

УДК 624.012

**ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН СТИСНУТИХ ГНУЧКИХ
ТРУБОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

*д.т.н., проф. *Стороженко Л.І., к.т.н.,
доц. *Єрмоленко Д.А., **Лебеденко Ю.В.*

**Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

***ТОВ "Техпроект", м.Полтава*

Сучасний рівень будівельного виробництва вимагає від несучих конструкцій високої надійності в поєднанні з малою матеріаломісткістю і мінімальними витратами праці при виготовленні і монтажі. Цим вимогам повною мірою відповідають конструкції з трубобетону, до складу яких входять сталеві профілі й бетон. Із переваг трубобетона можна виділити: надійність в експлуатації - не втрачає несучу здатність миттєво, а тривалий час витримує зростаюче навантаження; для виготовлення не потрібні опалубка, арматурні каркаси, закладні деталі; порівняно невелика вага конструкцій; внутрішня поверхня металевих профілів надійно захищена від корозії тощо.

Трубобетон знайшов широке розповсюдження в Україні. Особливо у стиснутих елементах, які сприймають великі навантаження. Але великий опір трубобетону стискаючим зусиллям обумовлює зменшення поперечних розмірів у порівнянні із залізобетоном або металом. А це призводить до збільшення гнучкості конструктивного елемента. Гнучкість є причиною суттєвого зменшення несучої здатності стиснутих трубобетонних елементів.

Проблемою гнучкості трубобетонних елементів займалися дослідники, як в нашій країні, так і за кордоном. Але найбільш обґрунтованими та експериментально підтвердженими є результати, які наведено у [1,2]. В роботах [2,3] наведено інженерні методики розрахунку несучої здатності стиснутих трубобетонних елементів з урахуванням гнучкості. Найбільш суттєвими розходженнями в запропонованих методиках є те, що в якості граничного стану приймаються різні стадії роботи трубобетону та неврахування особливостей роботи бетону і сталеві оболонки у трубобетонні. На цей час склалось три підходи до врахування гнучкості: приведення перерізу трубобетону до матеріалу оболонки і розрахунок з методикою для сталевих елементів; розрахунок за методикою для залізобетонних елементів; розрахунок стійкості для монолітного стрижня з комплексним перерізом [2,3].

Гнучкість тісно пов'язано з питання стійкості. Для можливості теоретичної оцінки стійкості необхідно мати уявлення про розподіл поздовжніх напружень у більш напруженому поперечному перерізі. Тому метою досліджень було встановити характер розподілу деформацій у площині розрахункового перерізу.

При короткочасному завантаженні були випробувані, в залежності від довжини, ексцентриситету і міцності бетону, шість серій трубобетонних елементів. Загальна характеристика останніх наведена на рис. 1. Більш детально технологія виготовлення зразків та методика проведення експериментальних досліджень описано у [4].

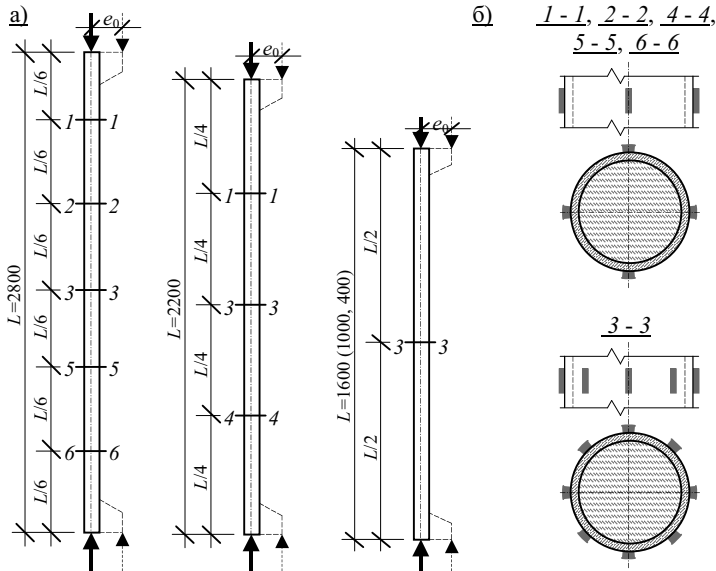


Рис. 1. Схеми розташування перерізів із вимірювальними приладами

Дослідне значення граничного навантаження підбиралось за графіками $N - \epsilon_{\text{позд}}$ і відповідало зусиллю при якому лавиноподібне збільшувались деформації. Зосереджено увагу було на розподілу поздовжніх деформацій середнього за висотою перерізу.

В процесі випробування в усіх зразках вимірювались поздовжні та поперечні деформації по зовнішньому периметру сталевій оболонці у площині середнього перерізу. В зразках із гнучкістю $1/16 < \lambda = L/D \leq 1/22$ додатково у двох перерізах на відстані $1/4L$ від торців. В зразках із гнучкістю $\lambda = L/D = 1/28$ додатково у чотирьох перерізах від торців: у двох перерізах на відстані $1/6L$; у двох перерізах на відстані $1/3L$. Для вимірювання деформацій застосовувались електротензорезистори з базою 20 мм та індикатори годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм на базі 200 мм. Схема розташування електротензорезисторів наведена на рис. 1, б.

Характер руйнування коротких та гнучких зразків відрізняється. Так короткі зразки руйнувались в наслідок втрати місцевої стійкості оболонкою і утворення так званих гофр. Руйнування ж гнучких зразків відбувалось

внаслідок втрати загальної стійкості. При цьому спостерігалось явно виражене викривлення поздовжньої вісі дослідного зразка.

У позациентрово стиснутих зразках в момент втрати стійкості метал оболонки досяг межі плинності тільки в середній частині стиснутої зони, внаслідок чого на лакових покриттях оболонки в цих місцях утворилися лінії Чернова-Людерса, які можна помітити на увігнутих зонах зразків. Вісь зразків після випробувань залишалася викривленою, а вигинів досягали значних величин (рис. 2).

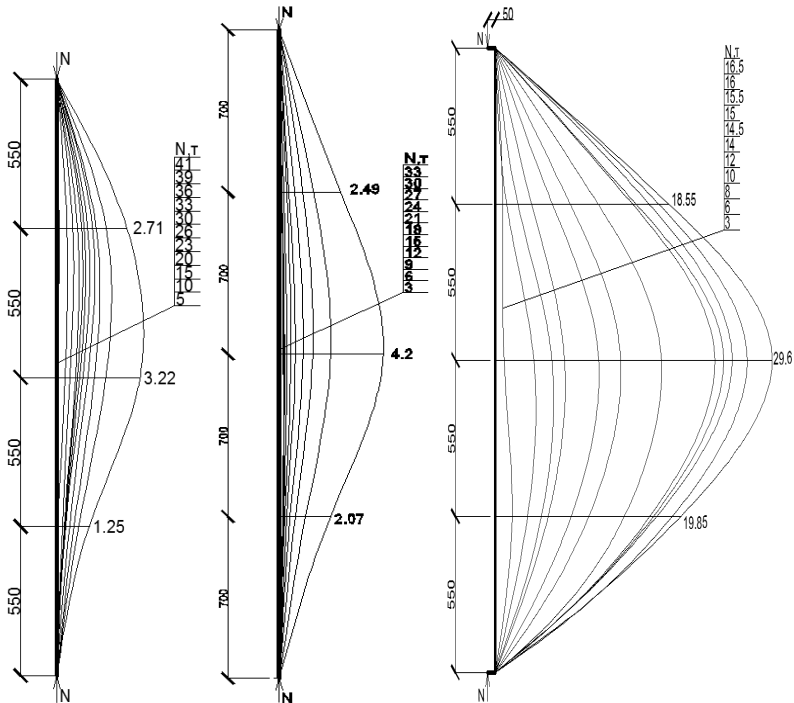


Рис. 2. Вигини стиснутих гнучких зразків залежно від ексцентриситету

Зміна положення нейтральної вісі поперечного перерізу позациентрово стиснутих гнучких трубобетонних елементів в залежності від навантаження наведено на рис. 3. З аналізу цих графіків можна відмітити, що на протязі всього процесу завантаження, аж до моменту досягнення граничного стану трубобетонних зразком положення нейтральної вісі практично не змінюється. На положення нейтральної вісі суттєво не впливають, а ні міцність бетону, а ні довжина зразка. Суттєвим лише є вплив ексцентриситету прикладання зовнішнього навантаження. По різному розташовується нейтральна вісь у перерізах залежно від їх розташування за

висотою. Так площа стиснутої зони середнього перерізу у випадку двосторонньої епюри деформацій є найменшою. При наближенні до опор відповідна зона збільшується.

В гнучких позацентрово стиснутих трубобетонних зразках деформації оболонки розтягнутої зони по абсолютній величині значно менше деформацій стиснутої зони, про що наочно можна простежити за графіками, значення їх не досягають межі текучості навіть при руйнуванні зразків. Отже, для характеристики напружено-деформованого стану гнучких позацентрово стиснутих трубобетонних елементів вирішальне значення має стисла зона.

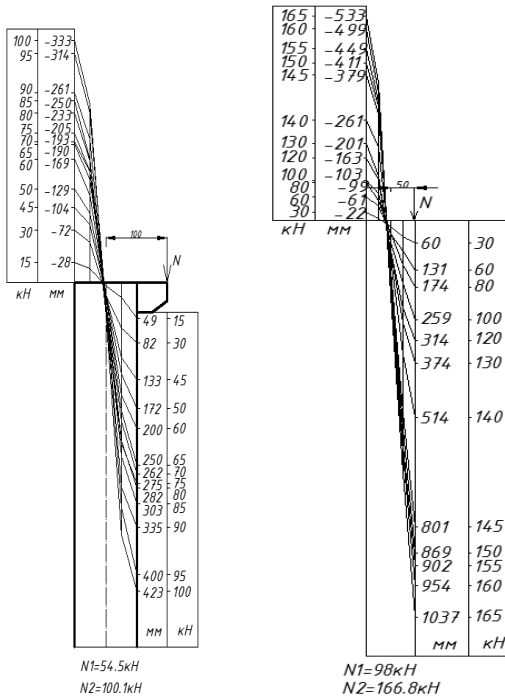


Рис. 3. Розподіл поздовжніх деформацій в стиснутих гнучких зразках

Варто відмітити, що нейтральна вісь найближчих до опор перерізів переміщуються при збільшенні навантаження. Але найбільш деформативним виявляється середній переріз. До того ж, при початкових ступінях завантаження деформації незначно відрізняються, але в момент досягнення граничного стану їх розходження стає більш суттєвим. Так на відстані 1/3 довжини зразка ВТБ-2 (перерізи 2-2, 4-4) відносні поздовжні деформації склали 94%, на 1/6 довжини (перерізи 1-1, 5-5) - 89% о відношенню до величини відповідних формаций у середньому перерізі 3-3. Характер розвитку поздовжніх деформацій по зовнішньому периметру оболонки стиснутих

трубобетонних елементів із гнучкість <16 в залежності від навантаження при різних ексцентриситетах наведено на рис. 4.

Зі збільшенням міцності бетону деформації значно зменшуються. Розвиток відносних поздовжніх деформацій по довжині гнучкого позациентровано стиснутого зразка видно, що максимальні деформації спостерігалися в середній частині зразка, а з наближенням до опор їх величини зменшувалися. Причому, при початкових ступенях завантаження деформації незначно відрізнялися, а в граничному стані їх відміна була більш істотною. З аналізу розвитку поздовжніх по перерізу залежно від навантаження при різній відносній довжині зразків видно, що розподіл деформацій по периметру нерівномірно.

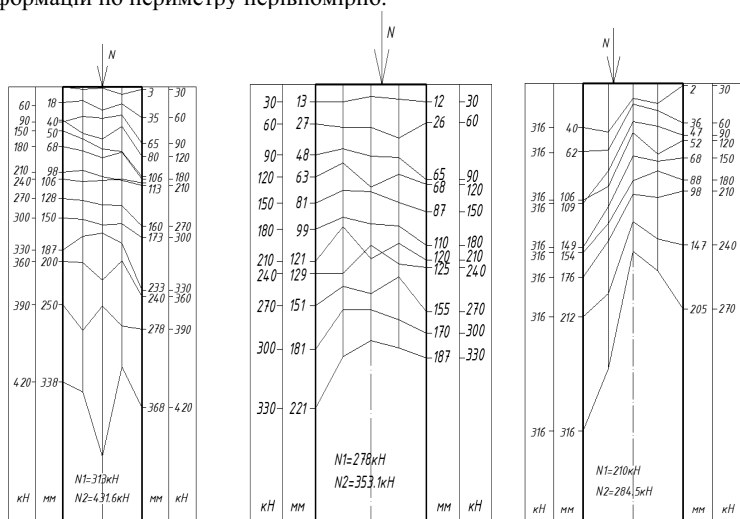


Рис. 4. Розподіл поздовжніх деформацій середнього перерізу в дослідних зразках середньої довжини ($\lambda < 16$) залежно від ексцентриситету

Проведені дослідження дозволили прослідити перерозподіл напружень в сталевій оболонці та бетонному осерді трубобетонного елемента при дії короткочасного навантаження. Виявити вплив на несучу здатність гнучкості дослідних зразків. Експериментально підтверджено справедливості застосування в аналітичних розрахунках стійкості стиснутих трубобетонних елементів гіпотези плоского перерізу.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Маракуца В.И. Прочность и устойчивость трубобетонных элементов при кратковременном и длительном нагружении. Автореф. ... канд. техн. наук. Киев, 1969. – 235 с.
2. Кикин А.И., Санжаровский Р.С., Трульв В.А. Конструкции из стальных

- труб, заполненных бетоном. – М.: Стройиздат, 1974. – 144 с.
3. Расчет трубобетонных конструкций / Л.И.Стороженко, П.И.Плахотный, А.Я.Черный. – К.: Будивельник, 1991. – 120 с.
 4. Експериментальні дослідження несучої здатності позacentрово стиснених трубобетонних елементів / Стороженко Л.І., Єрмоленко Д.А., Лебеденко Ю.М. // "Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури". Зб. праць. Вип.№... - Одеса, ОДАБА, 2010. – С.588-593.

УДК 624.074.012.4

РОЗРАХУНОК ВУЗЛІВ З'ЄДНАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЗБІРНОГО СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННОГО БЕЗБАЛКОВОГО ПЕРЕКРИТТЯ

*д.т.н., проф. Стороженко Л.І., д.т.н. доц. Лапенко О.І.,
к.т.н., докторант Ніжник О.В., к.т.н., ст. викладач Мурза С.О.
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

Постановка проблеми. Безбалкові збірні перекриття працюють подібно ребристому перекриттю з плитами, що оперті по контуру, в якому надколонні плити виконують роль широких балок. У цьому випадкові членування перекриття на збірні елементи виконується з таким розрахунком, щоб плити були одного типорозміру, а стики плит розташовувались у місцях, де величини згинальних моментів були б близькими до нуля. Таким чином, перекриття складається з плит, що відрізняються одна від одної армуванням та закладними деталями для монтажу. При спорудженні сталезалізобетонного безбалкового перекриття актуальним залишається дослідження вузла з'єднання панелей перекриття безпосередньо між собою.

Аналіз останніх досліджень. Збірні сталезалізобетонні безбалкові конструкції більш універсальні – їх можна використовувати в усіх видах будівельного виробництва [5]. Збірні залізобетонні безбалкові перекриття є більш економічними, ніж монолітні, оскільки дозволяють підвищити індустріальність будівництва, скоротити витрати праці й терміни виконання будівельно-монтажних робіт. На теперішній момент досліджені різні типи сталезалізобетонного безбалкового перекриття [1-3].

Виділення невирішених частин загальної проблеми. У статичному відношенні утворений жорсткий диск сталезалізобетонного безбалкового перекриття являє собою єдину систему, у якій елементи зв'язані один з одним поздовжніми лінійними шарнірами [1]. Через ці лінійні шарніри передаються тільки поперечні й поздовжні зусилля. Зварювання закладних деталей між плитами створює необхідну жорсткість перекриттів не тільки в горизонтальному, але й вертикальному напрямках. Таким чином основним для збірних дисків перекриттів, що збирають із елементів балкового або безбалкового типу, є питання їхнього надійного об'єднання та роботи в