

УДК. 625.7/8

О.В.Андрійчук, В.В.Маліков, Г.Ф.Лобанок

Луцький національний технічний університет

ДО ПИТАННЯ ПРАКТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОННИХ ВОДОПЕРЕПУСКНИХ ТРУБ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Дана робота ґрунтується на результатах проведення дослідів щодо вивчення фізико-механічних властивостей водопропускних труб із сталевібробетону при їх використанні в якості водоперепускних для влаштування автомобільних доріг.

Пошук більш ефективних матеріалів для здешевлення дорожнього будівництва при збільшенні навантажень, як на дорожній одяг так і на земляне полотно, є достатньо актуальним завданням. Забезпечення безаварійної роботи автомагістралей потребує більш надійних матеріалів та конструкцій які б витримували проектні навантаження в розрахунковий період експлуатації. Традиційним матеріалом для виготовлення труб в дорожньому будівництві є залізобетон а останнім часом метал (гофровані конструкції), однак вартість останніх достатньо висока і для забезпечення пропуску потоку із однаковими характеристиками необхідно проводити економічну оцінку запропонованих варіантів. Альтернативою залізобетонним трубам може бути сталефібробетон при підтвердженні його високих фізико-механічних характеристик.

Мета дослідження. Експериментальні дослідження виконуються з такою метою:

- обґрунтувати можливість та доцільність використання елементів кільцевого перерізу зі сталевібробетону;
- встановити особливості роботи елементів кільцевого перерізу зі сталевібробетону та дослідити напружено - деформований стан при дії одноразових та повторних (малоциклових) навантаженнях;
- на основі експериментальних даних удосконалити методику розрахунку елементів кільцевого перерізу;
- перевірити збіжність експериментальних даних із розрахунковими;
- розробити рекомендації до впровадження;

Конструкція дослідних зразків. З метою встановлення особливостей роботи сталевібробетонних безнапірних труб при дії одноразових та повторних навантажень в порівнянні з роботою типових залізобетонних безнапірних труб виготовлених згідно ГОСТ 6482 – 88 випробовуються дослідні зразки наступних конструкцій та геометричних розмірів: зовнішній діаметр елементів кільцевого перерізу становить 380 мм, внутрішній – 300 мм при товщині стінок 40 мм і висоті зразків 290 мм (1-ша серія) та 200 мм (2-га серія) (рис. 1).

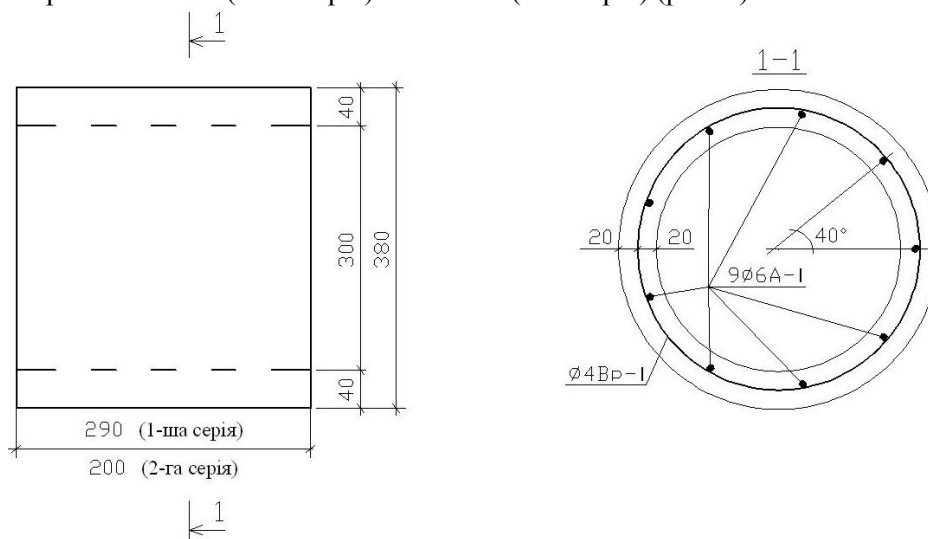


Рис. 1. Конструктивна схема дослідних елементів кільцевого перерізу виготовлених із звичайного залізобетону за типовим армуванням

Дослідні елементи першої та другої серій виготовляються із дрібнозернистого бетону класу В25. В якості дрібного заповнювача використовується дрібнозернистий пісок, в якості крупного заповнювача - гранітний щебінь фракції 2...5 мм. В першій серії відсоток вмісту фібр у зразках становить 2,5% від об'єму елемента, а в другій серії - 1,5 %. Армування зразків із залізобетону виконується зі спіралі з $\varnothing 4B_p I$ з кроком 70 мм, яка намотується на дев'ять поздовжніх стержнів $\varnothing 6A I$ згідно ГОСТ 6482 – 88. Для виготовлення одного зразка першої серії витрачається 5,5 м дроту $\varnothing 4B_p I$ та 2,52 м арматури $\varnothing 6A I$. Для виготовлення зразка другої серії витрачається 3,93 м дроту $\varnothing 4B_p I$ та 1,8 м арматури $\varnothing 6A I$.

Для визначення механічних і деформативних характеристик бетону та сталевібробетону одночасно з бетонуванням елементів кільцевого перерізу виготовляються куби розміром $10 \times 10 \times 10$ см, які випробовуються на стискання та призми розміром $10 \times 10 \times 60$ см, що випробовуються на центральний розтяг.

Виготовлення зразків. Куби і призми виготовляються у спеціальних металевих касетних формах. Призми обладнуються анкерними пристроями з метою випробовування їх на розтяг. Елементи кільцевого перерізу виготовляються в спеціальній опалубці, яка складається з внутрішніх і зовнішніх кілець зафіксованих таким чином, щоб чітко витримувалися розміри дослідних зразків. Для виготовлення зразків із звичайного залізобетону (залізобетонні елементи кільцевого перерізу) арматурні каркаси монтуються в опалубку та міцно в ній розкріплюються. Після цього складується бетонна суміш і ретельно ущільнюється. Для отримання сталевібробетонних елементів кільцевого перерізу до бетонної суміші – матриці в процесі приготування додаються сталеві фібри, після чого відбувається процес вкладання сталевібробетону в підготовлену спеціальну опалубку.

Зразки розпалублюються через три доби, далі вони пересипаються вологою тирсою та вкриваються поліетиленовою плівкою і зберігаються у такому середовищі протягом 28 діб.

Випробовування зразків. Куби та призми випробовуються у віці 28 діб. Випробовування кубів здійснюється в гідравлічному пресі ПСУ – 125 з дотриманням чинних стандартів. Дослідження призм на центральний розтяг проводиться на розривній машині УММ – 50. В наслідок випробовування визначається клас бетону.

Робота елементів кільцевого перерізу вивчається в гідравлічному пресі ПСУ – 125 на основі схеми випробування безнапірних труб згідно [7] (рис. 2).

Оскільки зразки мають довжину вздовж осі 290 мм (1-ша серія) та 200 мм (2-га серія), то визначення навантаження в цьому пресі його силовимірювачем має суттєву похибку. З огляду на це прес використовується як жорстка рама, а навантаження створюється гідравлічним домкратом потужністю 50 кН з вимірюванням зусилля зразковим динамометром (рис. 3). Динамометр перед початком випробувань протестується. Ціна однієї поділки динамометра становить – 50 Н, що дає можливість визначати навантаження на дослідний зразок із високою точністю.

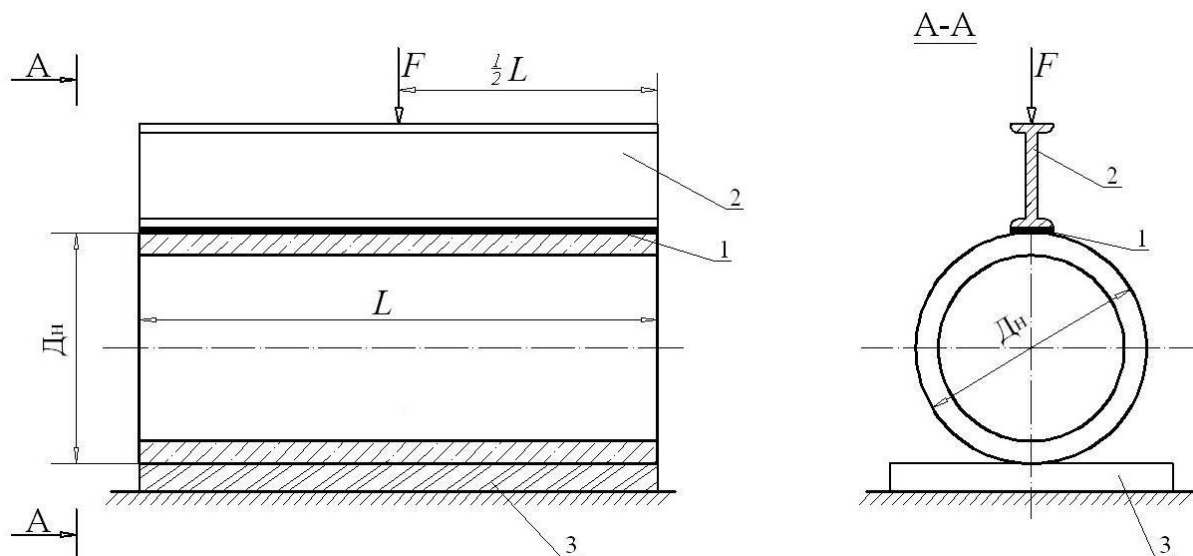


Рис. 2. Схема випробування безнапірної труби згідно ГОСТ 6482 – 88:

1 – гумовий килим або цементний розчин; 2 – металева траверса;

3 – нерухома основа.

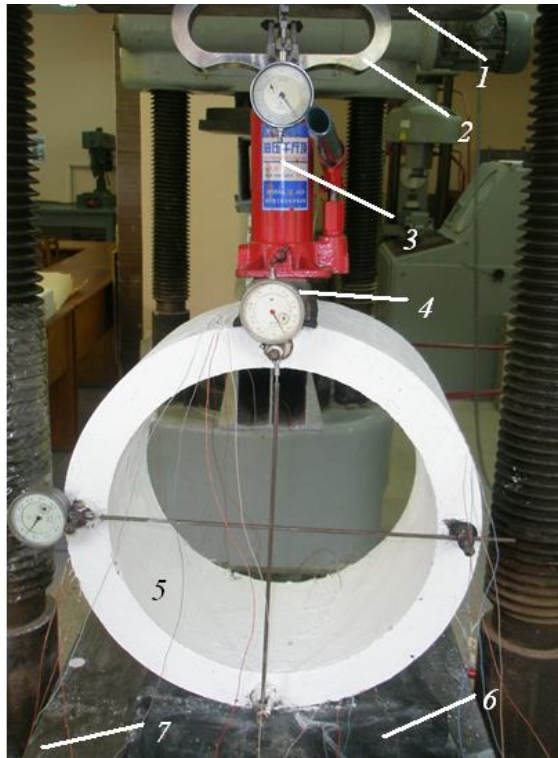


Рис. 3. Загальний вигляд випробування елементів кільцевого перерізу під час проведення дослідження:

- 1 – верхня опорна плита пресу ПСУ-125; 2 – зразковий динамометр; 3 – домкрат;
 4 – металева траверса; 5 – дослідний зразок кільцевого перерізу;
 6 – гумовий килим; 7 – нижня опорна плита пресу ПСУ-125.

Куби та призми випробовуються у віці 28 діб. Випробовування кубів здійснюється в гідравлічному пресі ПСУ – 125 з дотриманням чинних стандартів. Дослідження призм на центральний розтяг проводиться на розривній машині УММ – 50. В наслідок випробовування визначається клас бетону.

Робота елементів кільцевого перерізу вивчається в гідравлічному пресі ПСУ – 125 на основі схеми випробування безнапірних труб згідно [7] (рис. 2).

Оскільки зразки мають довжину вздовж осі 290 мм (1-ша серія) та 200 мм (2-га серія), то визначення навантаження в цьому пресі його силовимірювачем має суттєву похибку. З огляду на це прес використовується як жорстка рама, а навантаження створюється гідравлічним домкратом потужністю 50 кН з вимірюванням зусилля зразковим динамометром (рис. 3). Динамометр перед початком випробувань протестується. Ціна однієї поділки динамометра становить – 50 Н, що дає можливість визначати навантаження на дослідний зразок із високою точністю.

Для вимірювання деформацій бетону та СФБ на внутрішні та зовнішні поверхні ЕКП наклеювали тензорезистори з базою 50 мм, показники яких фіксували тензометричним вимірювальним комплексом. Їх наклеювали по два в чотирьох зонах зсередини та чотирьох зовні (на діаметрально протилежних сторонах). Для кожного елемента використовували по 16 тензорезисторів. Пізніше до них припаювали дріт, який виводили назовні. Гідроізоляцію тензорезисторів виконували епоксидним клеєм. Тензорезистори на елементах розміщували відповідно до схеми, що подана на рис. 4.

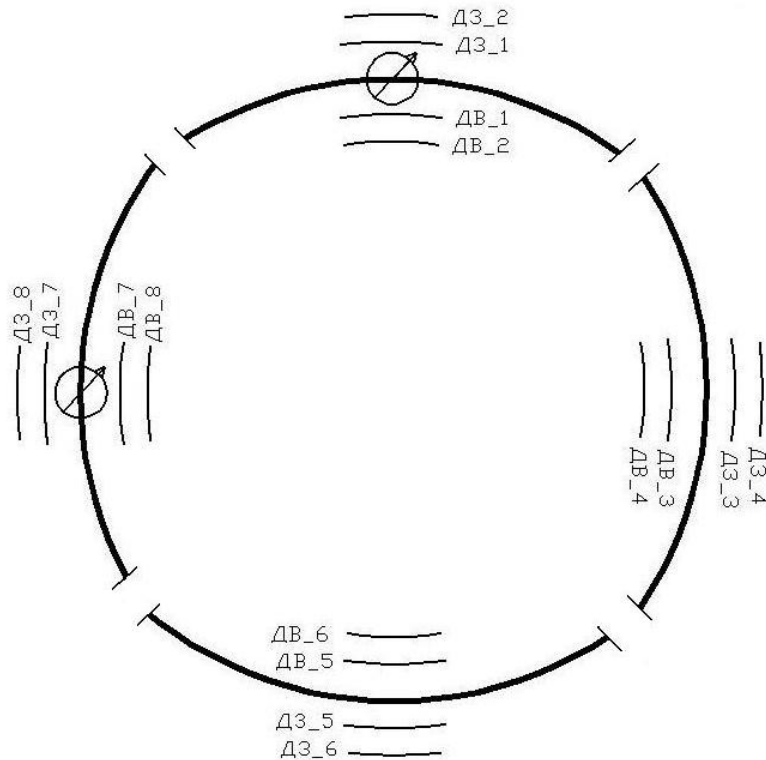


Рис. 4. Схема розташування тензорезисторів на елементах кільцевого перерізу:
 ДВ_1...8 – тензорезистори розміщені на внутрішній поверхні ЕКП;
 ДЗ_1...8 – тензорезистори розміщені на зовнішній поверхні ЕКП;

Тензорезистори ДВ_1, ДВ_2, ДВ_5, ДВ_6 розміщувалися на внутрішніх зонах розтягу; ДВ_3, ДВ_4, ДВ_7, ДВ_8 – на внутрішніх зонах стиску; ДЗ_1, ДЗ_2, ДЗ_5, ДЗ_6 – на зовнішніх зонах стиску; ДЗ_3, ДЗ_4, ДЗ_7, ДЗ_8 – на зовнішніх зонах розтягу.

Завантаження відбувається ступенями, величина яких складає 7-10 % від очікуваного руйнівного навантаження. Рівномірно розподілене навантаження передається на дослідні елементи кільцевого перерізу за допомогою металевої траверси.

Передбачається дослідити роботу двох серій елементів кільцевого перерізу (дев'ять елементів в першій серії та п'ятнадцять в другій).

У першій серії досліджується робота залізобетонних та сталевібробетонних елементів кільцевого перерізу при одночасному (1ЗБК-1...3 і 1СФБК-1...3) та повторному з рівнем 0,7 (1ЗБП-1...3 і 1СФБП-1...3) навантаженні (рис. 5). При проведенні досліджень на повторні навантаження елементи завантажуються – розвантажуються десять циклів, а на одинадцятому доводяться до руйнування.

В другій серії досліджується робота залізобетонних та сталевібробетонних елементів кільцевого перерізу при одночасному навантаженні (2ЗБК-1...3 та 2СФБК-1...3) і робота елементів кільцевого перерізу зі сталевібробетону при повторних навантаженнях із рівнем 0,5 (2СФБП-0,5-1...3), 0,7 (2СФБП-0,7-1...3) та 0,85 (2СФБП-0,85-1...3) (рис. 6). При дослідженні на повторні навантаження зразки завантажуються – розвантажуються дванадцять циклів, а на тринадцятому доводяться до руйнування.

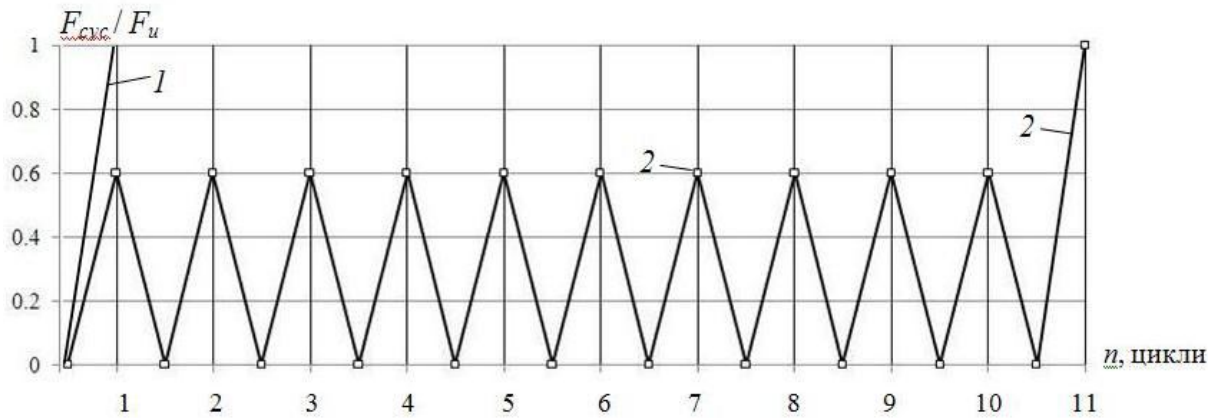
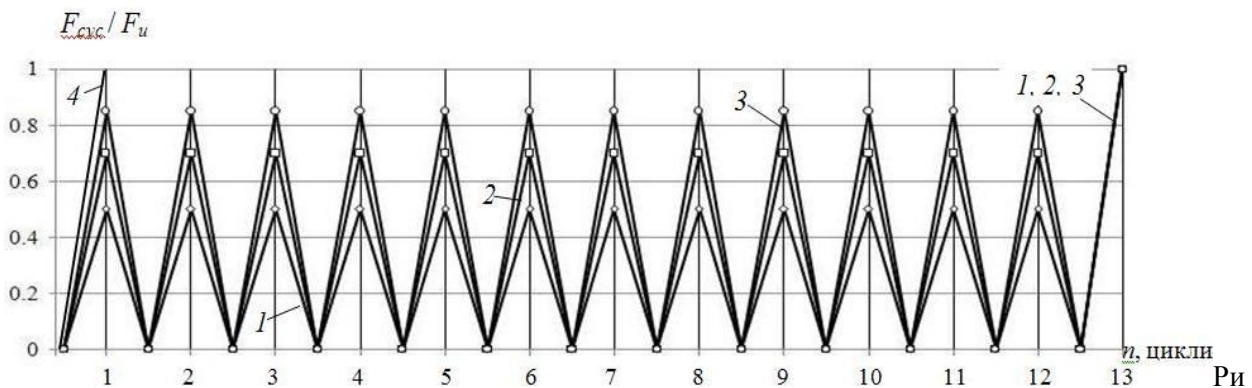


Рис. 5. Режим навантажень дослідних елементів кільцевого перерізу I-ої серії:
1 - 1ЗБК-1...3 і 1СФБК-1...3, 2 - 1ЗБП-1...3 і 1СФБП-1...3



с. 6. Режим навантажень дослідних елементів кільцевого перерізу II-ої серії:

1 - 2СФБП-0,5-1...3, 2 - 2СФБП-0,7-1...3,
3 - 2СФБП-0,85-1...3, 4 - 2ЗБК-1...3 і 2СФБК-1...3

В процесі навантаження прогини елементів кільцевого перерізу вимірюються за допомогою індикаторів годинникового типу ІЧ - 10 з ціною поділки 0,01 мм які прикріплюються за допомогою металевих тримачів. Для вимірювання деформацій бетону на внутрішні та зовнішні поверхні зразків наклеюються тензорезистори на базі 50 мм, показники яких фіксуються тензометричним вимірювальним комплексом. Також відслідковується поява та ширина розкриття тріщин в бетоні і вимірюється за допомогою мікроскопа МПБ - 3 з ціною поділки 0,02 мм.

Висновки

1. Сталефіробетон є ефективним композиційним матеріалом для виготовлення будівельних конструкцій різноманітного призначення і в тому числі для елементів кільцевого перерізу. Але робота елементів кільцевого перерізу зі сталефіробетону практично не досліджена. Особливо це стосується роботи під дією повторних малоциклових навантажень. Отримані нові експериментальні дані роботи елементів кільцевого перерізу зі сталефіробетону при дії короткочасних одноразових та повторних навантажень різних рівнів.

2. Експериментально встановлено, що руйнування елементів кільцевого перерізу зі сталефіробетону настає після утворення чотирьох пластичних шарнірів та розділенні кільця на чотири практично недеформованих диска, що знаходяться в граничних станах, що призводить до перерозподілу моментів.

3. Встановлено, що збільшення відсотку армування стальними фібрами з $\mu = 1,5$ до $\mu = 2,5$ дає приріст по міцності для сталефіробетонних елементів кільцевого перерізу при короткочасних одноразових навантаженнях до 17 %.

4. Експериментально встановлено, що повторні навантаження, рівень яких не перевищує 0,70 від руйнівних, не призводять до зміни деформацій в елементах кільцевого перерізу зі СФБ, а в зразках із залізобетону при рівні повторних навантажень 0,60 від руйнівних деформації збільшилися на 10 ... 25 %. В елементах кільцевого перерізу зі СФБ при рівні повторних навантажень 0,85 від руйнівних починаючи з 5 - 7 циклу був відмічений їх приріст.

5. Зафіксовано, що перші видимі тріщини в зразках зі сталевібробетону при одноразових навантаженнях в більшості випадків виникали за одну – дві ступені навантаження від руйнівних зусиль, а в зразках із залізобетону при навантаженнях, рівних 0,3 ... 0,4 максимальної несучої здатності перерізу.

6. Міцність елементів кільцевого перерізу зі сталевібробетону рекомендується визначати з урахуванням непружних деформацій в стиснутій зоні.

1. Бабич Є.М. Дослідження роботи сталевібробетонних елементів кільцевого перетину при одноразовому і повторному навантаженні / Є.М. Бабич, О.В. Андрійчук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць – Рівне: НУВГП, 2009. – Випуск 19. – С. 82 – 90.
2. Андрійчук О.В. Особливості роботи елементів кільцевого перерізу зі сталевібробетону при різних відсотках армування / О.В. Андрійчук // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПГАСА. – 2009. – Випуск 12. – С. 44 – 49.
3. Відомчі будівельні норми України. Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування. ВБН В.2.3-218-198:2007. видання офіційне. Державна служба автомобільних доріг України. Київ 2007 – с.51
4. Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений. Серия 3.501.1-144. Трубы водоперепускные круглые железобетонные сборные для железных и автомобильных дорог. Выпуск 0-4. Введены в действие с 01.07.88 г. Ленинградпромтрансост – 1988 – С. 1-14.