

ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ТА ПРОЕКТУВАННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Стороженко Л.І.

Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка
м. Полтава, Україна

АНОТАЦІЯ: Розглянуто питання створення нових видів сталевих залізобетонних конструкцій. Запропоновано конструкції колон, балок, плит, наскрізних та просторових систем, в яких сталеві профілі та бетон поєднані для раціональної сумісної роботи.

АННОТАЦИЯ: Рассмотрены вопросы создания новых видов сталежелезобетонных конструкций. Предложены конструкции колонн, балок, плит, сквозных и пространственных систем, в которых стальные профили и бетон объединены для рациональной совместной работы.

ABSTRACT: The questions of creation of new types of steel-concrete composite constructions are considered. The constructions of columns, beams, flags, through and spatial constructions in that steel profiles and concrete are incorporated for rational joint work are offered.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Сталезалізобетон, труобетон, проектування, сумісна робота сталі й бетону.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У наш час інтенсивно розвивається будівельна наука й техніка, розробляються нові матеріали й технології. З урахуванням цих прогресивних тенденцій, існуючі будівельні конструкції виявилися застарілими, надзвичайно енергоємними та такими, що потребують багато ручної праці. Це викликало появу принципово нових конструктивних рішень, здатних задовольнити потреби сучасного будівництва. Виникли проблеми їх проектування.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Ураховуючи існуючі виклики, крім нових матеріалів, розроблені й знайшли застосування в будівництві комплексні сталезалізобетонні конструкції нового покоління [2, 3]. Сутність цих прогресивних конструкцій полягає в тому, що в них для раціональної сумісної роботи поєднані різноманітні сталеві прокатні й гнуті профілі та залізобетон. При цьому повністю враховуються позитивні якості, що їх мають як сталеві, так і залізобетонні конструкції.

Позитивні якості сталезалізобетону особливо яскраво прослідковуються на прикладі труобетону [5]. Виявляється, що різноманітні колони та стійки можна будувати надзвичайно просто: відрізати кусок труби необхідної довжини, поставити його вертикально та заповнити бетоном. Якщо порівняти таку стійку із залізобетонною, то при будівництві труобетонної колони не потрібна надзвичайно вартісна опалубка, трудомісткі та дорогі арматурні каркаси, закладні деталі. Порівнюючи зі сталевою, така колона має набагато більшу несучу здатність. Результати проведених ґрунтовних досліджень показують, що труобетонні елементи раціонально працюють тому, що поєднують у своєму складі міцну оболонку та слабкіше осердя, а це нагадує за будовою стовбури дерев та трав, відібраних за мільярди років еволюції самою природою. У якості прикладу надзвичайно раціональної сталезалізобетонної конструкції також можна навести залізобетонні монолітні плити по сталевому профільованому настилу. В цьому випадку при будівництві перекриттів не потрібна опалубка та підтримуючі риштування.

Метою статті є ознайомлення з результатами винахідницької роботи по створенню нових видів сталезалізобетонних конструкцій, в яких сталеві профілі та бетон поєднані для раціональної сумісної роботи.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Нами запропоновані та глибоко досліджені нові типи різноманітних сталезалізобетонних конструкцій, розроблені методи їх розрахунку та конструювання. Результати цих досліджень широко публікувались в науковій та технічній пресі (опубліковані сотні статей та десятки монографій [4-8]). Ця величезна наукова робота знайшла активний відгук у будівельників, тепер сталезалізобетонні конструкції будуються по всій нашій країні. Розроблений та введений у дію нормативний документ щодо проектування сталезалізобетонних конструкцій [1]. В основу створення нових видів сталезалізобетонних конструкцій покладені передумови:

– по можливості, бетон в конструкціях повинен працювати тільки на стиск, а метал – на розтяг;

- металеві профілі й листи повинні виконувати функції не тільки робочої арматури, а й опалубки та підтримуючих конструкцій;
- необхідно забезпечити сумісну роботу бетону й сталі в несучій конструкції.

На протязі багаторічних дослідницьких робіт нами запропоновані нові конструктивні рішення, що значно розширюють галузі раціонального застосування трубобетону [2, 3]. Серед них такі.

- Несучі конструкції промислових та цивільних будівель.
- Просторові конструкції спеціальних будівель (наприклад, опори під транспортні галереї).
- Трубобетонні конструкції сільськогосподарських будівель.
- Центрифугований трубобетон, у тому числі зі зміщеною порожниною.
- Випадки, коли трубобетон армований поздовжніми стрижнями (зміщені стрижні, кінці стрижнів приварені до внутрішньої поверхні труб).
- Вузли з'єднання трубобетону із монолітними балками та фундаментами.
- Стики в колонах з перемінним по висоті перерізом.
- Підпірні стінки з трубобетонним каркасом.

Ці розробки сприяли широкому застосуванню трубобетону в промисловому та цивільному будівництві, яке ми спостерігаємо зараз. Нами сформульовані відповідні пропозиції щодо конструювання вузлів окремих елементів, які сприяли будівництву трубобетонних конструкцій. На рис. 1 наведені варіанти конструкції стиків по висоті трубобетонних стійок. У результаті експериментів встановлено, що в будівництві з успіхом може використовуватися елементарно простий стик, що наведений на рис. 1а.

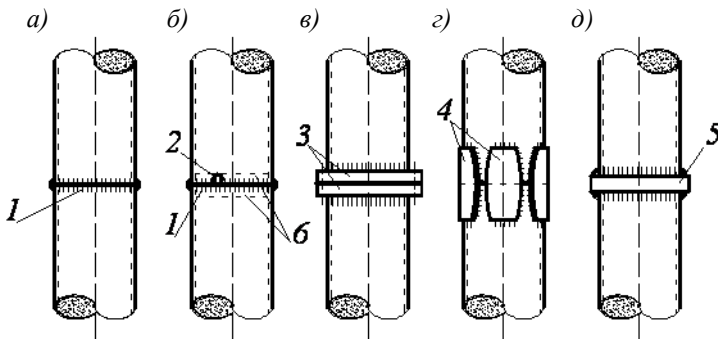


Рис. 1. Конструкції стиків стиснутих трубобетонних елементів:
 а – “сухий”; б – “мокрый”; в – фланцевий; г – “сухий” підсилений накладками; д – “сухий” через металеву прокладку

В практиці будівництва часто виникає необхідність улаштувати вузли спряження трубобетонних стійок з монолітним залізобетоном. Деякі

із запропонованих нами вузлів наведені на рис. 2. Проведені експериментальні дослідження та досвід упровадження довели, що такі стики можуть успішно застосовуватися в будівництві [5].

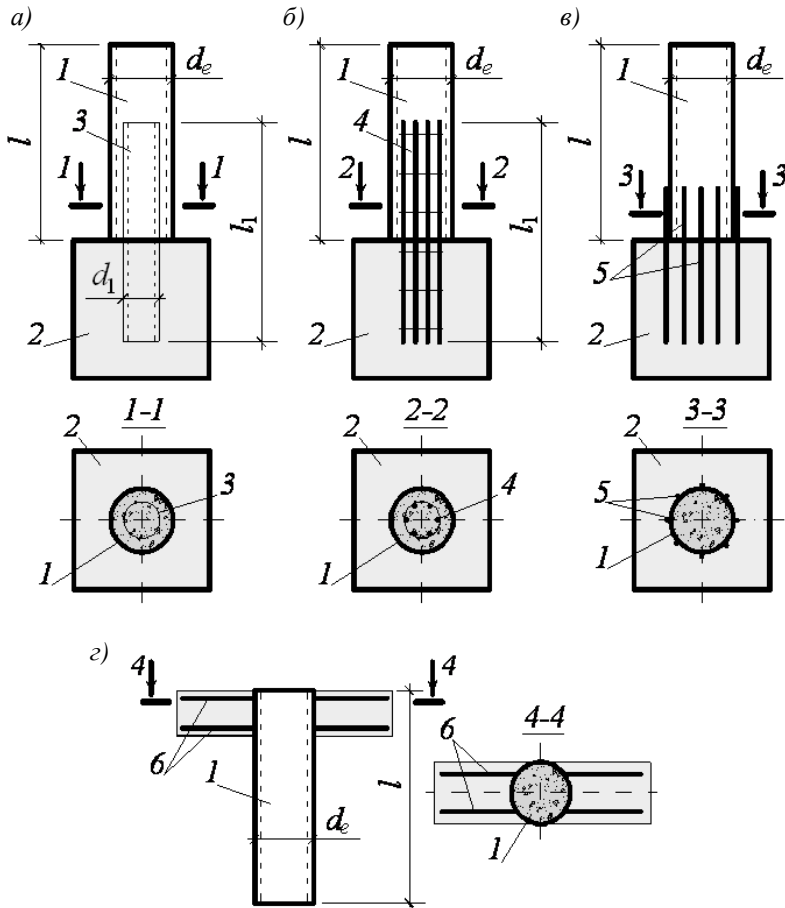


Рис. 2. Вузол сполучення трубобетонних елементів з монолітним залізобетonom: 1 – трубобетонний елемент; 2 – залізобетонний елемент; 3 – з'єднувальний трубчастий стрижень; 4 – з'єднувальний арматурний каркас; 5 – анкерні арматурні стрижні; 6 – арматурні вути

З ряду причин часто виникає необхідність при будівництві трубобетону використовувати арматурні стрижні для підвищення несучої здатності конструкції. Ми не рекомендуємо для підвищення несучої здатності бетонного ядра застосовувати традиційні арматурні каркаси, тому що вони утруднюють укладення бетону в трубу та сприяють

виникненню порожнин в ядрі, що зводить нанівець ефект від утворення арматурного каркасу й часто знижує несучу здатність конструкції.

Запропоновані нами способи армування трубобетонних елементів поздовжніми сталевими стрижнями наведені на рис. 3.

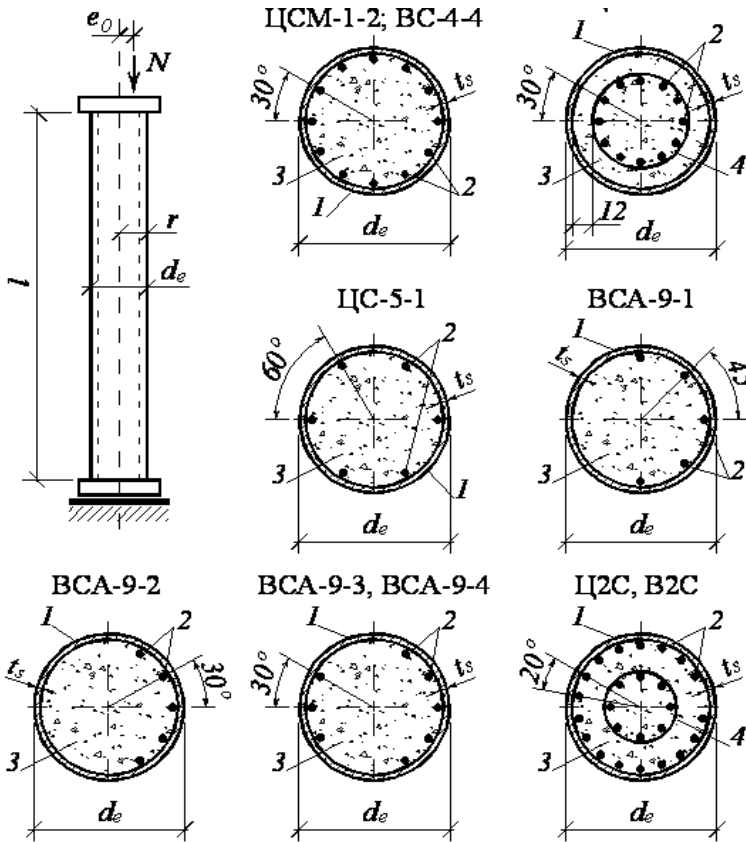


Рис. 3. Загальний вигляд та перерізи дослідних трубобетонних зразків із додатковим поздовжнім армуванням: 1 – труба-оболонка; 2 – стрижнева арматура; 3 – бетонне заповнення; 4 – кільцевий хомут

На наш погляд цікавими є пропозиції щодо приварювання кінців поздовжньої стрижневої арматури до внутрішньої поверхні труби. Це дозволяє не встановлювати арматурні хомути та забезпечує кращу якість укладеного в трубу бетону. Заслугує на увагу пропозиція щодо асиметричного розташування поздовжньої арматури всередині труби, що сприяє раціональній роботі стійки при позацинтровому стисненні.

Були запропоновані та детально досліджені трубобетонні елементи з центрифужованим бетонним ядром та з порожниною в ядрі. Деякі з перерізів таких елементів наведені на рис. 4. Установлено, що завдяки центрифужуванню міцність бетону в трубі підвищується в 2...3 рази. Заслужують на увагу елементи зі зміщеною внутрішньою порожниною, завдяки чому поліпшується робота стійки при позacentровому навантаженні. У випадках, коли всередині колон необхідно розміщувати комунікації, доцільно влаштовувати стійки з внутрішньою трубою, як це показано на рис. 4.

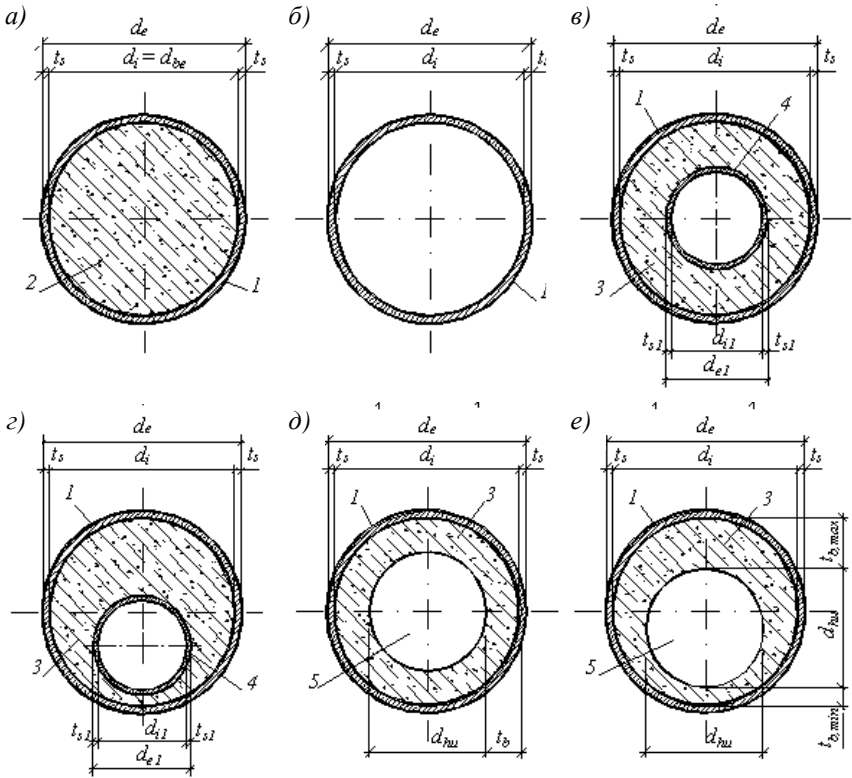


Рис. 4. Типи поперечних перерізів трубобетонних елементів із внутрішніми порожнинами

Крім трубобетонних, запропоновані інші типи сталезалізобетонних стійок, зокрема стійки, армовані сталевими листами, стійки зі сталевих двотаврів із заповненими бетоном боковими порожнинами.

Сполучення прокатних профілів з бетоном для їхньої раціональної роботи дуже різноманітні, тому сталезалізобетонні конструкції можуть бути різних видів та задовольняти найвищим вимогам. Крім колон сталезалізо-

бетонними проектується та будуються балки, плити та інші конструкції. Нами розроблені ряд нових типів сталезалізобетонних балок [4, 7]:

- балки з армуванням вертикальними листами;
- балки із сталевих двотаврів із заповненими бетоном боковими порожнинами з поперемінним їх бетонуванням;
- двотаврові балки із залізобетонним верхнім поясом, балки з армуванням розтягнутої зони трубами, вертикальними листами при бетонуванні конструкцій в перевернутому стані.

Конструктивне рішення запропонованих нами поперечних перерізів зігнутих елементів із зовнішньою листовою арматурою дає змогу при забезпеченні необхідної міцності, жорсткості зменшити висоту, розміри перерізів конструкцій. Використання зовнішнього листового армування дає змогу відмовитися від попереднього напруження арматури нижнього поясу, тим самим зменшивши матеріало- та трудовитрати при виготовленні елементів.

Вагоме місце серед несучих сталезалізобетонних конструкцій займають плити. Вони можуть бути досить різноманітними: це й плити з ортотропним листовим армуванням, залізобетонні плити по профільному настилу, плити зі сталевим обрамленням. Поряд із уже відомим варіантами таких конструкцій, нами запропоновані нові конструктивні рішення, що підтверджені авторськими свідоцтвами та патентами на винаходи [7]). Цікавою є наша пропозиція щодо склеювання бетону та сталевих листів в процесі виготовлення, завдяки якому забезпечується сумісна робота бетону та сталі [4]).

Запропоновані й інші види сталезалізобетонних конструкцій, що підтверджені патентами на винаходи, зокрема сталезалізобетонні структурні конструкції [6]. Вони складаються із залізобетонної плити та поєднаної з нею в одне ціле в процесі будівництва структури зі сталевих стрижнів. Особливістю сталезалізобетонної структурної конструкції є те, що сталева решітка в ній працює сумісно із залізобетонною плитою, при цьому плита заміщує верхні стиснуті пояси перехресних ферм структури та виконує огороджуючі функції. Така просторова конструкція має велику жорсткість, а залізобетонна плита використовується в якості верхнього поясу. У якості решітки найраціональніше застосовувати труби, що дає можливість за необхідності використовувати порожнини труб поясів для розташування в них попередньо напруженої арматури.

З метою ширшого впровадження сталезалізобетону в будівництво розроблений нормативний документ щодо його проектування [1]. Наявність цього ДБН та міжнародного нормативного документу Eurocode 4 [9] розширюють можливості проектування раціональних сталезалізобетонних

конструкцій. Наразі провадиться робота по розробці рекомендацій щодо проектування тих чи інших видів сталезалізобетонних конструкцій.

Роботою щодо дослідження та впровадження в будівництво сталезалізобетонних конструкцій займається широке коло науковців, аспірантів та студентів. Результати досліджень публікуються в науковій пресі, в тому числі в збірнику наукових праць загальнореспубліканських конференцій „Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво та експлуатація”, що проводяться кожні два роки за активною участю науковців, проектувальників та будівельників [8].

ВИСНОВКИ

На протязі багаторічних досліджень сталезалізобетону нами запропоновані нові види конструкцій, в яких поєднані сталеві профілі та залізобетон для їх раціональної роботи в будівлях і спорудах. Проведені дослідження дають змогу зробити висновок, що ці конструкції ефективно працюють під навантаженням і знаходять застосування в промисловому й цивільному будівництві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6.-160:2010. – К.: Мінергобуд, 2011. – 70 с.
2. Стороженко Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: навчальний посібник / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц. – Полтава: ПНТУ, 2005. – 181 с.
3. Сталезалізобетонні конструкції. Дослідження, проектування, будівництво, експлуатація: монографія / [Л.І. Стороженко, В.М. Сурдін, В.І. Єфіменко, В.І. Вербицький]. – Кривий Ріг: КТУ, 2007. – 448 с.
4. Стороженко Л.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці: монографія / Л.І. Стороженко, О.І. Лапенко. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.
5. Стороженко Л.І. Труробетон: монографія / Л.І. Стороженко, Д.А. Єрмоленко, О.І. Лапенко. – Полтава: АСМІ, 2009. – 322 с.
6. Дослідження і проектування сталезалізобетонних структурних конструкцій / [Л.І.Стороженко, В.М.Тимошенко, О.В.Нижник і ін.]. – Полтава: АСМІ, 2008. – 262 с.
7. Стороженко Л.І. Дослідження та проектування сталі залізобетонних безбалкових і часторебристих перекриттів / Л.І.Стороженко, О.В.Нижник. – Полтава: Дивосвіт, 2011. – 300 с.
8. Стороженко Л.І. Проблеми проектування і будівництва сталі залізобетонних конструкцій / Л.І. Стороженко // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. - К.: НДІБК, 2008. - Вип. 70. – С. 21 – 28.
9. Eurocode 4. Common Unified Rules for Composite Steel and concrete Structures European Committee for Standardization. (CEN) ENV, 1994 – 1-1:1992.– 180 p.

Стаття надійшла до редакції 10.02.2013 р.