону

Бетон і залізобетон - це будівельні матеріали, які найчастіше використовуються у будівництві. Однак, ці матеріали також можуть бути перероблені після їх використання, що дозволяє зменшити негативний вплив на довкілля і використовувати їх як вторинні ресурси. Використання продуктів переробки бетону та залізобетону має багато переваг і може бути зручним для будівництва, а також сприяє збереженню ресурсів та зниженню відходів.

Переробка бетону і залізобетону може бути здійснена на різних етапах будівельного процесу, починаючи з демонтажу і закінчуючи знебезпеченням та утилізацією відходів. В результаті цього процесу відходи бетону і залізобетону можуть бути перероблені вторинний матеріал, який може бути використаний знову для будівництва. Це зберігає природні ресурси і зменшує вплив на навколишнє середовище, пов'язаний з видобутком нових матеріалів.

Один з основних методів переробки бетону та залізобетону - це дроблення. Цей процес включає механічне роздроблювання бетону на менші частини, які потім можуть бути використані для створення нових будівельних конструкцій. Дроблений бетон використовується як заповнювач для цементно-піщаних сумішей або дорожніх покриттів. Це ефективний спосіб використання вторинних матеріалів і зменшення кількості відходів.

Крім того, існують інші методи переробки бетону і залізобетону, які також можуть бути використані для вторинних матеріалів. Наприклад, бетон може бути змішаний зі спеціальними добавками, які змінюють його фізичні властивості і дозволяють використовувати його для створення нових конструкцій. Такі матеріали називаються заміниками цементу. Вони можуть

бути використані для виготовлення штучного каменю, бетонних блоків і інших будівельних матеріалів.

Додаткові методи переробки бетону включають промивання, відновлення і використання у якості заповнювача для нового бетону. Промивання складається в тому, що бетон дробиться на дрібні частини і промивається, щоб видалити цементний міняють. Результатом є зубчастий матеріал, який може бути використаний як заповнювач для нового бетону. Відновлення - це процес використання вторинного бетону як природного каменю для розбивки на матеріали для будівництва. Це дозволяє зберегти природні ресурси і використовувати їх ефективно для будівництва.

Одним з головних переваг використання продуктів переробки бетону та залізобетону є зменшення використання природних ресурсів. Безпосередній ефект переробки цих матеріалів полягає в тому, що вони можуть бути використані знову для будівництва, замість видобутку нових матеріалів. Це зменшує витрати на видобуток, перевезення і зберігання природних ресурсів і знижує вплив на навколишнє середовище.

Додатковою перевагою використання продуктів переробки бетону та залізобетону є економічні вигоди. Вторинні матеріали можуть бути дешевше, ніж нові матеріали, що дозволяє знизити вартість будівництва. Крім того, використання вторинних матеріалів не вимагає видобутку нових ресурсів і зменшує важкі вантажі на склади відходів.

Однак, існують і обмеження щодо використання продуктів переробки бетону та залізобетону. Наприклад, якість вторинних матеріалів може бути меншою, ніж якість нових матеріалів, тому вони не можуть бути використані в усіх типах будівельних конструкцій. Крім того, існує необхідність в утилізації старих матеріалів і відходів, які виникають при переробці.

ВИСНОВКИ

У даній дипломній роботі була досліджена тенденція до збільшення обсягів вторинної реконструкції, за рахунок використання будівельних відходів. Конструктивний аналіз показав, що використання будівельних відходів в реконструкційних проектах є ефективним способом зменшення впливу будівельної галузі на навколишнє середовище та раціонального використання ресурсів.

На основі аналізу літератури та проведених досліджень було виявлено, що вторинна реконструкція з використанням будівельних відходів може забезпечити не тільки збільшення обсягів реконструкційних робіт, але й знизити витрати на будівництво, забезпечити екологічну безпеку та створити додаткові робочі місця.

Особливу увагу було приділено використанню бетонних відходів у вторинній реконструкції. Було вирішено, що використання побутових відходів, таких як бетонні фрагменти, робить можливим їх використання як агрегати в будівельних роботах. Це не тільки дозволяє зменшити кількість відходів, які потрапляють на полігони зберігання, але й зменшує залежність будівельної галузі від природних ресурсів.

Для підтвердження гіпотези про ефективність використання будівельних відходів у вторинній реконструкції, були проведені дослідження, в ході яких було визначено технічні та екологічні характеристики використання будівельних відходів. Результати досліджень підтвердили, що такий підхід є ефективним з точки зору використання природних ресурсів та заощадження коштів.

Отже, тенденція до збільшення обсягів вторинної реконструкції, за рахунок використання будівельних відходів є перспективною та ефективною в будівельній галузі. Даний підхід може забезпечити якість та економічну

ефективність реконструкційних робіт, а також позитивно впливати на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Pannell, P., McCartney, A. Building with Waste: A Review of International Recycled Aggregates Legislation and Recommendations for Future Directions. *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 99. P. 2–13.
2. Tam, V. W. Y., Tam, C. M., Song, S. (2007). Assessing Material Wastes on Construction Sites. The Hong Kong Case. *Waste Management*. 2007. Vol. 27, No 12. P. 1692–1701.
3. Ling, T. C., Poon, C. S., Yung, K. H. A Study on Retrofitting of Existing RC Beam-Column Joints. *Construction and Building Materials*. 2017. Vol. 144. P. 148–163.
4. Yapi, Y., Apata, O. J. An Overview of Waste Management and Recycling in Lagos Metropolis. Nigeria. *Resources, Conservation and Recycling*. 2018. Vol. 133. P. 431–439.
5. Paul, S. C., Hassanain, M. A. Treatment and Reuse of Construction and Demolition Wastes in Structural Materials. *Waste Management*. 2015. Vol. 36. P. 350–361.
6. Cappai, G., & Meloni, P. Comparative LCA of different construction and demolition waste management solutions: Recycling vs. landfilling. *Resources, Conservation and Recycling*. 2016. Vol. 107. P. 1–11.
7. Grau, S., & Pacheco-Torgal, F. Sustainable Construction: Use of Recycled Aggregates in Structural Concrete Production. *Sustainability*. 2019. Vol. 11, No 8. P. 2349.
8. Tseng, Y. H., Wu, K. J. Quantifying Construction Waste Generated by Residential Buildings. *Journal of Cleaner Production*. 2011. Vol. 19, No 2-3. P. 243–248.

9. Nisula, K., Ram, P. An Analysis of Construction and Demolition Waste Status and Trends in Finland. *Resources, Conservation and Recycling*. 2016. Vol. 108. P. 85–93.
10. Purnomo, V. H., Oktavianus, Y. Recycling of Concrete Waste Material from Construction Demolition. *International Journal of Civil Engineering and Technology*. 2017. Vol. 8, No 1. P. 663–672.
11. Екологічна відбудова: як в Україні будують житло з перероблених будівельних відходів. URL: <https://rubryka.com/article/ekologichna-vidbudova-ukrayiny/amp/> (Дата звернення 21.10.2023).
12. ДБН А.2.2-14:2016. Склад та зміст науково-проектної документації на реставрацію пам'яток архітектури та містобудування. Зі Зміною № 1. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2022. 36 с.
13. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування. [Чинний від 2016-07-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2016. 37 с.
14. ДСТУ ISO 14004:2016. Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження. [Чинний від 2017-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 58 с.