

УДК 624.012

## СУЧАСНІ ПРОГРЕСИВНІ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ

*д. т. н., доц., Лапенко О. І. інж., Гришко Г. І.  
Національний авіаційний університет, Київ*

На основі аналізу основних існуючих залізобетонних конструкцій запропоновані нові конструктивні рішення елементів будівель та споруд. Наведено сталезалізобетонні конструкції в яких бетон використовується лише в стиснутій зоні, чим досягається значне зменшення ваги конструкцій.

Однією із суттєвих переваг залізобетону є можливість при проектуванні й будівництві надання конструкції будь-якої форми. Користуючись цим, архітектори та конструктори створили найрізноманітніші обриси залізобетонних конструкцій, у тому числі оболонки і просторових систем. Можливість створення із залізобетону різноманітних форм значно вплинула на розвиток архітектури. Але для надання будь-якої форми для залізобетонних конструкцій необхідне влаштування опалубки.

Зважаючи на те, що будівництво є однією з визначальних галузей економіки, а залізобетон посідає в ньому значне місце, постійно ведеться пошук, як нових конструкцій із залізобетону та сталезалізобетону, так і шляхів підвищення його техніко-економічних показників. При цьому першочергового зниження потребують матеріалоемність та трудомісткість будівельних робіт при зведенні споруд та будівель із залізобетону. У створенні нових конструкцій пошук ведеться у напрямі освоєння більш ефективних перерізів конструктивних елементів, створення конструкцій з новими видами армування, розробка принципово нових конструктивних рішень, подальше дослідження й освоєння просторових і багатопробльотних конструкцій і споруд. Пропонуються нові залізобетонні конструкції із винесеною робочою арматурою, у яких вага зменшується за рахунок ефективного використання бетону тільки в стиснутій зоні.

У роботах [4,7] викладено пошук варіантів підвищення ефективності конструкцій та якісного використання переваг окремих матеріалів. Знайдені економічно вигідні рішення для окремих типів конструктивних елементів [1, 3]. При цьому неповною мірою висвітлене питання зменшення ваги залізобетонних конструкцій та ефективного використання бетону, а також впровадження сталезалізобетонних конструкцій.

Основні залізобетонні конструкції мають суттєві недоліки: нерациональне використання бетону в розтягнутій зоні, де він фактично не враховується при розрахунках несучої здатності; проблема тріщиностійкості; велика вага конструкцій; велика вартість опалубки як для збірних, так і для монолітних залізобетонних конструкцій; для збірного залізобетону гостро стоїть питання стиків, що пов'язане із застосуванням великої кількості закладних деталей [1].

На основі проведеного аналізу існуючих залізобетонних конструкцій, де досягається економія бетону в розтягнутій зоні, розглянути варіанти використання сталезалізобетонних конструкцій із винесеною робочою

арматурою.

В традиційних залізобетонних конструкціях, бетон і арматура працюють сумісно, при цьому бетон захищає сталю арматуру від корозії та береже її від вогню у разі пожежі, арматура у свою чергу компенсує недоліки бетону в розтягнутій зоні повністю сприймаючи напруження в ній. Тому залізобетон має широке застосування у будівництві й галузі його використання як одного з основних будівельних матеріалів постійно розширюються. Але при всіх перевагах залізобетону одним із основних недоліків конструкцій із нього є велика вага через вимушене використання бетону в розтягнутій зоні.

Існує ціла низка конструкцій, вага яких зменшена за рахунок вилучення бетону з розтягнутої зони. Оскільки в практиці експлуатації будівель часті випадки, коли з певних причин необхідно виконати підсилення ригеля, плити перекриття, залізобетонної балки чи ферми, то при цьому застосовуються шпребельні конструкції. В основному таке практикується при підсиленні прогінних будівель, які не відповідають вимогам тільки за несучою здатністю, балок шляхопроводів і естакад, при ремонті споруд, які не відповідають вимогам сучасних норм за несучою здатністю та габаритом.

Для великих прогонів – понад 50 метрів використовують аркові перекриття. Основною їх перевагою є мала вага конструкції. Це пояснюється тим, що арка є розпірною системою й переріз працює переважно на стиск і сприймає незначний за величиною згинальний момент.

Традиційні стиснуті конструкції, в котрих ефективно використовується бетон це, – колони, елементи ферм, опор, арок, які сприймають значні тискаючи зусилля.

Тонкостінні просторові конструкції, такі як куполи та пологі оболонки, мають перевагу над площинними конструкціями, тому що ними можна перекривати великі прогони при значно меншій загальній масі покриття порівняно з варіантом з уніфікованих плоских конструкцій. Економія при будівництві середніх прогонів складає до 20–30 % бетону та 10–15 % сталі, зі збільшенням прогону до 100 м економія бетону досягає 50 %. Зниження витрата матеріалів досягається в результаті раціонального розподілу матеріалу і зменшення кількості опор, фундаментів та інших конструкцій, а також за рахунок виконання самою конструкцією одночасно несучих і захисних функцій.

Поряд з застосуванням уже апробованих залізобетонних конструкцій створюються нові конструктивні форми, впроваджуються нові конструкції, які характеризуються малою матеріаломісткістю. Це сталезалізобетонні конструкції, які поєднують кращі властивості сталевих і залізобетонних конструкцій [4]. Порівняно із залізобетонними вони мають значно меншу масу за рахунок економії закладних деталей та відрізняються від сталевих меншою витратою металу. Так запропоновані складені балки із залізобетонним поясом, де використано прокатні профілі в якості робочої арматури, що поєднані із залізобетонним верхнім поясом [3,8], балки з трубчастим нижнім поясом.

В той же час починають широко використовувати структурні сталезалізобетонні конструкції [6], сутність яких полягає в розподіленні функцій елементів конструкції за матеріалами, з котрих вона складається, для раціональної роботи в споруді. Структура цих конструкцій полягає в

послданні залізобетонного елемента (плити) з металевими елементами, що працюють як робоча арматура. Разом із цим використовується загальний принцип проектування ребристих плит перекриття, який полягає у вилученні якомога більшого об'єму бетону з розтягнутої зони конструкції. Використання ж попередньо напруженої арматури у розтягнутій зоні підвищує жорсткість конструкції порівняно з традиційними й дозволяє збільшити прогони. При цьому поліпшуються функціональні якості будівель, що важливо при переплануванні приміщень і зміні технології або призначення об'єктів.

При проектуванні сталезалізобетонних конструкцій ставиться завдання позбутися недоліків сталевих і залізобетонних конструкцій. 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 металосмністю. А відомо, що вимога щодо економії витрат металу завжди буде актуальною. Багато видів сталезалізобетонних конструкцій можна виготовляти без опалубки, тому що її роль виконує профільна чи листова робоча арматура.

Поряд з цим пропонуються конструкції (рис. 1), у яких вага зменшується за рахунок вилучення бетону із розтягнутої зони.

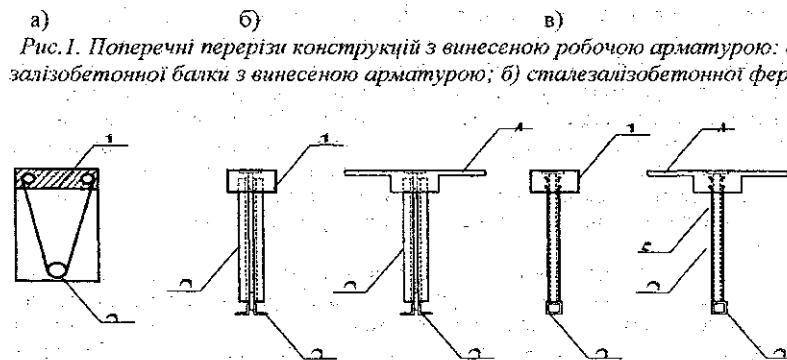


Рис. 1. Поперечні перерізи конструкцій з винесеною робочою арматурою: а) залізобетонної балки з винесеною арматурою; б) сталезалізобетонної ферми

з парних кутиків; в) сталезалізобетонної ферми з квадратних труб;  
 1 – залізобетонний верхній пояс, 2 – решітка з парних кутиків, 3 – сталевий нижній пояс, 4 – розвинений верхній пояс, 5 – решітка з квадратних труб

У таких конструкціях спрощуються умови бетонування верхнього залізобетонного пояса, так як вони можуть виготовлятися у перевернутому стані безпосередньо на будівельному майданчику. Їх сутність полягає в тому, що вони отримані в результаті поєднання залізобетонного елемента та винесеної з нього арматури зі сталевим елементом, який знаходиться у розтягнутій зоні конструкції.

Подібні конструкції дозволяють уникнути основних суттєвих недоліків залізобетонних конструкцій – нерационального використання бетону в розтягненій зоні, де він фактично не працює. Та мають часткові переваги над металевими аналогами, зокрема у порівнянні з нерациональною роботою на стиснення через втрату загальної та місцевої стійкості.

Також до таких конструкцій можна віднести: балки з винесеною арматурою [9]; балки з винесеною попередньо напруженою арматурою, балки з винесеною арматурою зі сталевими діафрагмами; сталезалізобетонні балки з хвилястими стінками, сталезалізобетонні балки з розвиненим верхнім поясом, сталезалізобетонні наскрізні конструкції, такі як розкісні ферми з кутників, безрозкісні з квадратних труб.

Спільним для всіх конструкцій із винесеною робочою арматурою є:

- ефективне використання бетону саме в стиснутій зоні;
- суттєве зменшення ваги конструкцій;
- можливість їх виготовлення у перевернутому стані безпосередньо на будівельному майданчику, що дає значний економічний ефект;
- конструкції виконують як несучі, так і огорожувальні функції.

Для запропонованих залізобетонних конструкцій з винесеною робочою арматурою, характерне зменшення загальної ваги, рационально використовуються переваги кожного з матеріалів, а також такі конструкції спрощують умови бетонування верхнього залізобетонного пояса і можуть виготовлятися безпосередньо на будівельному майданчику.

#### ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Специальный курс. – М.: Стройиздат, 1981. – 767 с.
2. Клименко Ф.Е. Сталобетонные конструкции с внешним полосовым армированием. – К.: Будівельник, 1984. – 88 с.
3. Стороженко Л.І. Железобетонные конструкции с внешним армированием. – К.: УМК ВО, 1989. – 99 с.
4. Стороженко Л.І., Крупченко О.А. Работа сталезалізобетонных двотавровых балок із залізобетонним верхнім поясом під дією малоциклового навантаження // Зб. "Дороги і мостя". Вип.7.: у 2-х т. – К.: ДерждорНДІ, 2007. – Т.2. – С.214 – 218.
5. Стороженко Л.І., Семко О.В. Сталезалізобетонні конструкції. Навчальний посібник. – Полтава: ПолтНТУ, 2001. – 56 с.
6. Стороженко Л.І., Тимошенко В.М., Нижник О.В., Гасій Г.М., Мурза С.О. Дослідження і проектування сталезалізобетонних структурних конструкцій: Монографія. – Полтава: АСМІ, 2008. – 262 с.
7. Стороженко Л.І., Сурдин В.М., Єфіменко В.І., Вербицький В.І. Сталезалізобетонні конструкції (дослідження, проектування, будівництво, експлуатація): Монографія. – Кривий Ріг: 2007. – 448 с.
8. Стороженко Л.І., Лепенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.
9. Стороженко Л.І., Муравльов В.В. Залізобетонна балка. – Патент № 32657.