

УДК 624.012.46:624.046.5

*Гасенко Антон, к.т.н., доцент, докторант кафедри будівництва та цивільної інженерії
ORCID: 0000-0003-1045-8077, e-mail: gasentk@gmail.com
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»*

НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕННЯ САМОНАПРУЖЕНИХ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Анотація. Робота стосується галузі будівництва, зокрема проектування елементів несучого каркасу громадських чи виробничих будівель. Раціонально підібране поєднання сталевих прокатних профілів із залізобетоном зі стрижневим армуванням, утворюючи таким чином сталезалізобетонні конструкції, дозволяє підвищити їх несучу здатність. Однією із переваг застосування сталезалізобетону є можливість створення за допомогою нього нерозрізних статично невизначених розрахункових схем, що мають значно вищий рівень живучості за статично визначені схеми. Створення початкових напружень у будівельних конструкціях від їх власної ваги значно спрощує процес попереднього напруження за рахунок непотрібності витрат на додаткові заходи та пристосування. Попередні напруження в елементах будівельних конструкцій створені таким чином в даній роботі прийнято називати «самонапруження».

Ключові слова: попередні напруження, сталезалізобетонні конструкції.

*Hasenko Anton, PhD, Associate professor,
doctoral student of the Department of Construction and Civil Engineering
ORCID: 0000-0003-1045-8077, e-mail: gasentk@gmail.com
National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"*

RESEARCH AREAS OF SELF-STRESSED STEEL REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

Abstract. The work concerns the field of construction, in particular the design of load-bearing elements of public or industrial buildings. Rationally selected combination of rolled steel profiles with reinforced concrete with rod reinforcement, thus forming steel reinforced concrete structures, allows to increase their load-bearing capacity. One of the advantages of using steel reinforced concrete is the ability to create continuous statically indeterminate calculation schemes that have a much higher level of survivability than statically defined schemes. Creating initial stresses in building structures from their own weight greatly simplifies the process of prestressing due to the unnecessary cost of additional measures and adaptations. Prestressing in the elements of building structures created in this way in this work is called "self-stress".

Keywords: pre-stresses, steel reinforced concrete structures.

Вступ. Сучасне будівництво наразі охоплює як нові, так і невідкладно необхідні відновлювальні, викликані воєнними діями, роботи на об'єктах громадської чи виробничої інфраструктури України. Відповідно, будівництво потребує економічних несучих конструкцій із високим рівнем надійності, живучості та ремонтпридатності. Перерахованим вимогам відповідають сталезалізобетонні конструкції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Сталезалізобетон є одним із ефективних типів комплексних конструктивних елементів [1]. Як відомо, він поєднує сталеві прокатні профілі із залізобетоном зі стрижневим армуванням. Такі конструкції створюються як під час нового проектування, так і під час підсилення пошкоджених залізобетонних конструкцій сталевим прокатом, а сталевих обетонуванням [2]. Під час підсилення актуальним питання є забезпечення сумісної роботи існуючої конструкції з елементами підсилення та створення попередніх напружень в елементах підсилення.

Однією із переваг застосування сталезалізобетону є можливість створення за допомогою нього нерозрізних статично невизначених розрахункових схем, що мають значно

вищий рівень живучості за статично визначені схеми [3]. Ця перевага дозволяє регулювати напружено-деформований стан, покращити несучу здатність й жорсткість будівельної системи та, як результат, зекономити матеріали на експлуатаційні навантаження і підвищити їх надійність під час аварійних навантажень викликаних впливами техногенного характеру. Перерозподіл зусиль в статично невизначених системах при надексплуатаційних навантаженнях техногенного характеру призводить до суттєвих непружних деформацій, викликаних утворенням і розвитком тріщин у розтягнутій зоні бетону, порушенням зчеплення сталевих прокатів з бетоном, повзучістю бетону тощо. Тому, при розрахунку на такі навантаження, доцільно враховувати пластичні характеристики як сталі, так і бетону, та штучно перерозподіляти і регулювати зусилля в них.

Попереднє напруження є одним із основних шляхів підвищення ефективності несучих конструкцій. Наприклад, збільшуючи тріщиностійкість залізобетонних конструкцій, воно забезпечує можливість перекриття великих прольотів тощо. Проте попередньо напружені конструкції, що випускаються підприємствами будівельної індустрії, дуже енергоємні, що в умовах сучасного ринку з дефіцитом енергоресурсів обумовлює їхню високу вартість [4; 5].

Виділення невирішеної раніше частини проблеми. Створення початкових напружень у будівельних конструкціях від їх власної ваги значно спрощує процес попереднього напруження за рахунок непотрібності витрат на додаткові заходи та пристосування. Так, попередні напруження в цьому випадку можливо створити за рахунок вдало підібраних розмірів вузлів чи спеціально розробленої технології виготовлення чи попередньої укрупнювальної збірки будівельних конструкцій. Створені попередні напруження в елементах будівельних конструкцій за такою методикою в даній роботі далі називатимуться «самонапруження» [6–8].

Таким чином, проблема створення попередніх самонапружень у сталезалізобетонних конструкціях та розроблення теоретичного апарату їх врахування в початкових умовах розрахунку, є **актуальною задачею, що й є темою роботи**. Вона має теоретичне значення і практичне застосування при проектуванні несучих конструкцій будівель і споруд, таких як колон, балок, плит перекриття тощо.

Для досягнення мети роботи сформульовані **основні напрями дослідження самонапружених сталезалізобетонних конструкцій**:

- визначити та науково обґрунтувати основні напрямки удосконалення сталезалізобетонних конструкцій шляхом створення попередніх напружень від їх власної ваги чи спеціально розробленої технології попередньої укрупнювальної збірки для регулювання їх напружено-деформованого стану (виконати класифікацію самонапружених сталезалізобетонних конструкцій) [6];
- сформулювати переваги та науково довести доцільність застосування й рівень ресурсоощадності самонапружених сталезалізобетонних конструкцій;
- окреслити інженерно-конструкторські методи й заходи, в тому числі за даними вітчизняних та зарубіжних дослідників, створення попередніх самонапружень в елементах сталезалізобетонних конструкцій;
- узагальнити та розвинути метод врахування в початкових умовах розрахунку різних рівнів напружень на основі деформаційної моделі із врахуванням повних діаграм роботи матеріалів елементів комбінованого сталезалізобетонного перерізу (наприклад, в сталевій стрижневій чи бетонній площинній частинах перерізу сталезалізобетонного перекриття); розробити узагальнену розрахункову і математичну моделі комбінованих сталезалізобетонних конструкцій з врахуванням фактичної деформованої схеми;
- розробити методику виготовлення, провести експериментальні й натурні випробування на статичні силові впливи та виявити особливості напружено-деформованого стану самонапружених від власної ваги й технології виготовлення,

за допомогою якої створюють попередні вигини, сталезалізобетонних конструкцій на прикладі ділянки сталезалізобетонного перекриття [7];

- розробити методику виготовлення, провести експериментальні випробування на статичні силові впливи та виявити особливості напружено-деформованого стану самонапружених від власної ваги й конструктивних рішень, за допомогою якої створюють розвантажуючі опорні моменти, сталезалізобетонних конструкцій на прикладі трикутної залізобетонної арки покриття із сталеву затяжкою [8];
- розробити пропозиції щодо методики чисельного моделювання роботи самонапружених сталезалізобетонних конструкцій із врахуванням різних рівнів початкового напружено-деформованого стану їх конструктивних складових;
- довести ефективність та можливість створення самонапружених сталезалізобетонних конструкцій шляхом їх впровадження при новому будівництві, а також при підсиленні конструкцій із дефектами чи пошкодженнями.

Висновки. Перерозподіл зусиль у самонапружених сталезалізобетонних конструкціях, що виникає на етапах їх виготовлення, монтажу та експлуатації, дозволяє ефективно регулювати внутрішні зусилля та деформації у перерізах на всіх вказаних етапах роботи цих конструкцій. Сформульовані напрями дослідження дозволяють провести комплексний аналіз напружено-деформованого стану самонапружених сталезалізобетонних конструкцій починаючи із етапу їх виготовлення.

Література

1. Стороженко Л. І., Сурдін В. М., Єфіменко В. І., Вербицький В. І. *Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація : монографія.* Кривий Ріг, 2007. 448 с.
2. Пат. 26462 Україна, МПК (2006) E 04 G 23/00. *Спосіб підсилення сталевих стиснутих елементів обетонюванням із наступним обтисненням бетону / заявники Семко О.В., Гасенко А.В. ; власник Полтав. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – № и 2007 04651 ; заявл. 26.04.07 ; опубл. 25.09.07, Бюл. № 15. – 4 с.*
3. Гоголь М.В. *Регулювання напружень у сталевих комбінованих конструкціях: монографія.* К: вид-во «Сталь», 2018. 222 с.
4. Чеканович М. Г. Труبوبетонні конструкції, зміцнені поздовжнім попереднім обтиском. *Зб. наук. пр. Полтав. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Галузеве машинобудування, будівництво.* Полтава, 2014. Вип. 3(1). С. 221–226.
5. Vatulia G. L., Lobiak O. V., Deryzemlia S. V., Verevicheva M. A., Orel Y. F. *Rationalization of cross-sections of the composite reinforced concrete span structure of bridges with a monolithic reinforced concrete roadway slab. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* 2019.
6. Semko O.V., Hasenko A.V. *Classification of self-stressed steel-concrete composite structures: Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations. Lecture Notes in Civil Engineering (LNCE, volume 181). Book Subtitle ICBI 2022 Pages: 367–374.*
7. Hasenko A.V. *Deformability of bends continuous three-span preliminary self-stressed steel concrete slabs: Academic journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering.* Poltava, 2021. Issue 1 (56) 2021. P. 135–141. DOI: <https://doi.org/10.26906/znp.2021.56.XXXX>
8. Semko O.V., Hasenko A.V., Fenko O.G., J Godwin Emmanuel B. Arch., Dariienko V.V. *Architectural and constructive decisions of a triangular reinforced concrete arch with a self-stressed steel brace: Зб. наук. пр.: Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Кропивницький: КНТУ, 2020. Вип. 3(34). С. 209–217. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3\(34\).209-217](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3(34).209-217)*