

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2023.29-30.12>

УДК 72.02

ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ В АРХІТЕКТУРІ ТА БУДІВНИЦТВІ

Олексин Марія Володимирівна¹, Обиначна Зоряна Василівна²

¹Кафедра архітектури та містобудування
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,
Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: maria.oleksyn01@gmail.com, orcid: 0009-0004-5298-4977

²Кандидат архітектури, доцент кафедри архітектури та містобудування
Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу,
Івано-Франківськ, Україна,
e-mail: zoriana.o@ukr.net, orcid: 0000-0003-1782-5300

***Анотація.** У статті йдеться про актуальне питання використання вторинної сировини в архітектурі та будівництві.*

Провівши аналіз світового та вітчизняного досвіду по використанню вторинних матеріалів, виявлено існуючі методи переробки та способи застосування сировини, особливості і переваги матеріалів. Наведені в переліку конструкції та матеріали є не лише прикладами з інтернету, в Україні існує велика кількість підприємств які виготовляють продукцію з перероблених відходів. Йдеться про важливість, доцільність і методи використання вторинної сировини в архітектурі та будівництві, з огляду на тенденції до екологізації у світі, та руйнування існуючих споруд в ході війни в Україні.

***Мета.** Проаналізувати використання вторинної сировини в архітектурі та будівництві.*

***Методологія.** Методичний апарат ґрунтується на емпіричних(метод експертних оцінок) та теоретичних(критичний аналіз, комплексний аналіз чинників та факторів впливу) методах дослідження.*

***Результати.** На основі вищезгаданої методики наведено приклади можливого використання вторинної сировини. Стаття висвітлює успішні варіанти повторного використання ресурсів та вказує на те, що використання вторинних матеріалів у будівництві сприяє зменшенню викидів вуглецю та зменшує споживання природних ресурсів, що є важливими аспектами в контексті сучасних вимог до сталого будівництва. В цілому, результати статті підтверджують, що використання і дослідження вторинної сировини в будівництві та архітектурі України має потенціал для розвитку.*

***Наукова новизна.** Загалом тема вторинної сировини саме в будівництві і архітектурі є новою для України. У країнах Європейського Союзу дана база напрацьована значно потужніше, в багатьох країнах навіть на законодавчому рівні. У статті сформовано перелік конструктивних частин споруд і матеріалів, які доцільно використати в тому чи іншому місці, також розглядаються економічні та екологічні аспекти використання вторинної сировини.*

***Практична значущість.** Сформований перелік допоможе починаючим архітекторам оволодіти знаннями про вторинні матеріали та можливостями їх використання, адже стаття пропонує конкретні приклади.*

Ключові слова: вторинна сировина, відновлені матеріали, рециклінг, будівництво з відходів, вторинні матеріали для будівництва, повторне використання матеріалів, відновлення, перероблені матеріали, вторинна сировина для будівництва, повторне використання, переробка, обробка вторинної сировини.

ВСТУП

У сучасному світі виникає безліч катастроф, як ті, що викликані людськими факторами (війни) так і природними (землетруси, повені, урагани), існує безліч інших факторів які сприяють руйнуванню споруд. Ці фактори тим, чи інакшим чином впливають на існуюче середовище. Після них залишаються тільки окремі будівельні матеріали, які частково можна використати в потрібних цілях, а саме – переробити у вторинні матеріали для будівництва.

В Україні, до недавніх часів, вторинні матеріали використовували тільки для підсипки доріг. Зараз існує декілька прикладів закордонних програм пов'язаних з будівництвом із вторинної сировини.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Наукові роботи, які мають за мету дослідити питання використання вторинної сировини вже є в інформаційному просторі. Багато університетів в Україні випускають праці, що стосуються заданої теми. У статті Жусь О.М., що називається «Перспективні форми комплексного використання вторинної сировини на підприємствах будівельного комплексу» [3] йдеться про можливість заміни первинних матеріалів на вторинні. Тесленко В.А. У статті «Використання перероблених будівельних матеріалів при проектуванні архітектурних будівель і споруд (Екологічний аспект)» [10] пише про методи використання вторинної сировини та важливість її використання для екології. Окрім зазначеної праці автор також пише про тенденції технологічної переробки у інших статтях [11]. Є дослідження що базуються на використанні вторинних матеріалів в міському середовищі [13]. Крім вітчизняних дослідників варто звернути увагу на іноземних. Наприклад, у статті [16] автор надає пропозиції щодо зміни мислення архітекторів. Метою цієї роботи є представити нові концепції щодо матеріалів і будівельних елементів, які досягають кінця свого першого життєвого циклу.

МЕТА

Метою статті є аналіз використання вторинної сировини в будівництві, та дослідження нових способів використання вторинної

сировини в конструктивній системі будівель і споруд та декоративному оздобленні фасадів і внутрішніх конструкцій.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Для будь-якого архітектора важливо володіти знаннями про матеріали, які вони будуть використовувати при проектуванні будівель і споруд.

Використання вторинної сировини є доцільним і потрібним кроком. Загалом у світі зростає тенденція до екологізації, а в архітектурі та будівництві цього можна досягнути використавши матеріали повторно. Для України ця тема є ще актуальнішою, адже в умовах війни руйнується величезна кількість будівель та споруд. Утворена незліченна кількість матеріалу, який після закінчення війни може або забруднювати сміттєві полігони, або бути задіяним у відновленні країни.

Використання вторинної сировини має багато переваг:

1) *Сталість навколишнього середовища.* Використання вторинної сировини допомагає зменшити споживання природних ресурсів та кількість відходів. Це сприяє сталому розвитку та зменшенню впливу на навколишнє середовище.

2) *Економічна вигода.* Вторинна сировина зазвичай доступна за рахунок більш низької ціни порівняно з новими матеріалами. Це може допомогти знизити вартість будівництва громадських споруд і зекономити кошти.

3) *Стійкість та якість.* Деякі види вторинної сировини, такі як перероблені метали, можуть мати високу міцність та довговічність. Вони можуть бути еквівалентними новим матеріалам у відношенні до якості та функціональності.

4) *Креативність та унікальність.* Використання вторинної сировини може надати будівлям унікального вигляду та архітектурного стилю. Різноманітність текстур, кольорів та форм може створити цікаву індивідуальність.

Попри переваги є і недоліки:

1) *Обмежені ресурси.* Вторинна сировина може бути обмеженим ресурсом, особливо якщо йдеться про конкретні види матеріалів. Це може вплинути на доступність та

вартість використання вторинної сировини в громадському будівництві.

2) *Якість та безпека.* Не всі види вторинної сировини можуть мати однакову якість та безпеку, особливо якщо не виконані необхідні перевірки та тестування. Це може ставити під загрозу якість та довговічність.

3) *Вимоги до обробки.* Використання вторинної сировини може вимагати додаткових процесів обробки, переробки або модифікації, щоб вона відповідала вимогам і стандартам будівництва. Це може збільшити час та витрати на будівництво.

4) *Доступність та постачання.* Вторинна сировина може мати обмежену доступність або нестабільне постачання на ринку. Це може створювати виклики при плануванні та виконанні проектів.

Попри це, вторинні матеріали можна використовувати на всіх етапах проектування та спорудження будівель, наприклад:

1) Підсіпка фундаменту (рис. 1).

Перший спосіб використання вторинної сировини найпоширеніший: дрібну фракцію твердих матеріалів використовують для підсіпки фундаментів. Наприклад, такі матеріали отримують шляхом подрібнення великих шматків бетону, цегли, камення, тому подібне. Крім цього, подрібнені фракції можна використовувати як дренаж.

2) Підлоги (рис. 2).

Другий спосіб використання вторинної сировини базується на інтеграції одного матеріалу в інший: вторинний матеріал використовується як наповнювач, наприклад для полімерної наливної підлоги. Якщо підлоги шліфувати, наповнювачем може бути будь-що, наприклад: шматки дерева, камення, бетону, скла і навіть цвяхів чи інших елементів будівель. Такі підлоги навіть мають свою назву «тераццо», зазвичай їх наповненням не є вторинний матеріал, але його використання в таких цілях варто взяти до уваги.

3) Стіни (рис. 3).

З використанням вторинної сировини можна зводити як несучі так і ненесучі конструкції стін. Якщо в бетон додати дерев'яну стружку або шматки чи гранули пористого матеріалу можна отримати легкий бетон. Його можна використати там, де треба уникнути додаткових навантажень.

4) Несучі конструкції (рис. 4).

Незважаючи на те, що більшість людей вважають що вторинна сировина є ненадійною, часто перероблені матеріали можуть володіти навіть кращими і унікальними властивостями. Наприклад, в бетон можна додавати металевий шлак для збільшення його міцності. Подрібнений бетон чи камення можна використати як наповнювач.

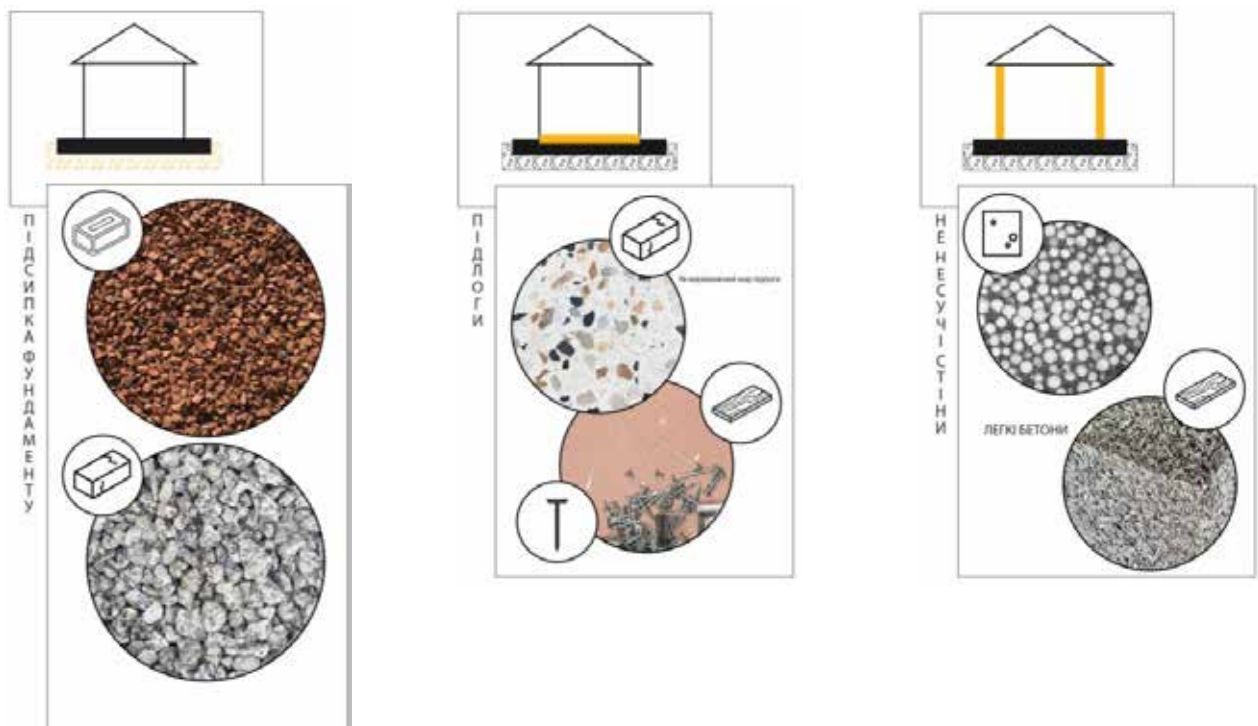


Рис. 1. Схема використання матеріалів в підсіпці фундаменту

Рис. 2. Схема використання матеріалів в опорядженні підлог

Рис. 3. Схема використання матеріалів в конструкції стін

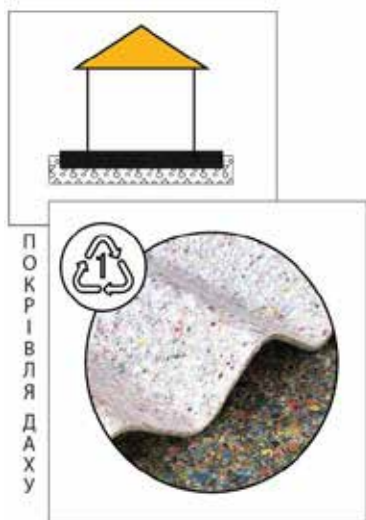


Рис. 4. Схема використання матеріалів в покрівлі даху

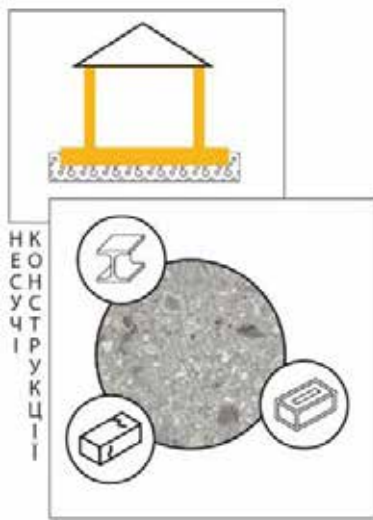


Рис. 5. Схема використання матеріалів в несучих конструкціях

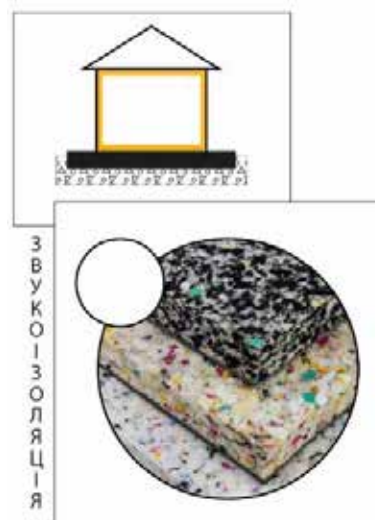


Рис. 6. Схема використання матеріалів в ізоляції будівлі



Рис. 7. Фасад магазину «Bvlgari»



Рис. 8. Фасад у національному центрі мистецтв, ремесел і дизайну CNAD

5) Покрівля даху (рис. 5).

Пластик повторно можна використати в створенні покрівельних елементів для даху. Зазвичай такі елементи виготовляють в пресах під високими температурами і вони схожі на декоративні панелі. Всі знають про найочевиднішу властивість пластику, а саме -антидифузійну, це і дає йому перевагу у використанні в опорядженні даху.

6) Вторинні ізоляційні матеріали (рис. 6).

Звукоізоляцію дуже легко отримати з первинних пористих матеріалів, таких як гумові килимки, шматки паролону, матеріали що містять каучук, тому подібне. Звукоізоляцію можна використати в системах «плаваючої

підлоги», крім цього вона дасть додаткове незначне утеплення.

Вторинна теплоізоляція виготовляється у вигляді плит з деревного волокна. Її можна використати як ізоляційний матеріал навіть в будівництві каркасних будинків. Вона є досить поширеним матеріалом саме в утепленні дахів.

7) Оздоблення фасаду.

Найкраще місце, щоб продемонструвати вигляд вторинного матеріалу, є фасад. Зазвичай фасади з вторинних матеріалів оздоблюють декоративними вторинними панелями, вони можуть мати досить цікаву форму чи фактуру.

Вторинна сировина в оздобленні фасаду може стати головною родзинкою архітектурного проекту. Прикладом цього може бути фасад магазину Vvlgari (Шанхай, Китай) з тисяч подрібнених скляних елементів (рис. 7). Скло з битих пляшок чи вікон є популярним оздобленням вторинних фасадів. З нього можна скласти мозаїки або використовувати його фракцію для оздоблення.

Цікаве рішення фасаду можна спостерігати у Національному центрі мистецтв, ремесел і дизайну CNAD у Кобо-Верде, Африка.

ЛІТЕРАТУРА

[1] ДСТУ 2195-99. Державний стандарт України «Охорона природи. Поводження з відходами». Технічний паспорт відходу. [Чинний від 1999-09-08] № 167.

[2] Жусь О. М. Перспективні форми комплексного використання вторинної сировини на підприємствах будівельного комплексу. *Економіка і суспільство*. 2016. № 7. С. 320-323.

[3] Закон України „Про відходи” (№ 187/98 ВР від 05.03.1998р.)

[4] Корнякова Н. О. Поняття відходів за законодавством України та Європейського Союзу: порівняльно-правовий аналіз. *Право України*. 2004. № 5. С. 149–153.

[5] Мікульонюк І. О. Основні методи використання гумовмісних відходів. *Хімічна промисловість України*. 2001. № 5. С. 53–58.

[6] Морковська, Н.Г. Первинна обробка будівельних відходів з метою їх використання. *Комунальне господарство міст*. 2018. № 142. С. 248-250.

[7] Морковська Н.Г., Шаповал С.В., Склярів М.В. Екологічна реконструкція міст і повторне використання будівельних відходів. *Комунальне господарство міст*. 2019. Т.1. № 147. С. 210-214.

[8] Програма поводження з твердими побутовими відходами: Затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.2004 р, № 265.

[9] Тесленко В. А., Асланова О. Д. Новітні тенденції технологій переробки та використання вторинної сировини в будівництві. *Науковий вісник будівництва*. 2018. Т. 92. № 2. С. 118- 124.

[10] Тесленко В.А. Використання перероблених будівельних матеріалів при проектуванні архітектурних будівель і споруд (Екологічний аспект). *Науковий вісник будівництва*. 2019. Т.1. № 2. С. 186-191

[11] Шпакова Г.В. Відходи будівництва: утилізація чи переробка. Містобудування та територіальне планування. *Наук. – техн. збірник*. 2011. № 41. С. 468-474.

[12] Шишкін Е.А., Гайко Ю.І., Вяткін К.І., Чала А.О. Рециклінг будівельних відходів. Містобудування та територіальне планування. *Наук.-техн.збірник*. 2018. № 66. С. 654-665.

[13] Шевченко Л.С. Передумови повторного використання матеріалів у дизайні об'єктів

Вентельований фасад з кришок від бочок дозволяє контролювати температуру всередині споруди (рис. 8).

ВИСНОВКИ

Отже, використання вторинної сировини є надзвичайно важливим для архітектури нашої країни. При проектуванні нових споруд варто брати до уваги переваги переробленої сировини, завдяки її використанню можна досягти унікального вигляду споруди, а окрім цього, збільшити економічну та екологічну вигоду для країни.

REFERENCES

[1] Derzhavnyi standart Ukrainy «Okhorona pryrody. Povodzhennia z vidkhodamy». Tekhnichnyi pasport vidkhodu. [State standard of Ukraine "Nature protection. Waste management". Technical passport of departure]. (1999) DSTU 2195-99 from 8th September 2001. Kyiv: Derzhstandart Ukraine [In Ukrainian].

[2] Zhus, O.M. (2016). Perspektyvni formy kompleksnoho vykorystannia vtorynnoi syrovyny na pidpriemstvakh budivelnoho kompleksu [Prospective forms of integrated use of secondary raw materials at enterprises of the construction complex]. *Ekonomika i suspilstvo – Economy and society*, 7, 320-323. [In Ukrainian].

[3] Zakon Ukrainy Pro vidkhody : pryiniaty 5 ber. 1998 roku № 98 VR.[Law of Ukraine On Waste activity from March 5 1998 № 98 VR]. *Verkhovna Rada Ukrainy – Verkhovna Rada of Ukraine*, 187. [In Ukrainian].

[4] Korniakova, N. O. (2004). Poniattia vidkhodiv za zakonodavstvom Ukrainy ta Yevropeiskoho Soiuzu: porivnialno-pravovy analiz [The concept of waste according to the legislation of Ukraine and of the European Union: a comparative legal analysis]. *Pravo Ukrainy – Law of Ukraine*, 5, 149–153. [In Ukrainian].

[5] Mikulonok, I.O. (2001). Osnovni metody vykorystannia humovmisnykh vidkhodiv [Basic methods of using rubber-containing waste]. *Khimichna promyslovist Ukrainy – Chemical industry of Ukraine*, 5, 53–58. [In Ukrainian].

[6] Morkovska, N.H. (2018.) Pervynna obrobka budivelnykh vidkhodiv z metoiu yikh vykorystannia [Primary processing of construction waste for the purpose their use]. *Komunalne hospodarstvo mist – Communal management of cities*, 142, 248-250. [In Ukrainian].

[7] Morkovska, N.H., Shapoval, S.V., & Skliarov, M.V. (2019). Ekologichna rekonstruktsiia mist i povtorne vykorystannia budivelnykh vidkhodiv [Ecological reconstruction of cities and reuse of construction waste]. *Komunalne hospodarstvo mist – Communal management of cities*, 147 (1), 210-214. [In Ukrainian].

[8] Prohrama povodzhennia z tverdymy pobutovymy vidkhodamy: Zatverdzhena Postanovoiu Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 4 ber. 2004 roku № 265. [Solid household waste management program: Approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine activity from March 4 2004 № 265]. *Kabinet Ministriv Ukrainy – Cabinet Ministriv of Ukraine*, 265 [In Ukrainian].

архітектурного середовища. Проблеми розвитку міського середовища. *Наук.-техн.збірник*. 2020. № 1 (24). С. 153-164

[14] John Gilbert Architect. Innovation. Brettstapel Construction. 08.06.2023. веб-сайт. URL: http://www.johngilbert.co.uk/?portfolio_page=duneland-ecovillage

[15] Junk-King. Company. Recycling. Junk King's Junk Recycling Service. 10.12.2018. URL: <https://info.junkking.com/construction-debris-recycling-as-astrategy>

[16] Luiz H. Maccarini Vefago. Recycling concepts and the index of recyclability for building materials. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344912002297>

[17] Moray Art Centre. Whats-on. Evening workshops. URL: <https://www.morayartcentre.org/architecture>

[18] Nibusinessinfo.co.uk. About us. URL: <https://www.nibusinessinfo.co.uk/content/reuseand-recycle-construction-materials>

[19] Sawmill House. Archier Studio. Archdaily. URL: <https://www.archdaily.com/771906/sawmill-house-archier-studio>

[20] Seramco. Secondary Raw Materials for Concrete Precast Products. Interreg North-West Europe. URL: <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/seramco-secondary-rawmaterials-for-concrete-precast-products/>

[9] Teslenko, V.A., & Aslanova, O.D. (2018). Novitni tendentsii tekhnologii pererobky ta vykorystannia vtorynnoi syrovyny v budivnytstvi [The latest trends in processing technology and the use of secondary raw materials in construction]. *Naukovyi visnyk budivnytstva – Scientific bulletin of construction*, 2 (92), 118- 124 [In Ukrainian].

[10] Teslenko, V.A. (2019). Vykorystannia pereroblenykh budivelnykh materialiv pry proektuvanni arkhitekturnykh budivel i sporud (Nekolohichniy aspekt) [Use of recycled building materials in the design of architectural buildings and structures (Non-ecological aspect)]. *Naukovyi visnyk budivnytstva – Scientific bulletin of construction*, 2(1), 186-191 [In Ukrainian].

[11] Shpakova, H.V. (2011). Vidkhody budivnytstva: utylizatsiia chy pererobka. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia [Construction waste: disposal or recycling. Urban planning and territorial planning]. *Nauk. – tekhn. zbirnyk – Science and technology collection*, 41, 468-474 [In Ukrainian].

[12] Shyshkin, E.A., Haiko, Yu.I., Viatkin K.I., & Chala A.O. (2018). Retsyklinh budivelnykh vidkhodiv. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. [Recycling of construction waste. Urban planning and territorial planning]. *Nauk.-tekhn.zbirnyk. – Science and technology collection*, 66, 654-665 [In Ukrainian].

[13] Shevchenko, L.S. (2020). Peredumovy povtornoho vykorystannia materialiv u dizaini ob'ektiv arkhitekturnoho seredovyscha. Problemy rozvytku miskoho seredovyscha [Prerequisites for reuse of materials in the design of objects of the architectural environment. Problems of the development of the urban environment]. *Nauk.-tekhn.zbirnyk – Science and technology collection*, 1 (24), 153-164 [In Ukrainian].

[14] Sait John Gilbert Architect. Innovation. Brettstapel Construction. 08.06.2023. Retrieved from: http://www.johngilbert.co.uk/?portfolio_page=duneland-ecovillage [in English].

[15] Sait Junk-King. Company. Recycling. Junk King's Junk Recycling Service. 10.12.2018. Retrieved from: <https://info.junkking.com/construction-debris-recycling-as-astrategy> [in English].

[16] Sait Luiz H. Maccarini Vefago. Recycling concepts and the index of recyclability for building materials. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344912002297> [in English]

[17] Sait Moray Art Centre. Whats-on. Evening workshops. Retrieved from: <https://www.morayartcentre.org/architecture> [in English].

[18] Sait Nibusinessinfo.co.uk. About us. Retrieved from: <https://www.nibusinessinfo.co.uk/content/reuseand-recycle-construction-materials>. [in English].

[19] Sait Sawmill House. Archier Studio. Archdaily. Retrieved from: <https://www.archdaily.com/771906/sawmill-house-archier-studio> [in English].

[20] Sait Seramco. Secondary Raw Materials for Concrete Precast Products. Interreg North-West Europe. Retrieved from: <https://www.nweurope.eu/projects/project-search/seramco-secondary-rawmaterials-for-concrete-precast-products/> [in English].

ABSTRACT***Oleksyn M., Obynochna Z. Use of secondary materials in architecture and construction.***

The article deals with the topical issue of the use of secondary raw materials in architecture and construction.

After conducting an analysis of the world and domestic experience in the use of secondary materials, the existing methods of processing and ways of using raw materials, features and advantages of materials were revealed. The structures and materials listed are not only examples from the Internet, there are a large number of enterprises in Ukraine that manufacture products from recycled waste. It is about the importance, expediency and methods of using secondary raw materials in architecture and construction, given the trends towards greening in the world, and the destruction of existing structures during the war in Ukraine.

Goal. *Analyze the use of secondary raw materials in architecture and construction.*

Methodology. *The methodological apparatus is based on empirical (method of expert evaluations) and theoretical (critical analysis, complex analysis of factors and influencing factors) research methods.*

The results. *Examples of the possible use of secondary raw materials are given on the basis of the above-mentioned methodology. The article highlights successful resource reuse options and points out that the use of secondary materials in construction contributes to the reduction of carbon emissions and reduces the consumption of natural resources, which are important aspects in the context of today's requirements for sustainable construction. In general, the results of the article confirm that the use and research of secondary raw materials in the construction and architecture of Ukraine has potential for development.*

Scientific novelty. *In general, the topic of secondary raw materials in construction and architecture is new for Ukraine. In the countries of the European Union, this base has been developed much more powerfully, in many countries even at the legislative level. The article contains a list of structural parts of buildings and materials that should be used in one place or another, and also considers the economic and ecological aspects of the use of secondary raw materials.*

Practical significance. *The formed list will help novice architects to acquire knowledge about secondary materials and the possibilities of their use, because the article offers concrete examples.*

Key words: *secondary raw materials, recovered materials, recycling, construction from waste, secondary materials for construction, reuse of materials, restoration, recycled materials, secondary raw materials for construction, reuse, recycling, processing of secondary raw materials.*

AUTHOR`S NOTE:

Oleksyn Mariia, Department of Architecture and Urban Planning of the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine, e-mail: maria.oleksyn01@gmail.com, orcid: 0009-0004-5298-4977

Obynochna Zoriana, PhD in Architecture, Senior Lecturer at the Department of Architecture and Urban Planning of the Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, Ukraine, e-mail: zoriana.o@ukr.net, orcid: 0000-0003-1782-5300

Стаття подана до редакції 19.12.2023 р.