

УДК 624.074:[624.012.4+624.014.2]

*В.В. Муравльов, к.т.н., доц., проректор
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ З ВИНЕСЕНИМ РОБОЧИМ АРМУВАННЯМ

Викладені основні проблеми та перспективи розвитку залізобетонних конструкцій з винесеним робочим армуванням. Наведена класифікація залізобетонних конструкцій з винесеним робочим армуванням.

Ключові слова: *винесене робоче армування, залізобетонні конструкції.*

Вступ. Враховуючи недоліки залізобетонних і сталевих конструкцій, варто реалізувати ідею про застосування сталезалізобетонних конструкцій. Сталезалізобетонними називають комплексні конструкції, у яких сумісно працюють і сталеві, і залізобетонні елементи, при цьому залізобетон використовується в основному для сприйняття зусиль стиску, а сталь – для сприйняття зусиль розтягу. У зв'язку з ефективною роботою сталезалізобетонних конструкцій будівельники приділяють їм велику увагу, а з точки зору розроблення нових комбінацій різних матеріалів для сумісної роботи ці конструкції не мають аналогів.

При проектуванні сталезалізобетонних конструкцій ставиться завдання позбутися недоліків сталевих і залізобетонних конструкцій [1, 2]. Слід докласти зусиль щоб у сталезалізобетонній конструкції бетон працював на стиск, а сталь – на розтяг. Як показує досвід проектування сталезалізобетонних конструкцій, у багатьох випадках цю вимогу вдається задовольнити. І дійсно, незважаючи на прогрес у розвитку, залізобетонні конструкції завжди будуть залишатися важкими, а сталеві конструкції відрізнятимуться підвищеною металоємністю.

Аналіз останніх досліджень. Сталезалізобетонні конструкції застосовуються в багатьох галузях будівництва. Найвигідніше використовувати сталезалізобетон в елементах, що сприймають великі навантаження [1,2]. Ефективними є сталезалізобетонні колони промислових та цивільних споруд, стиснені елементи великопролітних арок і ферм, балкові конструкції, опори й пролітні будови мостів, стійки в будівлях рамної конструкції, несучі конструкції житлових та громадських будівель, опори ЛЕП, радіотелевізійні вежі й щогли тощо. Останнім часом все більше уваги приділяється дослідженню сталезалізобетонних конструкцій з винесеним робочим армуванням [3, 4, 5].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Поряд із залізобетонними вже понад сто років застосовуються сталезалізобетонні конструкції, що поєднують у собі залізобетон та сталеві прокатні профілі. Сталезалізобетонні конструкції мають багато переваг, але, на нашу думку, основні з них – це можливість у багатьох випадках виробляти та будувати залізобетонні конструкції без використання опалубки, тому що її функції може успішно виконувати арматура зі сталевих профілів, та можливість запроектувати конструкцію таким чином, щоб бетон працював тільки на стиск.

Слід зазначити, що будівництво залізобетонних конструкцій з винесеним армуванням можливе при використанні жорсткої арматури із різних профілів: трубу, двотаврів, кутиків тощо.

Аналізуючи існуючі наукові розробки, доцільним є створення та дослідження конструкцій з винесеним робочим армуванням.

Мета. Дослідити основні проблеми та перспективи розвитку залізобетонних конструкцій з винесеним робочим армуванням. Провести класифікацію залізобетонних конструкцій з винесеним робочим армуванням.

Виклад основного матеріалу. При проектуванні сталезалізобетонних конструкцій ставиться завдання позбутися недоліків сталевих і залізобетонних конструкцій. Слід докласти зусиль, щоб у сталезалізобетонній конструкції бетон працював тільки на стиск, а сталь – на розтяг. Як показує досвід проектування сталезалізобетонних конструкцій, у багатьох випадках цю вимогу вдається задовольнити. І дійсно, незважаючи на прогрес у розвитку, залізобетонні конструкції завжди будуть залишатися важкими, а сталеві конструкції відрізнятимуться підвищеною металоємністю. А відомо, що вимога щодо економії витрат металу завжди залишиться актуальною. Багато видів сталезалізобетонних конструкцій можна виготовляти без опалубки, тому що її роль виконує профільна чи листова арматура. Вони застосовуються при будівництві згинальних і стиснутих конструкцій, їх використовують при зведенні різноманітних споруд.

Залізобетонні конструкції з винесеним армуванням можна розділити на дві великі групи:

1. Елементи з винесеною арматурою на поверхню залізобетонної конструкції.
2. Елементи з винесеною арматурою за межі залізобетонної конструкції.

Класифікація залізобетонних конструкцій наведена на рис. 1.

До елементів першої групи слід віднести конструкції із зовнішнім армуванням, такі як труботетон, балки із зовнішнім армуванням сталевими листами, балки із розташуванням в розтягненій зоні сталевих профілів, плити по профільному настилу.

Елементи з винесеним армуванням за межі залізобетонної конструкції можуть бути дуже різноманітними. До них, у першу чергу, відносяться широко відомі шпренгельні залізобетонні конструкції, залізобетонні конструкції з винесеною попередньо напруженою арматурою, наскрізні конструкції з розміщенням залізобетону в стиснутих елементах, сталеві ферми із залізобетонним стиснутим поясом.



Рисунок 1 – Класифікація залізобетонні конструкції з винесеним робочим армуванням

Із конструкцій, що відносяться до меншої групи, представляють інтерес балки що були досліджені в роботах за участю О.А.Крупченка. [3]. Схема такої конструкції наведена на рис. 2. В цій двотавровій балці верхній залізобетонний пояс працює на стиск, а сталеві нижня полиця та стінка працюють на розтяг. Сумісна робота залізобетонної та сталеві складових забезпечується за рахунок анкерних засобів.

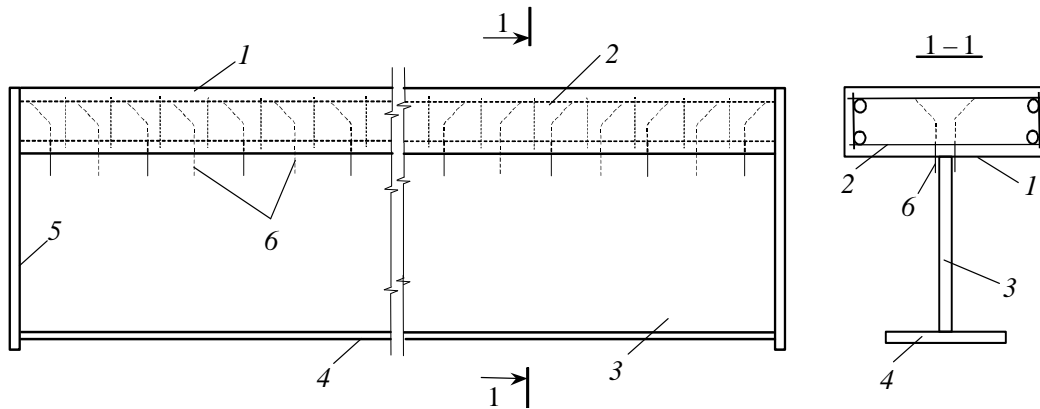


Рисунок 2 – Сталезалізобетонна двотаврова балка із залізобетонним верхнім поясом: 1 – залізобетонна полицка; 2 – арматурний каркас; 3 – сталеві стінка; 4 – сталеві полицка; 5 – опорне ребро; 6 – анкери

В роботах за участю А.В.Іванюка [4,5] були досліджені ребристі балки й плити із зовнішнім армуванням вертикальними листами (рис. 3).

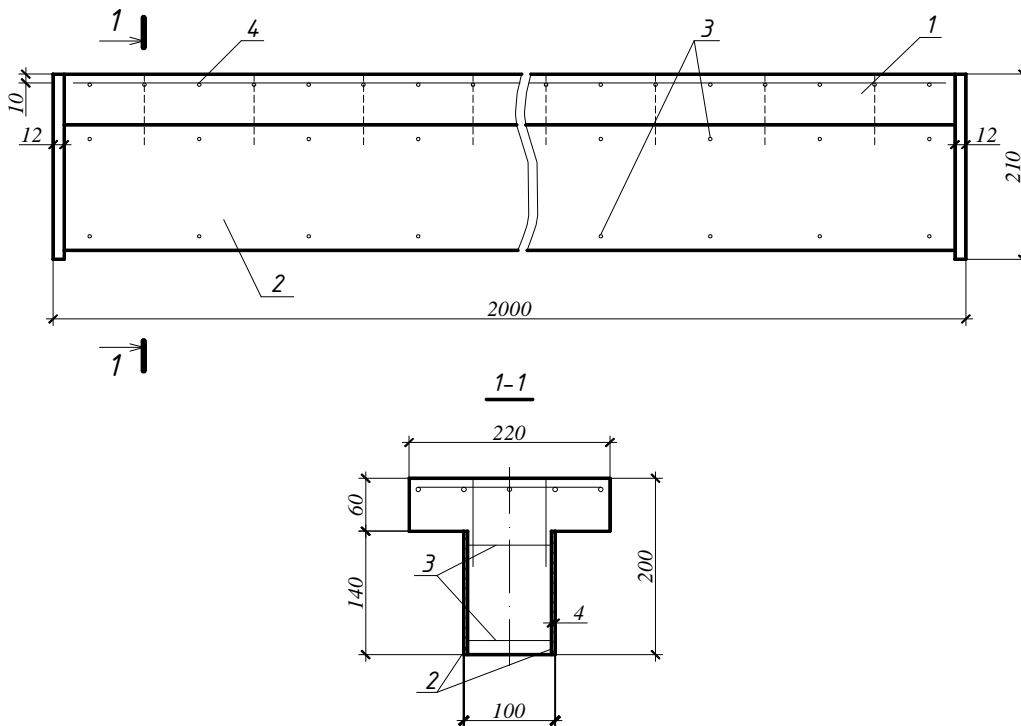


Рисунок 3 – Поперечний переріз таврової сталезалізобетонної балки зі стрічковим армуванням: 1 – залізобетонна складові таврового перерізу; 2 – сталеві стрічкові листи; 3 – арматурні хомути; 4 – арматурна сітка

Із конструкцій з винесеним армуванням заслуговує пропозиція, що сформульована в роботах за участю Т.П.Куч в роботі [4,5]. Були запропоновані балки й плити, що були армовані сталевими трубами, винесеними за межі залізобетонної складові, сутність такої конструкції зрозуміла з рис. 4.

Цікавою особливістю наведених вище конструкцій є те, що вони виготовляються в збірному варіанті в перевернутому стані на рівному майданчику практично без застосування опалубки.

Ряд видів наскрізних конструкцій з винесеним армуванням були запропоновані нами, їх новизна підтверджена патентами на корисну модель [6-8]. Одна з таких конструкцій наведена на рис. 5.

У конструкціях із зовнішнім армуванням сталевими профілями, що зосереджене тільки в розтягнутій зоні, арматура активно включається в роботу при сприйнятті згинального моменту. Але листова арматура в таких конструкціях може слугувати незмінною опалубкою тільки у випадку подвійного армування при бетонуванні збірних балок у горизонтальному положенні. Не виключений випадок, коли смугова арматура не сприймає поперечної сили і не утворює об'ємно-напружений стан у бетоні. Також такі конструкції погано працюють на згин із крученням. У таких конструкціях є необхідність забезпечення сумісної роботи сталі й бетону, що потребує допоміжних анкерних пристосувань, витримування товщини захисного шару бетону, а це призводить до перевитрат матеріалів та підвищення власної ваги конструкції.

Для усунення цих недоліків та забезпечення надійної роботи конструкцій запропоновано нові типи згинальних елементів із зовнішнім листовим армуванням. В основу запропонованих конструкцій поставлено завдання удосконалення поперечного перерізу, зміни технології виготовлення та прискорення процесу монтажу конструкцій.

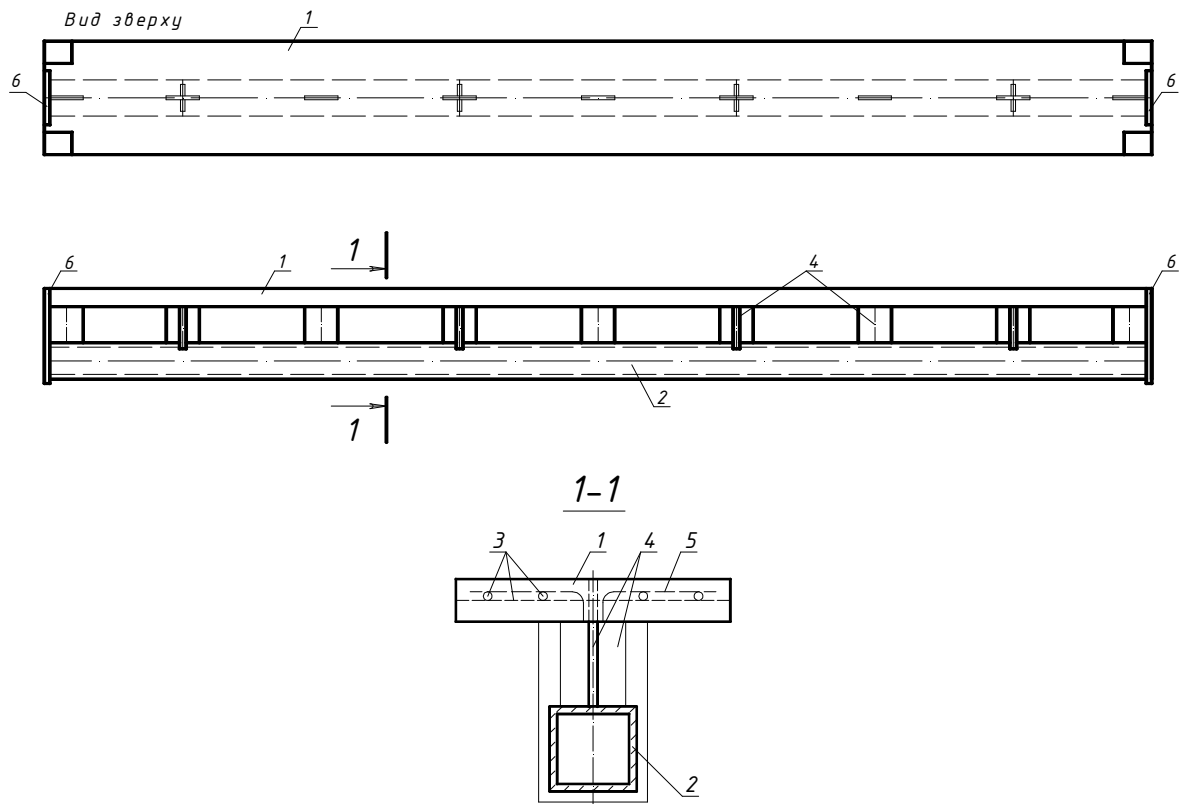


Рисунок 4 – Сталезалізобетонна балка з винесеним армуванням квадратною трубою:
 1 – залізобетонна лінійна конструкція; 2 – зовнішня стальва труба квадратного профілю; 3 – арматурна сітка; 4 – сталеві трубки; 5 – анкери

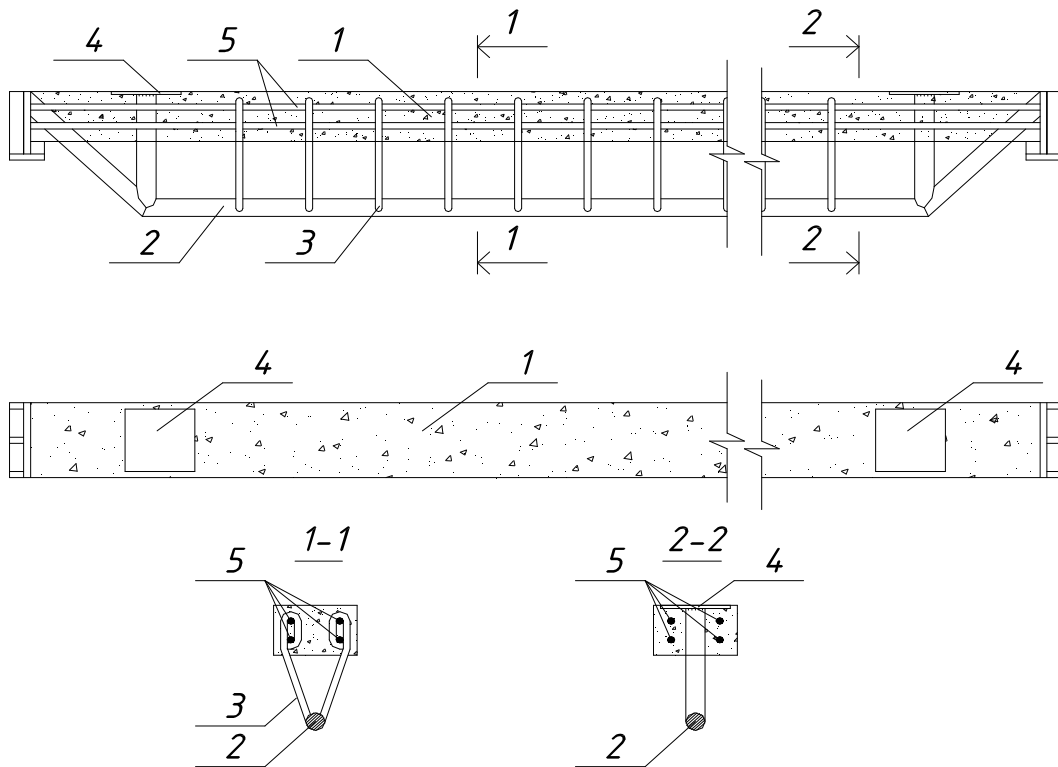


Рисунок 5 – Залізобетонна балка з винесеним армуванням:
 1 – залізобетонна лінійна конструкція; 2 – дрютяна арматура; 3,4 – анкери;
 5 – арматурна сітка

Особливістю роботи такого поперечного перерізу є можливість під час завантаження в стиснутій зоні очікувати об'ємно-напружений стан у бетоні, тому що листові арматури в такому випадку перешкоджає вільним деформаціям бетону у поперечному напрямку. Таке рішення дає змогу сприймати згинальні моменти та ідеально працювати на поперечну силу завдяки бетону, який знаходиться в складному напруженому стані, та вертикальних листів, що добре працюють на зріз.

З метою покращення роботи сталезалізобетонних конструкцій при сумісній дії згину з крученням запропоновано з'єднувати поздовжні вертикальні листи один з одним за допомогою поперечних сталевих діафрагм жорсткості, що розміщуються під кутом 90° до площини вертикального листа. Відстань між діафрагмами приймається за умов роботи бокового листа на стійкість із співвідношення $l_{ef} = (1.5 \div 2)h$, де h – висота перерізу балки. Висота діафрагми може змінюватися залежності від типу сталезалізобетонної конструкції.

Висновки. Ураховуючи досвід дослідження та будівництва, слід зробити висновок, що застосування сталезалізобетонних конструкцій з винесеним армуванням є перспективним напрямком і дозволяє отримати значний техніко-економічний ефект. Сполучення для сумісної раціональної роботи бетону, арматури й сталевих прокатних профілів можуть бути дуже різноманітними, тому необхідно продовжувати пошук нових типів перерізів сталезалізобетонних конструкцій, у тому числі й з винесеним армуванням.

Література

1. Стороженко, Л. І. Сталезалізобетонні конструкції. / Л. І. Стороженко, О. В. Семко, В. Ф. Пенц. – Полтава : ПолтНТУ, 2005. – 181 с.
2. Стороженко Л.І. Трубобетон. / Л.І.Стороженко, Д.А.Єрмоленко, О.І.Лапенко. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2010 – 306 с.

3. *Стороженко, Л. І. Особливості роботи сталезалізобетонних балок із залізобетонним верхнім поясом / Л. І. Стороженко, О. В. Нижник, О. А. Крупченко // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій: зб. наук. пр. – Л. : Каменяр, 2007. – Вип. 7. – С. 546 – 550.*
4. *Стороженко, Л. І. Нові види сталезалізобетонних згинальних конструкцій / Л. І. Стороженко, О. В. Нижник, А. В. Іванюк, Т. П. Куч // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць – Випуск 21. – Рівне: НУВГтаП – 2011. – С. 366–373.*
5. *Стороженко, Л. І. Сталезалізобетонні елементи часторебристих перекриттів / Л. І. Стороженко, О. В. Нижник, А. В. Іванюк, Т. П. Куч // Теорія і практика будівництва: вісник національного університету «Львівська політехніка» №664. – Львів, 2010. – С. 249–255.*
6. *Пат. України на кор. модель, МПК E04B 1/04. Сталезалізобетонна балка з армуванням дрютяною арматурою / винахідник: Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр Ф.С.; власник – Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр Ф.С. – № и 21205834; заявл. 16.05.2012.*
7. *Пат. України на кор. модель, МПК E04B 1/04. Сталезалізобетонна балка з армуванням трубою квадратного профілю / винахідник: Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр Ф.С.; власник – Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр Ф.С. – № и 21205835; заявл. 16.05.2012.*
8. *Пат. України на кор. модель, МПК E04B 1/04. Сталезалізобетонна балка з армуванням трубою / винахідник: Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр Ф.С.; власник – Стороженко Л.І., Муравльов В.В., Школяр Ф.С. – № и 21205836; заявл. 16.05.2012.*

*В.В. Муравлев, к.т.н., доц., проректор
Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

ПРОЛЕМИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ВЫНЕСЕННЫМ РАБОЧИМ АРМИРОВАНИЕМ

Изложены основные проблемы и перспективы развития железобетонных конструкций с вынесенным рабочим армированием. Приведена классификация железобетонных конструкций с вынесенным рабочим армированием.

Ключевые слова: *вынесенное рабочее армирование, железобетонные конструкции.*

*V.V. Muravlov, Ph.D., Docent., Vice Rector
Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk*

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH AN EXTERNAL REINFORCEMENT

The main problems and perspectives of development of reinforced concrete structures with an external reinforcement are presented in the article. Classification of reinforced concrete constructions with an external workers was conducted.

Keywords: *an external reinforcement, reinforced concrete structures.*

Надійшла до редакції 10.09.2012

© В.В. Муравльов