

Formally-analytical and organizational bases of positioning of building-engineering firms are expounded at the building market. Advantages of change of functions of the indicated firms are well-proven in an investment process - from functions exceptionally engineering to new quality - general contractor of new type responsible to the investor for the intermediate and final results of introduction of building project.

Keywords: *building-engineering firms, investment process engineering functions, building project.*

УДК 624.012.25

В. Р. Сердюк,

докт. техн. наук, професор
ORCID: 0000-0003-2927-629X

С.Ю. Франишина

Вінницький національний технічний університет

КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ ЯК ДЖЕРЕЛО ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В БУДІВНИЦТВІ

У статті розглянуто основні напрямки зниження енергоємності будівельної продукції. Наведено загальні характеристики та перспективні напрямки застосування композитних матеріалів. Виконано аналіз експлуатаційних особливостей використання композитної арматури, з урахуванням переваг та недоліків цього матеріалу. Проаналізовано світові тенденції виробництва та споживання композитної арматури, динаміку зростання світового попиту.

Ключові слова: *енергоємність будівництва, енергетична ефективність, композитні матеріали, базальтова арматура, екологічність.*

Вступ. У доповіді «Глобальні тенденції 2030: альтернативні світи» [1], експертами зазначено, що головними причинами світових конфліктів майбутнього є дефіцит енергоносіїв, питної води, а також розвиток високих технологій, що створюють загрозливі можливості не лише державним, але й недержавним суб'єктам несанкціонованого доступу до ядерної зброї. Питання раціонального споживання паливно-енергетичних ресурсів наразі дуже гостро сприймається світовою спільнотою, що підтверджує актуальність проблем енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності.

Більшість країн, усвідомлюючи невідворотність вичерпання природних запасів паливно-енергетичних ресурсів, оголосили масовий перехід до 2050 року на альтернативне енергетичне забезпечення власних економік до майже 100% позначки, відповідне рішення прийняло близько 47 країн світу.

В умовах енергетичної залежності України, стрімкого зростання вартості енергоносіїв стратегічним напрямком державної політики визначено енергетичну ефективність в усіх галузях економіки. Так, Енергетичною стратегією України до 2035 року, передбачено досягти зниження енергоємності ВВП майже вдвічі, наростити видобуток власних енергоресурсів, сприяти розвитку відновлювальної енергетики, частка якої в енергетичному балансі країни до 2035 року має сягнути 25%.

Аналіз досліджень та публікацій. Серед вітчизняних дослідників, які вивчали питання сучасних ефективних матеріалів в будівництві, зокрема композитних, вивчення їх фізико-технічних властивостей слід віднести В.В. Тарана, А. В. Янкова, В. В. Олеха, А. Мурина, П. Ковальчика, І.П. Гамеляка та інших.

Постановка завдання. Провести аналітичні дослідження пріоритетних напрямків зменшення енергоємності будівельного виробництва за рахунок можливості використання композиційних матеріалів, проаналізувати сучасні тенденції використання композитів в різних сферах діяльності, зокрема в будівництві.

Основна частина. Розвинені країни величезне значення приділяють проблемі енергозбереження та процесам підвищення енергетичної ефективності, зокрема і в будівельній галузі. На європейському рівні ця проблематика розглядається крізь призму п'яти основних напрямків, як важливих джерел зниження енергетичного споживання, що базуються на комплексній оцінці життєвого циклу будівельного об'єкту. До таких напрямків відносять енергоємність ресурсу на стадії видобування та виробництва, затрачена енергія при транспортуванні матеріалів, паливно-енергетичні витрати при зведенні будівельного об'єкту, енергетична потреба впродовж усього терміну експлуатації та енерговитрати внаслідок утилізації цього об'єкту. Такий підхід забезпечує комплексну оцінку напрямків зниження рівня енергетичного споживання на кожному етапі життєвого циклу будівельного об'єкту.

В розвинених країнах світу 75% населення проживає в малоповерхових будинках. Цілком очевидно, що в Україні буде зростати питома вага малоповерхового житла. За даними офіційної статистики сьогодні частка малоповерхової забудови складає близько 60...63%[2]. Кошторисна собівартість житлового об'єкту на 50...60% складається з витрат на будівельні матеріали, виробі, конструкції. Тому, значні резерви економії ресурсів, зокрема і енергетичних, зосереджені при зведенні стінових конструкцій, фундаментів, при влаштуванні перекриття будинку, де використовуються будівельні матеріали з високою енергоємністю виробництва, такі як цемент, метал, цегла.

Поряд з проблемами будівництва нового енергоефективного житла одночасно, надзвичайно гостро постала проблема зниження енерговитрат на утримання існуючого житлового фонду, що й досі залишається одним із найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів в країні.

Безумовно сучасні технології виробництва нових більш ефективних будівельних матеріалів поступово витіснять традиційні, що характеризуються високим рівнем ресурсоенергоємності. Крім того, стрімке зростання вартості енергоносіїв, безумовно призведе до цінового підвищення сталі та металопродукції, а тому забудовники вивчатимуть нові альтернативні ринки композиційних матеріалів, що довели свою ефективність в будівельній практиці інших країн.

Особливе зацікавлення неметалевою (композитною) арматурою виникло у зв'язку із низкою обставин, які були пов'язані з розширенням застосування армованих бетонних конструкцій у спорудах, що експлуатуються в сильно агресивних середовищах, де важко було забезпечити корозійну стійкість сталевій арматурі. З'явилися виробі і споруди для яких виникла необхідність забезпечення антимагнітних і діелектричних властивостей.

На сьогодні термін «композит» об'єднує в собі різноманітні види арматури створеної на базі різного типу волокон (скляне, базальтове, вуглецеве, арамідне, комбіноване), які використовуються в якості армуючого елемента (рис. 1)[3]. В якості зв'язуючого використовуються різні більш якісні полімерні сполуки, які забезпечили новий поштовх застосування композитної арматури в будівництві, і не без підстав її можна назвати «будівельним матеріалом XXI століття».

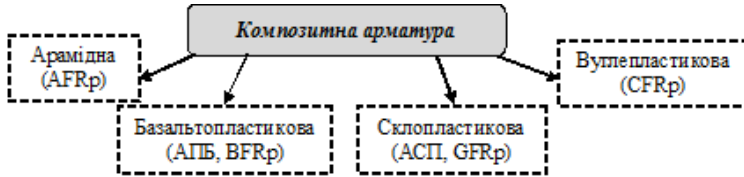


Рис. 1. Основні види композитної арматури

Сьогодні композит широко застосовується в різних сферах будівельного виробництва. Мостові споруди, греблі, дорожнє будівництво, морські споруди, виробництво різних архітектурних елементів, таких, як арки, купола, в автомобілебудуванні, будівництво літаків, ракет, при виготовленні різних приладів і пристроїв в медицині, спорті – усі ці сфери, сьогодні, не функціонують без використання композитних матеріалів. Виробництво композитної арматури набирає обертів через більш низьку вартість, високу міцність, економічність, стійкість до корозії, діелектричні властивості, відсутність перешкод для роботи радіопристроїв, гнучкість, у порівнянні із металевою арматурою.

В Україні в останні роки зростає питома вага малоповерхового житла. В фундаментах таких будівель сталева арматура може бути замінена на більш міцну і дешевшу композитну арматуру. При цьому необхідно враховувати обмеженість запасу руд, придатних для задоволення безперервно зростаючих потреб в сталі та металопрокату, дефіцитних легуючих добавок та високу енергоємність та екологічність їх виробництва.

Темпи зростання композитної арматури в світі щорічно оцінюються на рівні 12%. За попередніми прогнозами, очікується, що темп зростання ринку композитної арматури можуть перевищити попередні і скласти близько 16% в рік. Якщо проаналізувати дані про об'єми використання композитної арматури серед країн світу, то колишні прострадянські країни катастрофічно відстають від розвинених країн світу (рис.2)[4]. Безумовними лідерами використання новітніх матеріалів, зокрема і композитів є США, Японія, Китай, країни ЄС.

Наразі, частка композитних матеріалів в Україні складає лише 2%, в той час коли у США – 22%, а у Китаї – 28%.

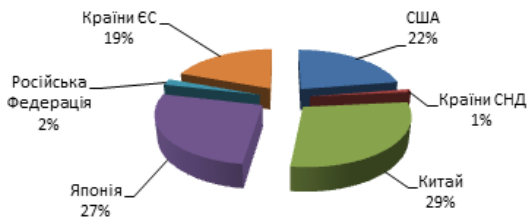


Рис. 2. Структура світового споживання композитної арматури

На пострадянському просторі найбільш динамічно розвиваються ринки з виробництва і застосування склопластикової арматури в таких країнах, як Росія, Казахстан, Узбекистан, Азербайджан, Вірменія.

Як відомо, композитна арматура представляє собою міцні дроти діаметром від 4 до 20 мм будь-якої споживчої довжини з ребристою поверхнею спіралеподібного

профілю та має більшу міцність, ніж металева. В процесі армування кам'яної кладки, кладки стін з газобетону за умови використання сітки з композитної арматури збільшується термічний опір огорожуючих конструкцій. Для порівняння у базальтових сіток відзначається низька теплопровідність, на рівні $-0,46 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, а у металу, цей показник знаходиться в діапазоні $40 - 60 \text{ Вт/м}^2\text{К}$, тобто приблизно в 100 разів вищий. Таким чином, металеві сітки є своєрідними «містками» холоду. До очевидних переваг композитів відносять також, те що вони не піддаються корозії, характеризуються високою стійкістю до заморожування і відтавання, що є незамінним при будівництві доріг, аеродромів, гідротехнічних споруд, де перепади температур особливо відчутні. Крім того, металева сітка ($50 \times 50 \times 3 \text{ мм}$, $0,5 \times 2 \text{ м}$) важить $2,04 \text{ кг/м}^2$, в порівнянні із базальтовою $-0,3 \text{ кг/м}^2$ тобто є легшою в 8 разів (табл. 1)[5,6].

Таблиця 1

Порівняння основних експлуатаційних характеристик металевої та композитної арматури

<i>Характеристика</i>	<i>Вид арматури</i>	
	<i>Металева</i>	<i>Композитна</i>
Границя міцності при розтягуванні, МПа	390	1000
Модуль пружності, МПа	200 000	55 000
Довговічність	У відповідності до будівельних норм	Прогнозована довговічність, не менше 80 років
Фізико-механічні властивості	6 А400С 8 А400С 10 А400С 12 А400С 14 А400С	4 АКС 6 АКС 7 АКС 8 АКС 10 АКС
Вага, кг (при рівномірній заміні)	6 А400С – 0,222 8 А400С – 0,395 10 А400С – 0,617 12 А400С – 0,888	4 АКС – 0,02 6 АКС – 0,05 7 АКС – 0,07 8 АКС – 0,08

Вітчизняний законодавчо-нормативний простір заповнив ДСТУ НБВ.2.6-185, що був введений у 2013 році та стосувався проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою. Даний документ містить інформацію про сферу застосування, загальні положення з проектування конструктивних елементів з неметалевою композитною арматурою, технологічні вимоги до таких елементів.

Висновки. Композиційні матеріали в певній мірі є альтернативою традиційним матеріалам, що є джерелом зниження частки енергоємних будівельних матеріалів. Широке використання композитів в будівельній практиці направлене в першу чергу на зниження енергоємності будівельного виробництва, у напрямку заміщення металевих виробів та композитні. Поштовхом до популяризації і до здешевлення неметалевого армування має стати прийняття єдиних норм і стандартів в нашій країні. За кордоном це вже зроблено, і композитне армування та використання композиційної арматури займає велику частку в будівельній галузі, хоча повноцінно замінити сталеву арматуру композитною на сьогодні не можливо.

Список літератури:

1. Воронин Е.С. Мир в 2030 году: прогнозы американских экспертов («Глобальные тенденции 2030: альтернативные миры») / Аналитические доклады ИМИ, Выпуск 3(38) — М.: МГИМО-Университет, 2013. -36с.
2. Сердюк В. Р. Перспективи використання композитної арматури в будівництві / В. Р. Сердюк, І. В. Беньковський // Інноваційні технології в будівництві. Збірник матеріалів Міжнародної науково-технічної конференції 13-15 листопада 2018 р. – Вінниця: ВНТУ, 2018 – 456 с. – С.43-46.
3. Коваль П. М. Вплив малоциклових навантажень на роботу бетонних балок, армованих базальтопластиковою арматурою / П. М. Коваль, О. Я. Гримак // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: зб. наук. пр. / Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Д., 2016. - №10. -С. 35-42.
4. Анализ рынка Композитной Арматуры. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://megaplast.msk.ru/analiz-rynka-kompozitnoj-armatury/>
5. Таран В. В. Особенности применения композитной арматуры при возведении строительных конструкций и сооружений / В. В. Таран, А. В. Янков// Технологии, организация, механизация та геодезичне забезпечення будівництва Випуск 2013_6(104) –С. 35-40.
6. Олех В. В. Неметалева композитна склопластиковая арматура як будівельний матеріал майбутнього/«Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві», випуск 5, 2016. – С. 67-73.

V.P. Serdyuk, S.Yu. Franyshina

Композиционные материалы как источник экономии энергетических ресурсов в строительстве

В статье рассмотрены основные направления снижения энергоёмкости строительной продукции. Приведены общие характеристики и перспективные направления применения композитных материалов. Выполнен анализ эксплуатационных особенностей использования композитной арматуры, с учетом преимуществ и недостатки этого материала. Проанализированы мировые тенденции производства и потребления композитной арматуры и динамика роста мирового спроса.

Ключевые слова: *энергоёмкость строительства, энергетическая эффективность, композитные материалы, базальтовая арматура, экологичность.*

V. Serdyuk, S. Franyshina

Composite materials as a source of energy resources economy in building

In this article the main directions of reduce energy intensity (embodied energy) in building materials are discussed. Also, the total characteristics and perspective way to use composite materials in building production are represented. The authors have been analyzed the experimental features of the composite material (construction fittings). The modern world tendencies production and consumption of composite construction fittings are presented.

Key words: *energy efficiency, embodied energy, composite materials, basalt fittings, ecology.*