

**SECTION 9. ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION**DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-230-2-13>**APPLICATION OF SOLID INDUSTRIAL WASTE  
IN THE MANUFACTURE OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE  
STRUCTURES IN PERMANENT FORMWORK****ЗАСТОСУВАННЯ ТВЕРДИХ ПРОМИСЛОВИХ ВІДХОДІВ  
ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ  
КОНСТРУКЦІЙ В НЕЗНІМНІЙ ОПАЛУБЦІ****Horb O. H. Горб О. Г.**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Construction Computer Technologies and Airports Reconstruction National Aviation University*     *кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів Національний авіаційний університет*

**Shevchenko O. V. Шевченко О. В.**

*Doctor of Philosophy, Associate Professor at the Department of Construction Computer Technologies and Airports Reconstruction National aviation university Kyiv, Ukraine*     *доктор філософії, доцент кафедри комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів Національний авіаційний університет м. Київ, Україна*

Оскільки Україна входить до десятки країн-лідерів (9 місце) із кількістю твердих промислових відходів на одного мешканця (понад 10 тонн) і ця цифра щороку лише збільшується, то проблема їх утилізації та переробки потребує пошуку нових прогресивних шляхів вирішення. Наукові раціоналістичні підходи дають можливість перетворити недоліки близького розташування до густонаселених територій гігантів гірничої, металургічної та хімічної промисловості шляхом використання нетоксичних шламово-шлакових відходів при зведенні нових житлових кварталів. Це дозволить скоротити витрати на матеріали, їх транспортування та зберігання у разі виготовлення сучасних сталезалізобетонних будівельних конструкцій безпосередньо на місцях зберігання твердих відходів, а застосування технології замкнутого зовнішнього об'ємного листового і профільованого армування у поєднанні із композитними полімерами допоможе

мінімізувати навіть токсичний вплив матеріалів на стадіях монтажу й експлуатації

Серед новітніх здобутків і досягнень вітчизняного та закордонного наукового досвіду в галузі будівництва чільне місце посідають останні розроблення прогресивних конструктивних елементів на основі раціонального поєднання сталі й бетону в комплексній конструкції.

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі збільшується кількість використання металу, що, у зв'язку з обмеженістю сировинної бази та енергозабезпеченості, веде до значного підвищення собівартості об'єктів будівництва. Ця ситуація йде врозріз із основними задачами будівельної галузі України, а саме – скорочення матеріало-, енерго- й трудозатрат на виготовлення будівельної продукції, на ефективне використання будівельних матеріалів і створення нових більш економічних конструкцій.

Повністю або частково поставлені задачі може розв'язати більш широке і масове використання сталезалізобетонних конструкцій, у яких сталева арматура у вигляді листів, профільованого настилу, прокатних елементів, прямокутних чи циліндричних замкнених профілів і звичайних стрижнів працює більш ефективно із бетонною складовою за рахунок їх раціонального поєднання та використання [2]. Тобто сталь переважно використовується в розтягнутій зоні, а бетон – в стиснутій, робоча арматура може використовуватися як незнімна опалубка, що за рахунок обтіснення бетонного ядра веде до створення об'ємного напруженого стану.

Однак перед розробниками, проектантами і конструкторами композитних – залізобетонних, сталобетонних, сталезалізобетонних – конструкцій стоїть проблема забезпечення сумісної роботи бетону та сталі. Найчастіше в таких випадках використовують традиційні засоби анкерування, які є надто матеріалозатратними й трудомісткими, що веде до підвищення вартості.

Нині для розв'язання цієї проблеми все більше в будівництві застосовують різні полімерні матеріали, наприклад, при підсиленні чи реконструкції залізобетонних елементів, закріпленні анкерних болтів [3–5]. Особливо позитивно в цих випадках зарекомендували себе акрилові композити [1]. Було досліджено приєднання готових бетонних блоків один до одного та металевих пластин до бетонних елементів за допомогою з'єднання акриловими клеями різних складів. Але в достатній мірі не випробовувалися з'єднання, в яких свіжоукладена бетонна суміш приклеюється до сталевих елементів, та сталезалізобетонні елементи, в яких сумісна робота бетону і сталі забезпечується за допомогою такого способу склеювання.

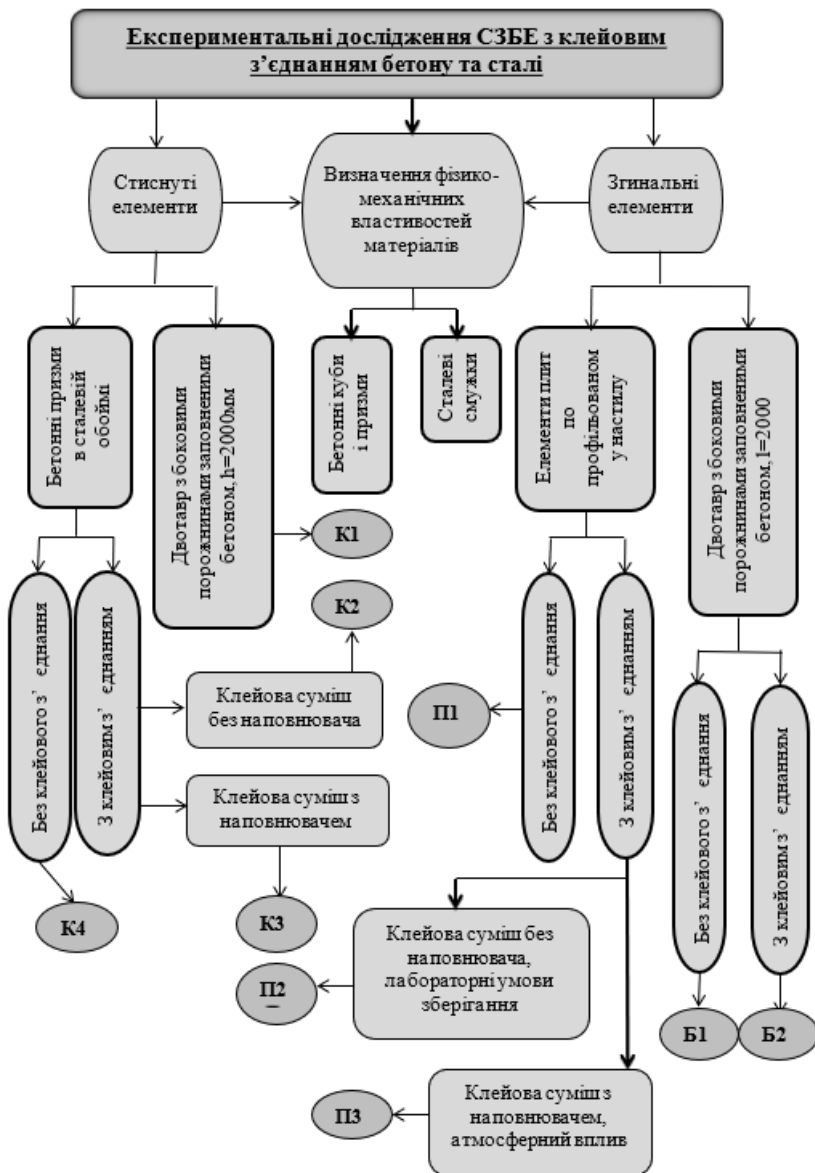


Рис. 1. План-схема експериментальних досліджень конструкцій з клейовим з'єднанням бетону та сталі

На сьогодні серед сталезалізобетонних конструкцій одними з найбільш досліджених і найпоширеніших є стиснуті залізобетонні елементи, підсилені сталевими листами, труобетон, двотаврові елементи з боковими порожнинами заповненими бетоном та залізобетонні плити по профільованому настилу. Саме в цих конструкціях проблема забезпечення сумісної роботи бетону й сталі є актуальною, оскільки вартість складних анкерувальних закладних деталей (включаючи затрати на матеріал та монтаж) може сягати 20% загальної вартості конструкції.

У сталезалізобетонних конструкціях із замкненим периметром чи об'ємом за допомогою незнімної опалубки, для економії будівельних розчинів при заповненні внутрішнього простору можуть використовуватися подрібнені відходи з належними фізико-механічними характеристиками. Також у якості наповнювача бетонних чи полімерних сумішей можливо замість кварцового пічку застосовувати шлакові суміші заданої крупності.

Отже, дослідження міцності, деформативності й несучої здатності зазначених сталезалізобетонних елементів, розроблення методики їх розрахунку, рекомендацій щодо виготовлення є актуальними задачами та додатково можуть бути випішені згідно апробованої методики (Рис. 1).

Ці і подібні дослідження дадуть змогу розробити методику більш широкого і раціонального використання твердих промислових відходів при виготовленні новітніх сталезалізобетонних конструкцій та при реконструкції і підсиленні пошкоджених чи зношених залізобетонних і сталевих елементів.

Особливо актуальною ця задача є сьогодні, коли на Україну очікує колосальна робота по відновленню і модернізації зруйнованої під час бойових дій інфраструктури, виробничої, матеріально-сировинної бази. А оскільки будівництво є основною галуззю виробництва, де можливе використання відходів більшості галузей промисловості, причому у великих обсягах і з повним використанням вторинної сировини шляхом безвідходних технологічних процесів, то цілком можна стверджувати, що частина критичних завдань має раціональні шляхи термінового вирішення.

### **Література:**

1. Zolotov S., Firsov P., Muhamad H. (2020). Evaluation of Stress-Deformed Condition Level of Glued Materials for the Without Anchor Steel-Concrete Joint. In Lecture Notes in Civil Engineering (Vol. 47, pp. 95–102). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7_12).

2. Horb O., Davidenko Y., Skurupiy O., Mytrofanov P. (2020). Application of Bonding Concrete to Reinforcement Using Adhesives in Steel Concrete Composite Structure. Proceedings of the 2020 session of the 13th fib International PhD Symposium in Civil Engineering (Paris, France, August 26-28, 2020). PP. 2–9. [https://phdsymp2020.sciencesconf.org/data/pages/Proceedings\\_phdsymp\\_2021.pdf](https://phdsymp2020.sciencesconf.org/data/pages/Proceedings_phdsymp_2021.pdf)
3. Brede Markus. (2018). Fracture Mechanics of Adhesive Joints. [https://doi.org/10.1002/9783527803743.ch1\\_04](https://doi.org/10.1002/9783527803743.ch1_04).
4. Mora Veronica, Mieloszyk Magdalena, Ostachowicz, Wieslaw. (2018). Model of moisture absorption by adhesive joint. *Mechanical Systems and Signal Processing*. 99. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2017.06.042>.
5. Jeevi G., Nayak S., Kader M. (2019). Review on adhesive joints and their application in hybrid composite structures. *Journal of Adhesion Science and Technology*. 33. 1-24. <https://doi.org/10.1080/01694243.2018.1543528>.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-230-2-14>

## PROBLEMS OF GEOMETRIC MODELING OF HISTORICAL BUILDINGS AND ARCHITECTURAL MONUMENTS IN BIM

## ПРОБЛЕМИ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІСТОРИЧНИХ БУДІВЕЛЬ І ПАМ'ЯТНИКІВ АРХІТЕКТУРИ У СЕРЕДОВИЩІ BIM

**Ivanova L. S. Іванова Л. С.**

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Descriptive Geometry and Engineering Graphics Kyiv National University of Construction and Architecture Kyiv, Ukraine*      *кандидат технічних наук, доцент кафедри нарисної геометрії та інженерної графіки, Київський національний університет будівництва і архітектури м. Київ, Україна*

Інформаційне моделювання будівель, або скорочено BIM, для створення цифрових моделей існуючих будівель набуває все більшого значення у професійній практиці архітекторів та інженерів.

Будь-яка система автоматизованого проєктування будівель та споруд має забезпечувати взаємодію користувача з окремими