

Исходя из анализа результатов экспериментальных исследований гибких сжатых трубобетонных элементов, выполненных разными авторами, можно заметить, что перед проектировщиком, на сегодня, возникает ряд проблем, связанных с четким, несложным и однозначным учетом гибкости при расчете на несущую способность. Необходимо учитывать все ключевые аспекты, это и разнородность материала - сталь и бетон, влияние их различных марок и классов на гибкость, влияние их совместной работы, объемное напряженное состояние бетонного ядра. Объемное напряженно-деформированное состояние приводит к уменьшению геометрических размеров сечения конструкции, а следовательно основным, для таких конструкций, является решение задачи их устойчивости. Устойчивость сталежелезобетонных конструкций является комплексной сложной задачей, поскольку в состав таких конструкций, кроме бетона, входят и листовая арматура и прокатные профили. Таким образом, задача решения устойчивости сталежелезобетонных конструкций является неоднозначной. В ряде случаев такие конструкции могут терять местную устойчивость, что приводит к потере общей устойчивости.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Грудев, И.Д. Устойчивость стержневых элементов в составе стальных конструкций. – М.: МИК, 2005. – 320 с.
2. Єрмоленко, Д.А. Об'ємний напружено-деформований стан трубобетонних елементів: Монографія // Д.А. Єрмоленко. – Полтава: Видавець Шевченко Р.В., 2012. – 316 с.
3. Стороженко, Л.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці: Монографія / Л.І. Стороженко, О.І. Лапенко. – Полтава: ПолНТУ, 2008. – 312 с.
4. Стороженко, Л.І. Сталезалізобетонні конструкції: навчальний посібник / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц. – Полтава: ПолНТУ ім. Ю.Кондратюка, 2005. -181 с.

УДК 624.074.012.4

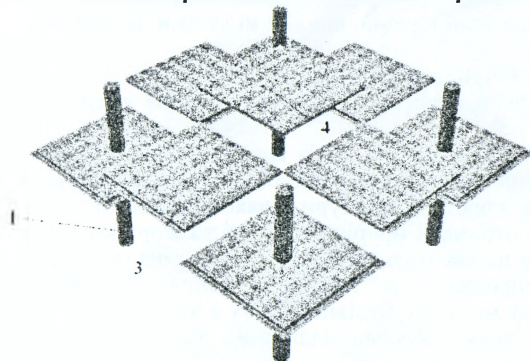
Стороженко Л.І., Нижник О.В., Клецов О.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗБІРНОГО СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОГО БЕЗБАЛКОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ

У статті запропоновано нові типи збірних сталезалізобетонних безбалкових перекриттів, що характеризуються відносною простотою у виготовленні без використання додаткової опалубки. Окремі елементи запропонованого збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття були експериментально досліджені.

Вступ. Сучасний розвиток будівельної індустрії та відкриття нових можливостей в проектуванні та розрахунку конструкцій з використанням обчислювальних комплексів та програмних засобів, технологічних прийомів та механізмів призвели до підвищення ролі збірного безбалкового перекриття при спорудженні каркасних будівель [1]. Такі перекриття мають ряд переваг, зокрема, з'являється можливість спорудження будівель будь-якої конфігурації в плані з різними об'ємно-планувальними рішеннями. При застосуванні безбалкових перекриттів, зменшується конструктивна висота перекриття, що веде до зменшення загальної висоти будівель, скорочуються витрати стінових матеріалів, а при експлуатації будівель – скорочуються витрати на енергоносії. Разом з тим зміни, що відбулися останнім часом у будівельній галузі, а також застаріла матеріальна база заводів-виробників потребують використання таких конструктивних схем будівель, в яких окремі частини перекриття виготовляються та збираються безпосередньо на будівельному об'єкті з окремих або суцільних еле-

ментів. Дуже важливо зробити такі конструкції легкими та простими у виготовленні та монтажу. Цим критеріям в повній мірі відповідають запропоновані авторами збірні сталезалізобетонні безбалкові перекриття [2,3]. Таке перекриття складається із сталезалізобетонних плоских плит зі сталевим обрамленням [4] (рис. 1), а саме: надколонних, міжколонних плит [5] та плит-вставок. При цьому виготовлення збірних плит зі сталевим обрамленням для збірного безбалкового



перекриття може виконуватись безпосередньо на будівельному майданчику без застосування дорогої за вартістю опалубки. В якості опалубки таких плит виступає сталеве обрамлення, яке зручно виготовляти з кутиків.

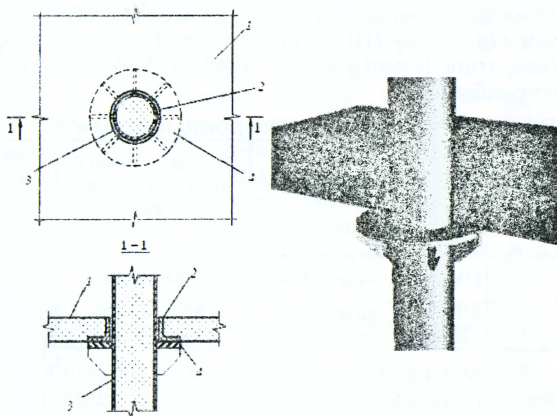
- 1 – колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита; 4 – плита-вставка

Рисунок 1 – Схема збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття

В залежності від призначення плит, полицки кутиків можна виносити назовні або усередину конструкції. При виготовленні таких плит спрощуються арматурні роботи – не застосовується попереднє напруження. Крім того, відкриті частини сталевих рами можливо використовувати в якості закладних деталей, що представляє в багатьох випадках вагому зручність, а також з'являється можливість забезпечити гнучкість і трансформативність планувальних рішень у тих випадках, коли типові конструкції збірних перекриттів не можуть бути застосовані. Надколонна плита запропонованого збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття кріпиться безпосередньо до колони за допомогою зварювання. Для передачі навантаження з перекриття на колоно по її контуру встановлена консоль, яка забезпечує жорстке сполучення перекриття з колоною та утворює опору для панелей (рис. 2). Консоль являє собою сталеве обрамлення з кутиків.

Міжколонна плита встановлюється між двома надколонними плитами та фіксується в проектному положенні за допомогою зварювання. Плита-вставка вкладається на висаджені грані сталевих обрамлення міжколонних плит.

- 1 – надколонна плита;
 - 2 – обрамлення зі сталевих кутиків;
 - 3 – трубобетонна колона;
 - 4 – опорний сталевий диск
- Рисунок 2 – Схема вузла з'єднання надколонної плити сталезалізобетонного безбалкового перекриття з трубобетонною колоною



При такій конструктивній схемі збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття значно спрощується конструкція стику колони з плитою, самих плит між собою за допомогою зварювання, а також процес монтажу будівлі, для якого не потрібні додаткові дороги за вартістю пристрої, що приводить до економії трудно- та енерговитрат і скорочення термінів будівництва. Також слід зазначити, що при спорудженні каркасу для збірного безбалкового перекриття доцільно використовувати труобетонні колони, що відомі своїми численними перевагами [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження та використання сталезалізобетону набуло надзвичайно широкого розповсюдження в багатьох країнах і, зокрема, в Україні .

Економічність сталезалізобетонних конструкцій із використанням сталевих профілів порівняно з традиційними залізобетонними забезпечується за рахунок більш ефективного застосування жорсткої арматури шляхом раціонального її розміщення, що дає можливість отримати приріст міцності та жорсткості [7]. Запропоновані плити орієнтовані на виготовлення безбалкового перекриття на будівництві. На даний час впровадження та використання безбалкових перекриттів формує курс розвитку масового будівництва як в Україні так і за її межами. Такі перекриття являються найбільш надійними та довговічними. Дослідженню безбалкових перекриттів, а також окремих їх елементів присвячено роботи таких вчених, як: Анпілов С.М., Баранова Т.І., Васильєв П.І., Власов В.В., Гвоздев О.О., Дорфєєв В.С., Залєсов О.С., Качановський С.Г., Клімов Ю.А., Мурашкін Г.В., Мурашкін В.Г., Павліков А.М., Пекін Д.А., Савицький М.В., Семко О.В., Соколов Б.С., Стороженко Л.І., Чижєвський В.В., Чихладзе Е.Д., Шєховцев І.В., Яров В. О. та ін. Серед зарубіжних дослідників слід виділити Дж. Макгрегор, Клуге Р.В., Ріхард Ф., Тальбот А.Н., Хогнєстад Е., Руф Л.В., Вікман Е.А., Лін Т.В. та ін.

Постановка мети і задач досліджень. Метою даної статті є аналіз експериментальних даних щодо несучої здатності, деформацій та характеру руйнування залізобетонних плит зі сталевим обрамленням.

Методика досліджень. Окремі елементи запропонованого збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття були експериментально досліджені в лабораторії кафедри ЗБіКК ПолтНТУ. Зокрема було виготовлено та випробувано на дію короткочасного навантаження плити зі сталевим обрамленням з отвором під колону (ПН63-1), плити прямокутної форми у плані (ПМ50-1), плити квадратної форми у плані (ПВ63-1). Характеристики дослідних зразків наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристики дослідних зразків

№п/п	Серія	Призначення	Розміри в плані / товщина плити, мм	Клас бетону за міцністю	Спосіб обпирання
Сталезалізобетонні зразки					
1	ПМ50-1	міжколонна	2000×500/50	С30/В30	2 сторони з прикладанням зусиль 750 мм від опори
2	ПН63-1	надколонна	1200×1200/63	С30/В30	по контуру
3	ПВ63-1	плита-вставка	1276×1276/63	С40/В40	по контуру

Згідно з прийнятою методикою проведення експериментальних досліджень несучої здатності й деформативності сталезалізобетонних плит, вимірювання проводились при обпиранні зразків по контуру. Для цього було виготовлено ек-

спериментальну установку (рис. 3). Зусилля від гідравлічного домкрата передавалось через фрагмент трубобетонної колони у вигляді однієї зосередженої сили, прикладеної посередині плити. Випробування зразка ПМ50-1 проводились на пресі ПММ-500, при цьому досліджувані зразки встановлювались на шарнірні опори.

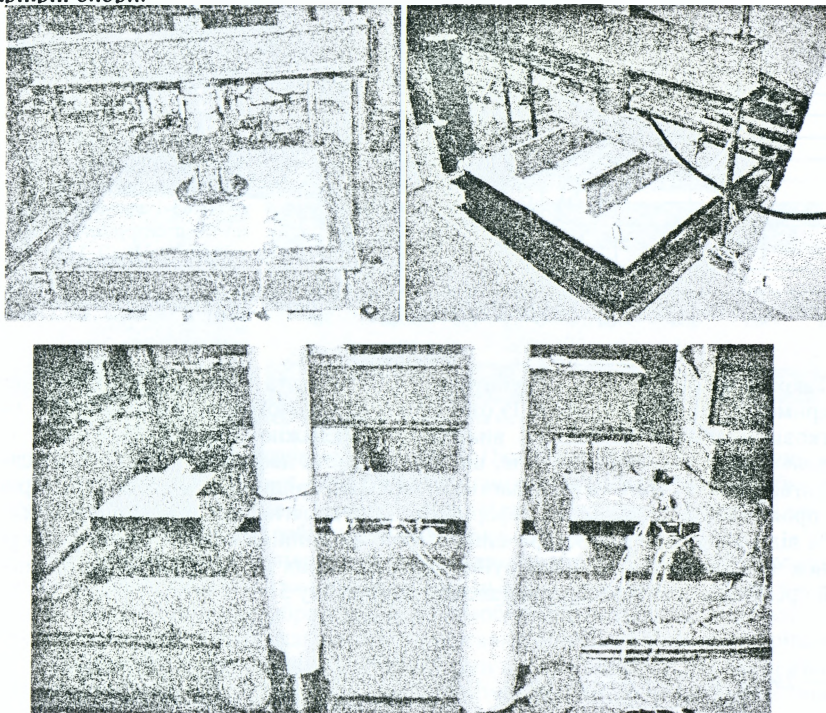


Рисунок 3 – Схеми установки для випробування плит

При проведенні експериментальних досліджень плит зі сталевим обрамленням вимірювались деформації зовнішньої поверхні бетону, а також прогин елемента. При випробуванні плит були використані такі прилади: індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм, мікроскоп МПБ-2 із 24 – кратним збільшенням і ціною поділки 0,05 мм, для вимірювання відносних деформацій на бетонній та сталевій поверхнях використовувались дротяні електротензорезистори з базою 50 мм та 20 мм відповідно. Прогини конструкції контролювались за допомогою прогноміра 6ПАО. В якості реєструючої системи вимірювального комплексу, яка дозволяла фіксувати показники по електротензорезисторам використано вимірювально-інформаційна система "ВНП-8". Для розширення сервісних можливостей до приладу "ВНП-8" підключалась персональна ЕВМ із відповідним прикладним програмним забезпеченням, яке передбачало збір показників з електротензорезисторів, оперативне представлення результатів експерименту у формі таблиць та графіків.

Результати досліджень. Під час проведення експериментальних досліджень зразків під дією навантаження відмічався розвиток тріщин на поверхні бетону,

при збільшенні навантаження до критичного, відбувалося руйнування плити. Відмічалась також інтенсивність росту прогину при початку роботи плити в пластичній стадії. В результаті вимірювання деформацій, що заміряні за допомогою електротензорезисторів на бетонній поверхні плити, отримано залежності деформацій від навантаження (рис. 4).

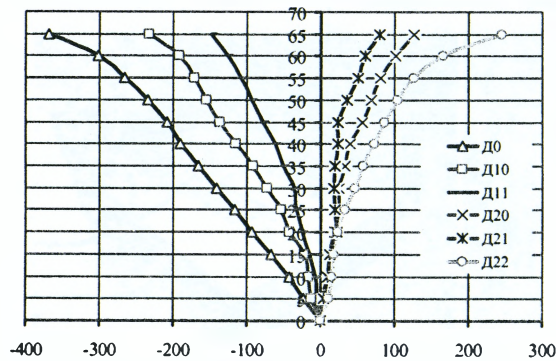


Рисунок 4 – Відносні деформації на бетонній поверхні зразка серії ПН63-1 заміряні по електротензорезисторам № 0, 10, 11, 20, 21, 22

Також виявлено характер руйнування цих плит та наведено результати експериментальних досліджень. Із отриманих даних можна зазначити, що на початковій стадії навантаження, виникають переважно пружні деформації. На подальших рівнях завантаження, що відповідають деформаціям, при яких спостерігається текучість та відбувається утворення тріщин на бетонній плиті (рис. 6) проявляються пластичні деформації. При досягненні навантажень більше 85% від руйнуючого, спостерігались значні тріщини на поверхні бетону, за рахунок чого, відбувалось повне руйнування бетонних зразків. Графіки залежностей прогинів від навантаження наведені на рисунку 5.

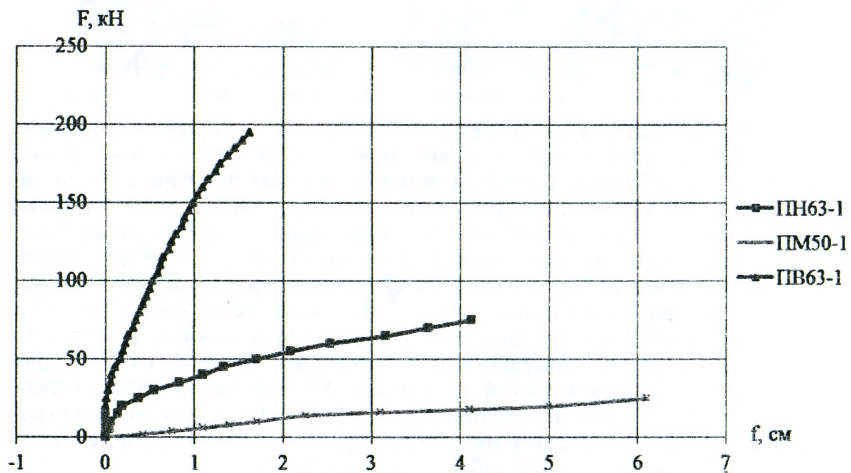


Рисунок 5 – Залежність прогинів від навантаження

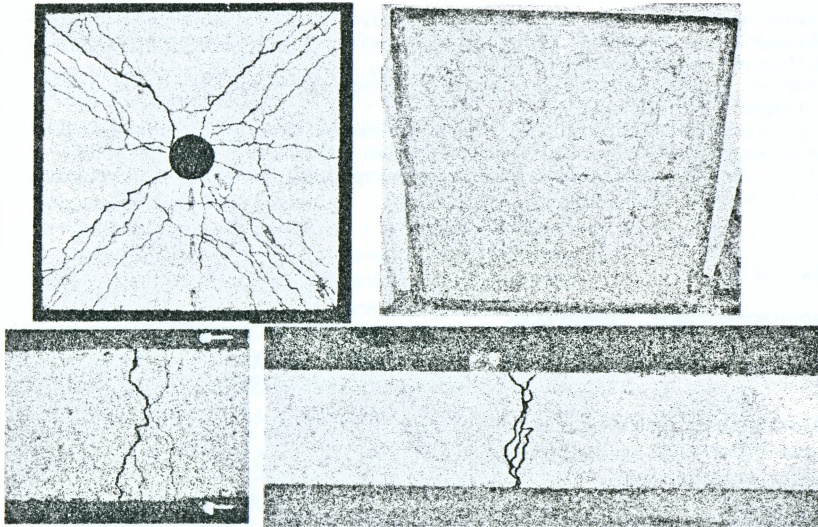


Рисунок 6 – Характер утворення тріщин на бетонних поверхнях плит

Крихкого руйнування зразків не відмічалось. Після завершення випробувань кожен зразок ретельно оглядався, особлива увага приділялась місцю стикування бетону та сталевого обрамлення – на їх межі ніяких суттєвих порушень зв'язку не відмічено, що свідчить про сумісну роботу двох складових комплексної плити.

Висновки. В цілому досліджувані плити на всіх ступенях завантаження працювали як єдина монолітна конструкція, при цьому можна чітко відзначити сумісність роботи сталевих обрамлення із залізобетонною плитою, оскільки відшарування залізобетонної складової від сталевих обрамлення не спостерігалось – все це свідчить про надійність роботи конструкції в цілому. В усіх зразках руйнування проходило майже однаково, характеризуючись різким збільшенням прогинів та руйнуванням бетону при значних пластичних деформаціях. Миттєвої втрати несучої здатності не спостерігалось. При цьому, після зняття навантажень з конструкцій, її вертикальне переміщення зменшилось в 2 – 2,5 рази. Зазначені вище обставини дозволяють вважати, що досліджувані конструкції плит зі сталевим обрамленням можуть бути успішно використані в якості елементів збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття. Головним для запропонованих збірних сталезалізобетонних безбалкових перекриттів є відносна простота у виготовленні окремих конструкцій та зручність монтажу. Такі перекриття після ретельного їх дослідження можуть бути використані при спорудженні житлових і цивільних будівель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ярков, А. Современные конструкции безбалочных перекрытий / А. Ярков, Г. Курмей, Н. Мальх // Строительные ведомости. – Новосибирск, 2002. – 196 с.
2. Стороженко, Л.І. Сталезалізобетонні конструкції / Л.І. Стороженко, О.В. Семко, В.Ф. Пенц. – Полтава: ПНТУ, 2005. – 181 с.
3. Нижник О.В. Безбалкові та часторібрісті сталезалізобетонні перекриття [Текст] : автореферат дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.01 / О. В. Нижник ; Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. - Полтава : [б. и.], 2012. - 40 с.

4. Патент на кор. модель № 47176 Україна, Держ. Деп. інт. власності, МПК (2009) E04B 5/00 Безбалкове збірне перекриття з плит зі сталевим обрамленням / заявники Л.І. Стороженко, О.В. Нижник; власник ПолтНТУ. – 2010.
5. Лапенко, О.І. Залізобетонні конструкції з робочим армуванням незнімною опалубкою / О.І. Лапенко. – Полтава: АСМІ, 2009. – 360 с.
6. Єрмоленко, Д.А. Об'ємний напружено-деформований стан трубо-бетонних елементів / Дмитро Адольфович Єрмоленко. – Полтава: Видавць Шевченко Р. В., 2012. – 315 с.
7. Пекин, Д.А. Плитная сталежелезобетонная конструкция / Д.А. Пекин // Научное издание. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 440 с.

УДК 624.078.45

Стороженко Л.И., Семко П.О.

НОВЫЕ ТИПЫ РАЗЪЕМНЫХ СТЫКОВ СЖАТЫХ ТРУБОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Постановка проблемы в общем виде. Особенного внимания заслуживают сборно-разборные здания и сооружения, выполненные с применением трубобетонных конструкций, которые благодаря оптимальному сочетанию бетона и стали создают возможность рациональной совместной работы и значительную экономию материалов. Для выполнения стыков в подобных сооружениях необходимо устраивать разъемные типы соединений трубобетонных элементов. Но, на наш взгляд, на данный момент тема разъемных стыков трубобетонных элементов исследована недостаточно.

Основная задача работы состоит в описании и кратком анализе пяти новых предложенных нами типов разъемных стыков сжатых трубобетонных конструкций, каждый из которых имеет определенные преимущества по сравнению со стандартным фланцевым стыком, который наиболее популярен на данный момент.

Анализ последних достижений и выделение ранее не решенных частей общей проблемы. Исследованиями неразъемных стыков трубобетонных элементов в Украине в целом, и в Полтавском национальном техническом университете имени Юрия Кондратюка в частности, в разные годы занимались О.И. Лапенко, Л.И. Стороженко, В.Ф. Пенц, В.М. Тимошенко и другие [1–5]. В их работах были рассмотрены основные положения расчета трубобетонных конструкций, представлены методы расчета деформаций, перемещений и несущей способности, была разработана теория работы трубобетонных элементов в условиях объемного напряженно-деформированного состояния (НДС). Но актуальной проблемой при проектировании и исследовании стыков остался вопрос проектирования разъемных стыков, которому долгое время не уделялось должного внимания, несмотря на несомненную актуальность и востребованность данной темы.

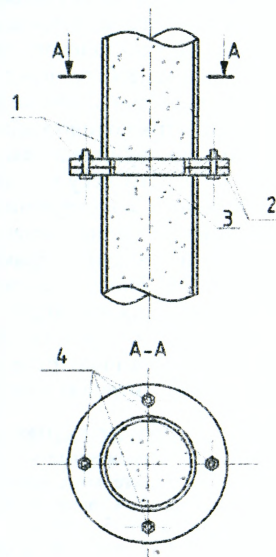


Рисунок 1