

УДК 624.012.3

## ОГЛЯД СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ СТАЛЕБЕТОННИХ ТА СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

*С. Бурчєня, к. т. н.*

*Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** Сучасне будівництво передбачає підвищення ступеня індустріальності, зниження витрат конструкційних матеріалів та трудомісткості, вимагає швидких темпів зведення будівель і споруд, а також забезпечення необхідної несучої здатності, надійності і довговічності не лише будівель загалом, а й окремих їх конструктивних елементів. Такими конструктивними елементами є сталебетонні та сталезалізобетонні конструкції, які не лише відповідають зазначеним вимогам, а й надійні у роботі і достатньо ефективні в умовах реконструкції наявних громадських і виробничих будівель.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Під час спорудження артилерійського містечка у Батумі військовий інженер Д. Жарінцев 1855 року звів бетонну стінку, яка була армована прокатним металом.

У 1957 році Р. В. Воронков у плитах з профільованим настилом зумів сумістити функції металевого листа як ізоляції і несучої арматури [1]. Експериментально-теоретичним шляхом було встановлено, що плити з листовою арматурою за несучою здатністю мало чим різняться та дуже близькі до плит, армованих арматурними стрижнями. Відтоді дедалі більше уваги як в закордонній, так і у вітчизняній практиці, приділяють дослідженню залізобетонних конструкцій, що містять листову «арматуру-опалубку».

Інженер А. Біргером (Бельгія) ще на початку 70-х років експериментально дослідив сталебетонні балки системи «УІЛІСТРЕС», які армувалися комплексно високоміцними сталевими попередньо напруженими пучками та металевими листами, розташовуваними у розтягнутій і стиснутій зонах, та впровадженими у реальному будівництві.

Сталебетонні балки, зовнішнє армування яких виконано зі сталевих листів, мають властивості біологічного захисту від різноманітних радіоактивних випромінювань, і їх можна використовувати для споруд АЕС. Прикладом використання таких балкових конструкцій була Німеччина, за будівництва АЕС «Норд-2» у місті Грайсвальді. Терміни будівництва, за використання таких сталебетонних конструкцій, скоротилися на 20%. Такі конструкції одночасно виконували захист як біо-, так і гідроізоляції, окрім того, для їх виготовлення не потрібно було використовувати опалубки.

У великих містах світу в будівництві різноманітних будівель і споруд використовували комплексні сталебетонні конструкції, основними конструктивними елементами в яких є бетон і сталевий лист. Варто зазначити висотні будівлі: «Уілліс-Тауер», (108 поверхів, висота 443 м, м. Чикаго, США), у будівництві якого використовували сталебетонні плити, армовані профнастилом, що дало змогу знизити вагу перекриття близько на 45-50%; Тайбей 101, острів Тайвань (чотири

пари надзвичайно міцних колон розміром 2,4 x 3 м у поперечному перерізі, по одній на кожній стороні будівлі, і серцевина з 16 колон втримують цю будівлю у вертикальному положенні. Між 25-м і 77-м поверхами ці бетонні колони підсилені сталевим корпусом, що і є своєрідним доказом використання так званих сталезалізобетонних конструкцій.

В Україні є низка наукових шкіл, які досконало вивчають такі конструкції (у Полтаві, Києві та Донецьку, у Львові та Харкові).

Із 1967 року кафедра будівельних конструкцій НУ «Львівська політехніка» та згодом і кафедра будівельних конструкцій ЛНАУ під керівництвом професора, доктора технічних наук Ф. Є. Клименка [5], проводила дослідження сталобетонних плит і балок із звичайною і високоміцною напруженою полосовою арматурою. У дослідженнях брали участь Барабаш В. М., Барабаш В. М., Бліхарський З.Я., Боднарчук Т. Б., Бобало Т. В., Гайдаш М.Л., Гавриляк А.І., Добрянський І.М., Демчина Б.Г., Кінаш Р.І., Крамарчук П.П., Крочак О.В., Крамарчук А.П., Коваль П.М., Мельник І.В., Мазурак А.В., Холод П.Ф., Шмиг Р.А., Фамуляк Ю.Є., Фабрика Ю.М., Шевчук С.Г., Шеховцов Ф.Я., Ільницький Б.М. та інші.

Крім того, розробку й дослідження сталобетонних та сталезалізобетонних конструкцій вивчали колективи, очолювані видатними вченими і науковцями України: О. Б. Голишевим, В. І. Єфименком, Л. І. Стороженком [9], О. В. Семком [8], Е. Чихладзе [11], О. Л. Шагіним та ін.

**Постановка завдання.** Наше завдання – аналіз проведених сучасних досліджень стосовно сталобетонних та сталезалізобетонних конструкцій.

**Виклад основного матеріалу.** До сталобетонних конструкцій із зовнішнім армуванням належать: плити, армовані сталевим профнастилом; конструкції, облицьовані сталевими листами, які включені в сумісну роботу з бетоном у спеціальних залізобетонних спорудах (наземні й підземні резервуари і ємкості, технологічні і транспортні тунелі, насосні станції, фундаменти під обладнання, опускні колодязі, захисні оболонки атомних електростанцій); лінійні сталобетонні балкові елементи, армовані звичайною і високоміцною попередньо напруженою зовнішньою арматурою; колони, виготовлені з брускових елементів з використанням зовнішнього армування у вигляді чотирьох кутників; сталобетонні ферми з гнутих профілів, сталобетонні ригелі та інші види конструкцій [5].

До сталезалізобетонних конструкцій належать: сталезалізобетон із зовнішнім суцільним армуванням, у тому числі трубобетонні елементи з різними формами перерізу; сталезалізобетон із зовнішнім наскрізним армуванням, насамперед брускові елементи, а також елементи, що виникають під час обетонування порожнин сталевих наскрізних колон; сталобетон у вигляді залізобетону з внутрішньою жорсткою арматурою; сталезалізобетон у вигляді сталевих конструкцій із прибетонованими до їх стиснутих елементів залізобетонними частинами, сумісна робота яких забезпечується анкерами, упорами, приклеюванням тощо; сталезалізобетон у наскрізних складених конструкціях тощо [8].

Дослідження міцності та деформативності сталезалізобетонних балкових конструкцій здійснено у праці [12]. Автор провів експериментальні випробування різних типів зв'язків-анкерів залізобетонної плити-полички з верхньою поличкою

сталевому двотавру, вивчав вплив ширини залізобетонної полицки на несучу здатність і деформативність сталезалізобетонної конструкції загалом; запропонував інженерний метод розрахунку сталезалізобетонних балкових конструкцій, що працюють на згин.

У праці [13] досліджено несучу здатність та деформативність сталебетонних перекриттів із застосуванням зовнішнього армування із хвилястих настилів. Проведені експериментальні дослідження показали, що використання анкерів зі смуг, вирізаних із хвилястого листа, дало змогу повністю ліквідувати зсув бетону відносно хвилястого листа. Автор запропонував розрахунковий апарат для визначення прогинів і несучої здатності багатопрогінних балкових плит із зовнішнім армуванням хвилястими листами, у тому числі з додатковим армуванням стрижневою арматурою шару бетону. Автор впровадив низку результатів наукових досліджень на реальних будівельних об'єктах України.

Міцність та деформативність сталебетонних балок, які армувалися високоміцною арматурою в поєднанні зі стрічковою, проведено у праці [2]. У результаті експериментально-теоретичних досліджень отримано результати щодо відсотка армування високоміцною стрижневою арматурою у поєднанні зі стрічковою сталлю марки С275, на міцнісні та деформівні характеристики таких конструкцій.

Міцність і деформативність згинальних елементів із тонкостінних труб квадратного перетину, заповнених бетоном, подано у праці [10]. У результаті проведених експериментальних досліджень автор дослідила напружено-деформований стан сталезалізобетонних балок із зовнішнім армуванням квадратними трубчастими профілями з різних класів бетону; розробила методику розрахунку міцності згинальних елементів за нормальними та похилими перетинами та оцінила напружено-деформований стан згинальних елементів з використанням деформативної моделі.

Напружено-деформований стан збірно-монолітних сталезалізо-бетонних балок з урахуванням фізичної нелінійності подано у праці [3]. У результаті експериментально-теоретичних досліджень отримано нові форми сталезалізобетонних балок; розроблено пропозиції до методів розрахунку та конструювання збірно-монолітних сталезалізобетонних балок і вибору їх оптимальних геометричних розмірів та армування.

Унаслідок проведених експериментальних досліджень у праці [6] отримано результати напружено-деформованого стану наскрізних залізобетонних конструкцій зі зовнішнім листовим армуванням та встановлено характер їх руйнування.

Нові конструктивні рішення вузлів з'єднання залізобетонного монолітного безбалкового безкапітельного перекриття зі сталезалізобетонними колонами зі швелерів, заповнених бетоном, розроблено у праці Т. А. Дмитренка. Автор отримав нові теоретичні та експериментальні дані щодо несучої здатності та напружено-деформованого стану запропонованих вузлових з'єднань за дії статичного навантаження та подав методику розрахунку таких з'єднань.

У праці [7] досліджені напружено-деформований стан та міцність закладних деталей вузлів сталезалізобетонних рам. На підставі проведених

експериментально-теоретичних досліджень автор розробив низку типових рішень закладних деталей для вузлів сталезалізобетонних рам.

Окрім зазначених робіт, чимало науковців досліджують балкові конструкції та стійки, які армуються просічно-витяжним листом, що свідчить про перспективність такого виду армування. Варто зазначити, що такі роботи виконували під керівництвом д.т.н., професора Добрянського І.М. у ЛНАУ (м. Дубляни) на кафедрі будівельних конструкцій та д.т.н. професором Шмуклера В.С. у м. Харкові.

**Висновки.** На основі поданого матеріалу можна дійти висновку, що застосування сталобетонних та сталезалізобетонних конструкцій за спорудження будівель та споруд дає змогу отримати значну економію основних будівельних матеріалів порівняно з традиційними залізобетонними, та потребує подальшого ґрунтового дослідження таких конструкцій.

#### Бібліографічний список

1. Воронков Р. В. Железобетонные конструкции с листовым армированием / Р. В. Воронков. – Л. : Стройиздат, 1975. – 144 с.
2. Бобало Т. В. Міцність та деформативність сталобетонних балок, армованих високоміцною стержневою арматурою в поєднанні з стрічковою : автореф. дис ... канд. техн. наук / Т. В. Бобало. – Львів, 2013. – 21 с.
3. Бібік Д. В. Напружено-деформований стан збірно-монолітних сталезалізобетонних балок з урахуванням фізичної нелінійності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Д. В. Бібік. – Полтава, 2011. – 19 с.
4. Кушнір Ю. О. Розрахунок міцності нормального перерізу попередньо напружених сталезалізобетонних балок з бетонною верхньою полицею без елементів зчеплення / Ю. О. Кушнір // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2013. – Вип. 3. – С. 107-113.
5. Клименко Ф. Е. Сталобетонные конструкции с внешним полосовым армированием / Ф. Е. Клименко. – К. : Будівельник, 1984. – 88 с.
6. Магас Н. М. Наскрізнi залізобетонні конструкції з зовнішнім листовим армуванням : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / Н. М. Магас. – Полтава, 2013. – 20 с.
7. Малюшицький О. В. Напружено-деформований стан та міцність закладних деталей вузлів сталезалізобетонних рам : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / О. В. Малюшицький. – Полтава, 2012. – 20 с.
8. Високоєфективні технології та комплексні конструкції в будівництві : монографія / [Онищенко О. Г., Пічугін С. Ф., Онищенко В.О. та ін.]. – Полтава : ПФ «Форміка», 2009. – 305 с.
9. Стороженко Л. І. Труобетон : монографія / Л. І. Стороженко, Д. А. Єрмоленко, О. І. Лапенко. – Полтава : АСНІ, 2010. – 305 с.
10. Стовба Л. М. Експериментальні дослідження несучої здатності згинальних труобетонних елементів квадратного перерізу / Л. М. Стовба // Галузеве машинобудування, будівництво : зб. Полтавського нац. техн. ун-ту ім. Ю. Кондратюка. – 2009. – Вип. 2. – С. 95-102.
11. Чихладзе Е. Д. Удосконалення методів розрахунку і проектування сталобетонних і сталевих конструкцій промислових будівель і споруд / Е. Д. Чихладзе. – Харків, 2002. – 126 с.
12. Фабрика Ю. М. Міцність і деформативність сталезалізобетонних балкових конструкцій / Ю. М. Фабрика, Ф. Є. Клименко, Р. А. Шмиг. – Львів : Априорі, 2007. – 136 с.

13. Шевчук С. Г. Несуча здатність та деформативність сталобетонних перекриттів із застосуванням зовнішнього армування із хвилястих настилів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кан. техн. наук / С. Г. Шевчук. – Львів, 2010. – 21 с.

**Бурченя С. Огляд сучасних досліджень сталобетонних та сталезалізобетонних конструкцій**

Подано класифікацію сталобетонних та сталезалізобетонних конструкцій, їх основне застосування, а також аналіз сучасних досліджень таких конструкцій, та описано загальну роботу під навантаженням.

**Ключові слова:** сталобетон, сталезалізобетон, зовнішнє армування, листова арматура, стрічкове армування.

**Burchenya S. Overview of current research of steel-concrete and composite steel and concrete constructions**

The article classification steel-concrete and composite steel and concrete constructions, their primary use and analysis of current research structures and describes the basic operation under load.

**Key words:** steel-concrete, composite steel and concrete, outer reiforseing, sheet armature, band reiforsing.

**Бурченя С. Обзор современных исследований сталобетонных и стале-железобетонных конструкций**

Представлена классификация сталобетонных и сталежелезобетонных конструкций, их основное применение, а также анализ современных исследований таких конструкций, и описана общая работа под нагрузкой.

**Ключевые слова:** сталобетон, сталежелезобетон, внешние армирование, листовая сталь, ленточное армирование.

*Стаття надійшла 24.05.2017.*

УДК 624.154.546.012.45

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДИК ВИЗНАЧЕННЯ НЕСУЧОЇ  
ЗДАТНОСТІ БУРОНАБИВНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МІКРОПАЛЬ**

*О. Гнатюк, к. т. н., М. Лапчук, старший викладач  
Львівський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** Вартість фундаментів і підготовки основ залежно від виду будівництва і від умов проведення будівельних робіт коливається в широких межах: від 5 до 25% загальної вартості робіт. Величезні затрати на влаштування основ і фундаментів визначають високий економічний ефект від зусиль, спрямованих на вдосконалення методів проектування і способів виконання робіт у цій галузі будівництва.