

# АКТУАЛЬНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В УКРАЇНІ

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Проведено аналіз основних екологічних, економічних та соціальних чинників, що впливають на розвиток ринку композитних арматур в Україні. Акцентовано увагу на необхідність використання альтернативних будівельних матеріалів для дотримання концепції «зеленого будівництва» в процесі відбудови України.*

**Ключові слова:** композитна арматура, відбудова України, енергоємність, екологічність.

## *Abstract*

*An analysis of the main ecological, economic and social factors affecting the development of the market of composite fittings in Ukraine was carried out. Attention is focused on the need to use alternative building materials to comply with the concept of "green construction" in the process of rebuilding Ukraine.*

**Keywords:** composite reinforcement, reconstruction of Ukraine, energy intensity, environmental friendliness

## Вступ

В результаті повномасштабної військової агресії Україна зазнає значних руйнувань цивільної та промислової інфраструктури. Так за оцінками KSE [1] збитки завдані житловому фонду на листопад 2022 року оцінювалися у \$54 млрд. (за грудень 2022 ця сума зросла на \$1.5 млрд.), втрата промисловості і підприємств склала \$13 млрд., руйнування інфраструктури оцінюють в \$35,6 млрд.

Загалом за 9 місяців пошкоджено або зруйновано 149.3 тис житлових будинків, серед яких: 131.4 тис приватних будинків, 17.5 тис — багатоквартирних та 280 гуртожитків. Внаслідок бойових дій вже пошкоджено або зруйновано понад 3 тисячі освітніх закладів: 1.4 тис — середньої освіти, 865 — дошкільної, 505 — вищої освіти. Також за підсумками грудня 2022 року зазнали руйнувань чи пошкодження 907 закладів культури, 168 спортивних закладів, 157 об'єктів туризму та 95 релігійних об'єктів.

Метою роботи стало дослідження актуальності використання композитної арматури при відбудові та відновленні пошкоджених об'єктів.

## Основна частина

В основу відбудови України, відповідно до національної програми «План відновлення України» [2], покладено принципи екологічності та енергоефективності. Обраний курс є частиною взятих на себе нашою державою зобов'язань в рамках Паризької угоди 2015 р. (ратифіковано Україною в 2016 р.) [3], згідно яких Україна має забезпечити скорочення викидів парникових газів і досягнути вуглецевої нейтральності до 2060 року. Будівельна галузь відповідальна за 37% всіх викидів вуглекислого газу та споживає 36% всієї кінцевої енергії в світі [4].

Особливої уваги потребує вивчення можливості заміни сталевих арматур, як одного з ключових матеріалів, що широко використовується у будівництві, а саме в виготовленні залізобетонних конструкцій, але має досить великий вуглецевий слід. Так за даними досліджень впливу металургійної галузі на парниковий ефект [5], в період з 1900-2015 на металургійну промисловість покладена відповідальність за 8% парникових газів. За цей період в світі було вироблено приблизно 45 Гт сталі, що призвело до викидів 147 Гт CO<sub>2</sub>-екв. А необхідність у металопрокаті щорічно тільки зростає.

Енергоємність процесу виготовлення металевих продукції, при постійному збільшенні вартості енергоресурсів (Україна не може забезпечити свої потреби в енергоресурсах за рахунок власного видобутку), впливає не лише на вуглецевий слід кінцевого продукту, але і на його суттєве подорожчання. На рис.1 [6] показано зміну вартості металу в Україні (на прикладі зміни вартості сталевих арматур) в період з 2010 по 2023 рр., в еквіваленті євро/т.

Крім того, через військові дії на території України, значно скоротилося виготовлення продукції металургійної промисловості, багато промислових районів і підприємств України знищені повністю. Так за даними видання UkraineInvest [9], в довоєнний 2021 рік, металургійна промисловість отримала приріст виручки на 81% у порівнянні з 2020 роком, проте за перше півріччя війни виробництво скоротилося на 53% у порівнянні з 2021 роком. Зазнав негативних змін і ринок експорту продукції металургійної галузі, спад експорту коливається в межах 33-45%. Металургійна галузь не зможе швидко відновитися. Дефіцит металу, що потрібен для відбудови країни, доведеться компенсувати імпортом, а станом на лютий 2023 року в країнах ЄС, середня вартість металу на оптових продажах складала 790 євро/т. без врахування логістичних витрат.

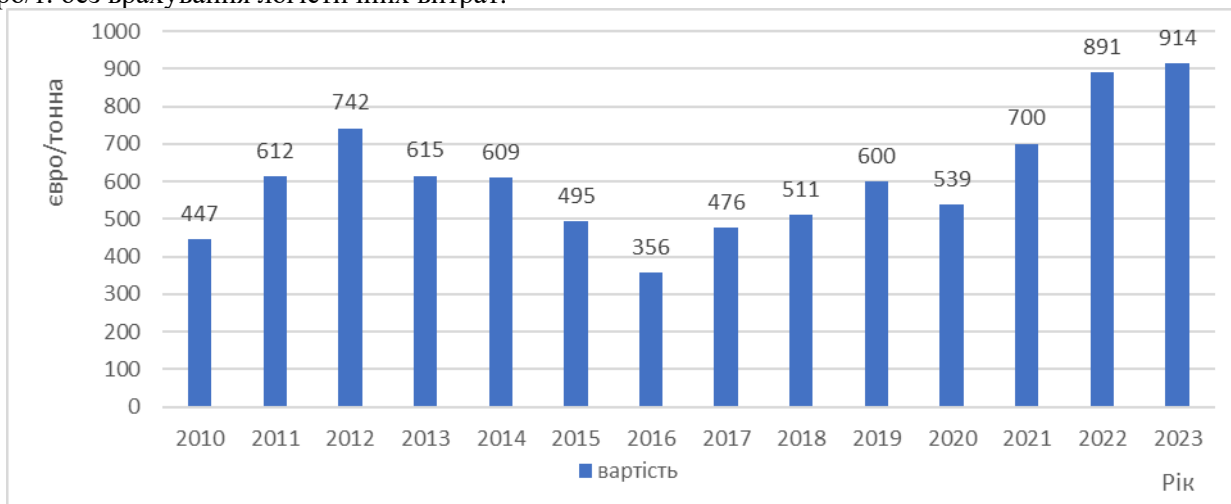


Рис. 1 Зміна вартості металу в Україні євро/тонна, 2010-2023

Чудовою заміною сталюї арматури, в межах своїх технічно-експлуатаційних характеристик, є композитна арматура. І хоча композитні матеріали відомі давно, саме початок 21 століття характеризується широким їх застосуванням у всіх галузях промисловості і зокрема в будівельній галузі. Як видно з рис. 2 [7], на будівельну галузь в світі припадає 26% всього ринку композитів.

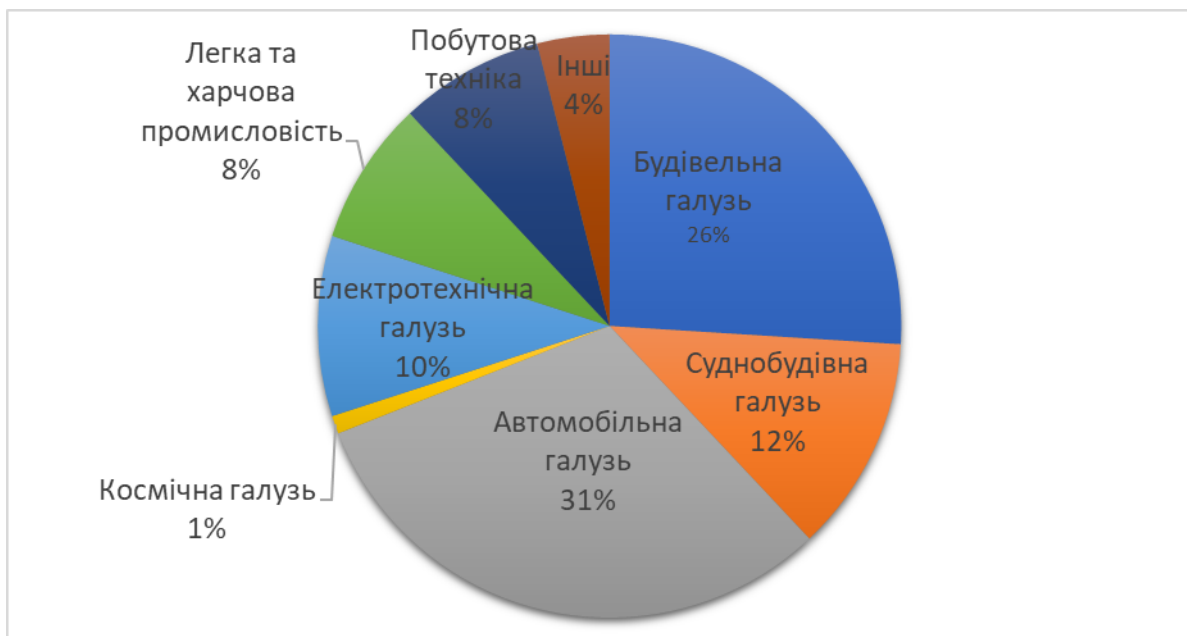


Рис. 2 Аналіз ринку композитних матеріалів

Попит на композитні матеріали в світі постійно збільшується. Так за даними маркетингових досліджень, лише з 2001 по 2007 рік загальносвітовий ринок композитів у будівництві зріс з 300 млн. до 1,5 млрд. дол. Глобальний ринок композитної арматури оцінювався в 456 млн. дол. США в 2020 році, і очікується, що він досягне 837,1 млн дол. США до кінця 2027 року, зростаючи на 9,3% CAGR протягом 2021-2027 років [8].

В Україні, на жаль, використання композитної арматури малопоширене. В основному, ринок композитної арматури в нашій країні зосереджений на задоволенні потреб малого та середнього бізнесу. Така тенденція використання неметалевих арматур, призвела до того, що ми наряду із іншими країнами колишнього СНД знаходимося позаду усіх розвинутих країн (рис. 3) із освоєнням лише 1.2%

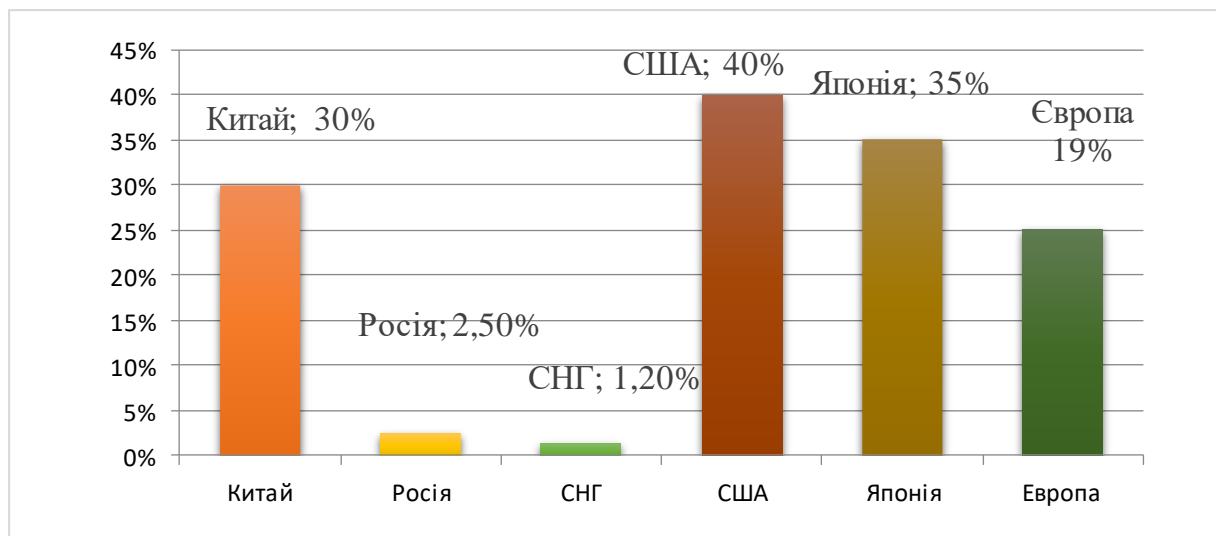


Рис. 3 Розподіл ринку композитної арматури

В розвинутих країнах світу, де відсоток композитів в будівництві стрімко зростає, заміною у будівельних конструкціях сталевій арматурі композитною досягаються не лише покращення техніко-експлуатаційних характеристик цієї конструкції, але й забезпечується дотримання концепції «зеленого будівництва».

Зменшення шкідливих викидів і енерговитрат при використанні композитної арматури вдається досягнути завдяки меншій щільності цього матеріалу. При приблизно однаковій затраті енергії на тону готової продукції обох видів арматур, завдяки значно меншій вазі композитів, вдається досягнути зменшення вуглецевого сліду від 30 до 75% у порівнянні зі сталевією арматурою при перерахунку на погонний метр готової продукції [7]. При суттєвому зростанні податку на викиди CO<sub>2</sub> у декілька разів в Україні, в рамках приведення нормативної бази у відповідність вимогам ЄС, доведеться платити за кожен тону викидів за європейськими тарифами. Сьогодні це порядку 30-100 євро за тону вуглекислого газу, залежно від країни, тоді як поки, що для України ця цифра 31 грн/т [7].

### Висновок

Зруйнований війною будівельний фонд потрібно відразу відновлювати притримуючись тих засад, які прийняті в «Національній програмі відновлення України» і рекомендовані нам міжнародними експертами.

Звичні нам будівельні матеріали, в тому числі і сталеві арматури, чинять значний тиск на довкілля, приховуючи в процесах свого виготовлення та експлуатації пагубні для навколишнього середовища речовини та процеси. Сьогодні Україна отримала реальний шанс скористатися позитивним світовим досвідом у використанні композитної арматури, як інструменту для досягнення ключових цілей «зеленого будівництва», на шляху до вуглецевої нейтральності.

Підсумовуючи проаналізовані дані, можна спрогнозувати зростання попиту композитних арматур на ринку будівельних матеріалів України, як дешевшої та екологічнішої альтернативи сталевій арматурі без втрати якості конструкцій та споруд. Для задоволення потреб зростаючого попиту на внутрішньому ринку композитної арматури доцільно нарощувати потужності її виготовлення в середині країни.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Електронний ресурс. Доступ за посиланням: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-pryamih-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-cherez-viynu-zrosla-do-mayzhe-138-mlrd/>

2. Електронний ресурс. Доступ за посиланням: <https://recovery.gov.ua/>
3. Електронний ресурс. Доступ за посиланням: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995\\_161#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_161#Text)
4. Електронний ресурс. Доступ за посиланням: <https://www.globalxetfs.com/introducing-grnr-the-case-for-green-buildings/>
5. Efficiency stagnation in global steel production urges joint supply- and demand-side mitigation efforts /Peng Wang, Morten Ryberg, Yi Yang, Kuishuang Feng, Sami Kara, Michael Hauschild, Wei-Qiang Chen// Nature communications , № 2066 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22245-6>
6. Електронний ресурс. Доступ за посиланням: <https://www.metalika.ua/statistic/dinam-ka-ts-n-na-metaloprokat-13-zhovtnya-2022.html>
7. Review of Fibre Reinforced Polymer Structures / Qureshi, J. A// Fibers № 10, 2022 . <https://doi.org/10.3390/fib10030027>
8. Composite Rebar Market Has Been Evolving in 2022 New Trends to Consider // No of pages 134.
9. Fibre-Reinforced Polymer (FRP) in Civil Engineering /Jawed Qureshi // Next Generation Fiber-Reinforced Composites - New Insights DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.107926>

**Тетяна Сергіївна Антонюк** – студент групи Б-21м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця e-mail: [profsmeta2010@ukr.net](mailto:profsmeta2010@ukr.net).

Науковий керівник: **Василь Романович Сердюк** — д-р техн. наук, професор, кафедра будівництва міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Tetyana S. Antonyuk** – student of group B-21m, faculty of construction, civil and environmental engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia e-mail: [profsmeta2010@ukr.net](mailto:profsmeta2010@ukr.net).

Supervisor: **Vasyl R. Serdyuk** — Dr. Tech. Sciences, professor, department of urban construction and architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.