

УДК 624.012.25

О.В.Андрійчук, І.М.Ясюк

Луцький національний технічний університет

ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИДОРІЖНИХ ЛОТКІВ ВОДОВІДВОДУ ІЗ СТАЛЕФІБРОБЕТОНУ

У статті подано відомості про дослідження дисперсно армованих бетонних конструкцій, а також описана доцільність використання сталефібробетону для виготовлення придорожніх лотків систем водовідведення

Ключові слова: залізобетон, дисперсно армований бетон, сталефібробетон, сталева фібра, система водовідведення, труба, лоток.

Рис. 7. Форм 1. Літ 11.

А.В.Андрійчук, И.М.Ясюк

В статье представлены сведения об исследовании дисперсно армированных бетонных конструкций, а также описана целесообразность использования сталефибробетона для изготовления придорожных лотков систем водоотведения.

Ключевые слова: железобетон, дисперсно армированный бетон, сталефибробетон, стальная фибра, система водоотвода, труба, лоток.

O.Andreychuk, I.Yasyuk

MAKING OF WAYSIDE TRAYS OF OVERFLOW-PIPE WITH STEEL-FIBRE-CONCRETE

The article presents information on research dispersed reinforced concrete structures as well as on the feasibility of using stalefibrobetonu for making trays of wastewater.

Key words: Reinforced concrete, dispersible reinforced concrete, steel-fibre-concrete, steel fibre, system of overflow-pipe, tray, pipe.

Постановка проблеми. Сьогодні автомобільний транспорт вважається одним з лідерів за величиною екологічного забруднення природи, а за деякими показниками навіть перевершує промислові викиди від шкідливих виробництв [1]. У розвинених країнах постійно ведеться робота по створенню нових методів зниження негативного впливу відпрацьованих газів автотранспорту, шумового забруднення. До недавнього часу недостатньо уваги приділялося ще одному напрямку - забруднення прилеглої до автодороги території та ґрунтових вод зливовими стоками з поверхні дороги [2]. Для боротьби з забрудненням було створено різні методи очистки води і систем водовідведення.

Для збору та спрямування поверхневих стоків на очисні споруди можуть використовуватися такі конструкції: кювети, придорожні лотки, закриті колектори в знижених ділянках автодоріг. Схеми відведення поверхневих стічних вод: схема, за якої зливи і талі стоки стікають по проїжджій частині автодоріг, а потім відводяться через при крайові водозбірні лотки, потім через відкриті укисні лотки. Поверхневі стічні води автомобільних доріг виводяться в укріплену водовідвідну канаву, звідки потрапляють на очисні споруди або скидаються на рельєф місцевості.

Придорожні лотки, являючись важливими елементами дорожньої інфраструктури, служать для збереження дорожнього покриття і дорожнього полотна від впливу води. Тож постає питання збільшення міцності, довговічності придорожніх лотків.

Мета дослідження. В статті за мету ставиться дослідити доцільність використання сталефібробетону для виготовлення придорожніх лотків водовідводу. Виявити переваги та недоліки при застосуванні дисперсно-армованого бетону в конструкції лотків систем водовідведення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, та їх результати. Останні дослідження сталефібробетонних конструкцій проводились в різних галузях будівництва таких як: дорожнє будівництво; гідроспоруди: причали, дамби, греблі; просторові споруди; злітно-посадкові смуги аеродромів; будівництво мостів та інше.

Під час спорудження водогонів, дамб, мостів, тунелів, гідроелектростанцій і інших інженерних споруд основним конструкційним будівельним матеріалом є бетон. Для даного виду конструкцій бетон характеризується підвищеною водонепроникністю, морозостійкістю та тріщиностійкістю, і іншими параметрами.

Одним із різновидів важких бетонів є дисперсно-армований бетон – бетон армований дисперсними волокнами (фібрами). Такий бетон являє собою звичайну суміш із цементу, піску,

крупного заповнювача та води, доповнену певною кількістю сталевих чи інших волокон. Комбінування жорстких – і через це володіючих значними резервами міцності – волокон з матрицею (бетоном) дозволяє локалізувати небезпеку, пов'язану з крихким руйнуванням матриці та реалізувати таким чином основні властивості фібр: велику потенційну міцність на розтяг та підвищений модуль пружності. За потреби до сталевібробетону додаються пластифікуючі добавки – для полегшення легкоукладальності бетонної суміші.

Ефективність застосування сталевібробетону в будівельних конструкціях може досягатися за рахунок зниження трудовитрат на арматурні роботи, суміщення технологічних операцій на приготування, армування, укладання та ущільнення сталевібробетонної суміші, продовження терміну експлуатації конструкцій і зниження витрат на різні види поточного ремонту [3, 4, 5, 6].

Сталевібробетон у світовій практиці займає значну долю в загальному об'ємі використовуваного бетону, для чого налагоджено промислове виробництво сталевих фібр в межах 350-400 тис тон в рік.

Введення сталевих волокон в бетон в кількості від 20 до 160 кг на 1 м³ підвищує: міцність на розтяг при згині в 2-3 рази; на стиск до 10-50 %; на осьовий розтяг до 10-40 %; ударна міцність в 4-10 разів; опір стиранням до 2 разів; підвищується тріщиностійкість в 2-3 рази [7]. Не менш ніж на один клас підвищується морозостійкість і водонепроникність (F і W). Все це робить сталевібробетон затребуваним для застосування в наступних областях будівництва:

- монолітні конструкції та споруди: промислові підлоги, автомобільні дороги, вибухо- і сейсмостійкі споруди;
- іригаційні канали, водостримуючих дамби, ємності для води та інших рідин, оздоблення тунелів;
- споруди військового призначення;
- збірні елементи і конструкції: залізничні шпали, балки, сходи, стінові панелі, трубопроводи, покрівельні панелі;
- жорсткі плити аеродромних, дорожніх і тротуарних покриттів.
- палі, шпунт.

Досвід розвинених країн, таких як США, Великобританія, Німеччина, Франція і Австралія показав техніко-економічну ефективність застосування сталевібробетону в різного роду будівельних конструкціях. Найбільш цікавими прикладами застосування сталевібробетону в цій сфері є: кріплення гідротехнічного тунелю діаметром 2340 мм в Карсігтоні (Великобританія), тунель Хеггура під дном Північного моря (Норвегія), колекторні тунелі метрополітену в Гамбурзі (Німеччина) і Ліоні (Франція), автодорожній тунель протяжністю 6630 м на глибині до 1 км Єнасан-2 в Японії. Достатньо широко сталевібробетон також використовується для виконання ремонтних робіт із оброблення тунелів, мостів, дамб, тонкостінних несучих конструкцій.

Варто відмітити, що велику кількість наукових праць і в Україні, Росії та Білорусії присвячено дослідженням конструкцій із дисперсно армованого бетону. В Республіці Білорусія сталевібробетон на даний момент має обмежене застосування - зведення монолітних підлог та дорожніх покриттів, а також окремих збірних виробів. Але наукові дослідження конструкцій, виготовлених на основі сталевібробетону які проводять спеціалісти РУП "Института БелНИИС", стають все більше актуальними. На рис. 1 подано загальний вигляд виготовлених експериментальні тюбінги марки 55Р.Н.СФ та дослідження експериментальної конструкції тюбінгу 55Р.Н.СФ, що проведені в Білорусії.



Рис. 1. *а) виготовлені експериментальні тюбінги марки 55Р.Н.СФ;*
б) дослідження експериментальної конструкції тюбінгу 55Р.Н.СФ.

На рис. 2, *а)* подано загальний вигляд технологічного транспорту РУП БМЗ з навантаженням на вісь до 150 кН і монолітних плит технологічної дороги в м. Жлобин (Республіка Білорусія), а на рис. 2, *б)* підготовка до випробування СФБ кільця марки КС10-9. Результати цих досліджень приведені в [5].



Рис. 2. *а) загальний вигляд технологічного транспорту РУП БМЗ з навантаженням на вісь до 150 кН і монолітних плит технологічної дороги в м. Жлобин;*
б) підготовка до випробування СФБ кільця марки КС10-9.

Варто відмітити, що і в Україні були проведені дослідження безнапірних дисперсно армованих труб кільцевого перерізу на дію одноразових і повторних навантажень різних рівнів (рис. 3). Повторні малоциклові навантаження задавалися різних експлуатаційних рівнів – 0,5, 0,7 і 0,85 від руйнівних. Під час дослідження елементів кільцевого перерізу (зменшеної стендової моделі безнапірної труби) зі сталевібробетону встановлено, що СФБ елементи з коефіцієнтом армування $\mu = 1,5 \%$ мають таку ж міцність, як і елементи із звичайного залізобетону за типовим армуванням та майже в два рази більшу тріщиностійкість. [8, 9].



Рис. 3. Загальний вигляд випробування елементів кільцевого перерізу:
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.

Відведення поверхневої води від насипів земляного полотна автомобільних доріг здійснюється за допомогою поздовжніх каналів укріплених в залежності від конкретних інженерно-геологічних і кліматичних умов – бетонними плитами, збірними залізобетонними лотками, а також монолітним бетоном.

В будівельній практиці використовуються, як правило, розроблені раніше типові рішення залізобетонних лотків для зведення каналів різного функціонального призначення. Типові збірні лотки виконуються із бетону класу на міцність при стиску – В15. На рис. 4 приведено загальний вигляд притрасового водовідвідного лотка з поперечним січенням напівтруба із «робочою» довжиною $l = 1000$ мм.

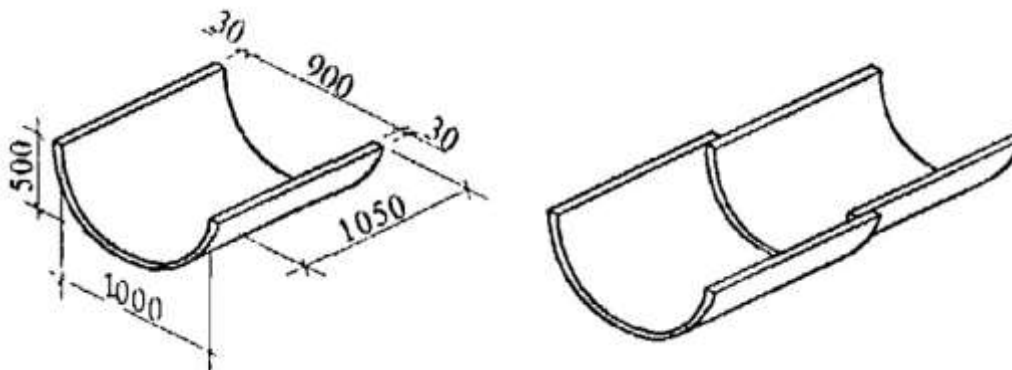


Рис. 4. Загальний вигляд притрасового водовідвідного лотка-напівтруби.

Лотки це інженерні конструкції, що використовуються в дорожньому будівництві (як елементи притрасового водовідведення), а також в гідротехнічному будівництві. Вони відносяться до конструктивних елементів які сприймають навантаження від транспорту і з зовнішнього середовища. Недоліками водовідвідних лотків із залізобетону є їх невисока тріщиностійкість,

©О.В.Андрійчук, І.М.Ясюк

ударна міцність, морозостійкість та інші характеристики, які в свою чергу залежать від міцності матеріалу на розтяг. Тому використання залізобетонних лотків, враховуючи умови його роботи в конструкціях, ставить завдання пошуку способів підвищення цих параметрів.

Застосування сталевібробетону для укріплення притрасових водовідвідних систем дозволяє вирішити ряд задач. А саме – знизити матеріалоємність конструкції і як наслідок їх вагу; знизити затрати праці на під час виготовлення конструкцій; продовжити безремонтний і загальний термін експлуатації конструкцій і зниження витрат на різні види поточного ремонту. Варто відмітити, що застосування сталевібробетонних лотків для водопостачання та водовідведення взамін типових залізобетонних дозволяє повністю відмовитися від використання арматури.

На сьогодні даних про досліджень в Україні водовідвідних лотків із дисперсним армуванням в літературі не виявлено (можна вважати, що такі дослідження не проводилося). Якщо брати до уваги позитивний ефект отриманий під час дослідження тонкостінних інженерних конструкцій (труби, тьюбінги) із дисперсно армованого бетону як в Україні, так і за кордоном, то актуальною задачею є проведення дослідження лотків систем водовідведення із сталевібробетону.

Конструкція експериментальних зразків. На даний момент в Україні відсутня в достатній кількості розроблена нормативна документація для проектування та виготовлення тонкостінних інженерних конструкцій із дисперсно армованого бетону.

В Україні розроблено "Настанову з проектування та виготовлення сталевібробетонних конструкцій" [10], яка розповсюджується на проектування сталевібробетонних конструкцій будівель і споруд різного призначення, котрі виконуються з важкого та дрібнозернистого бетону, армованого сталевими волокнами. Стандарт встановлює вимоги до проектування та виготовлення сталевібробетонних конструкцій без попередньо напруженої арматури, котрі експлуатуються при статичному навантаженні у середовищі з неагресивним ступенем впливу і в кліматичних умовах України.

Але нормами не передбачено розроблення каталогу номенклатури композиційних матеріалів, не передбачається виготовлення конструкцій і виробів з використанням інших видів волокон (базальтових, скляних, синтетичних) для будівель і споруд промислового, цивільного та житлового призначення.

Під час виготовлення дослідних лотків для матриці сталевібробетону за основу необхідно прийняти бетон класу В15 – збірні з/б лотки виготовляються саме з такого класу бетону.

Для дисперсного армування дослідних лотків із СФБ можна використати фібри діаметром 0,8 мм та довжиною 50 мм виробництва Українсько-Канадського СП ТОВ «Донбас Ліберті» з м. Харцизьк Донецької області (табл. 1 і рис. 5).

Таблиця 1

Геометричні розміри сталевих анкерних фібр

			
Діаметр фібри, d	Довжина фібри, $L \pm 2,0$	Ширина розширеного кінця, $h \pm 0,2$	Кут нахилу $a, \pm 5^\circ$
мм	мм	мм	град
0,8	50	2,5	45
a – забезпечується технологічним інструментом			



Рис. 5. Загальний вигляд сталевих анкерних фібр

Фібри з анкерними кінцями, що підвищують зчеплення фібр із матрицею бетоном – покращують їх механічну роботу в бетоні, та відповідно збільшують тріщиностійкість сталевібробетонних конструкцій. Під час досліджень, результати яких описані в [8, 9] застосовувався саме такий вид фібр – завдяки їх введенню в бетонну матрицю був отриманий приріс міцності сталевібробетону при центральному розтягу ($R_{b,t}$) порядку на 30 % в порівнянні з міцністю матриці бетону.

На даний конструктивних рішень лотків систем водовідведення з різними поперечними січеннями розроблена значна кількість. В якості прототипу (макету) під час розроблення лотка зі сталевібробетону найбільш доцільно взяти за основу залізобетонний лоток-напівтрубу. Основними передумовами в користь такого рішення є: відсутність кутів –концентраторів напруження, найбільше "робоче" січення при найменшій площі поверхні, достатньо проста технологія виготовлення зразків (рис. 4).

Методика випробувань. На рис. 6 подано схема до статичного розрахунку напівкруглих лотків і епюри від дії згинальних моментів і поперечних сил.

Для отримання достовірних результатів під час проведення дослідження необхідно мати наявності по три зразки-близнюки лотків для кожного режиму досліджень.

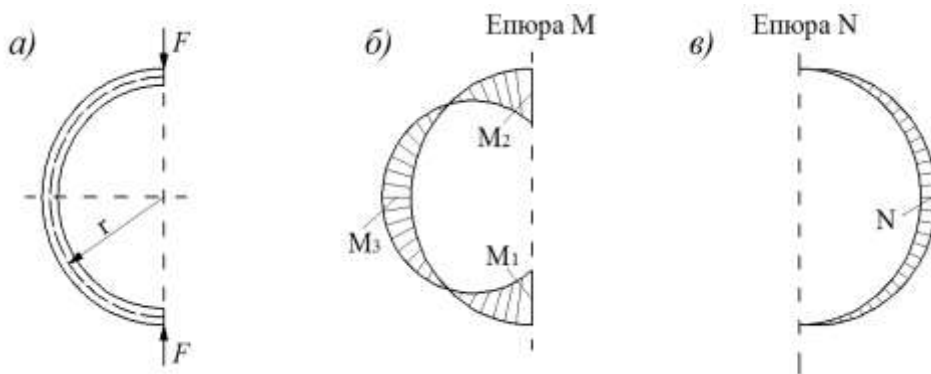


Рис. 6. Схеми до статичного розрахунку напівкруглих лотків:

- а) схема навантажень під час проведення дослідження лотків;
б) епюри згинальних моментів; в) епюри поздовжніх сил N.

На сьогодні дослідження лотків систем водовідведення з дисперсно армованого бетону від дії одноразових навантажень проведені в Росії – в ГОУ ВПО "Алтайский государственный

технічний університет ім. І.І. Ползунова". Схема стендових випробувань, що була використана під час проведення досліджень лотків подана на рис. 7.

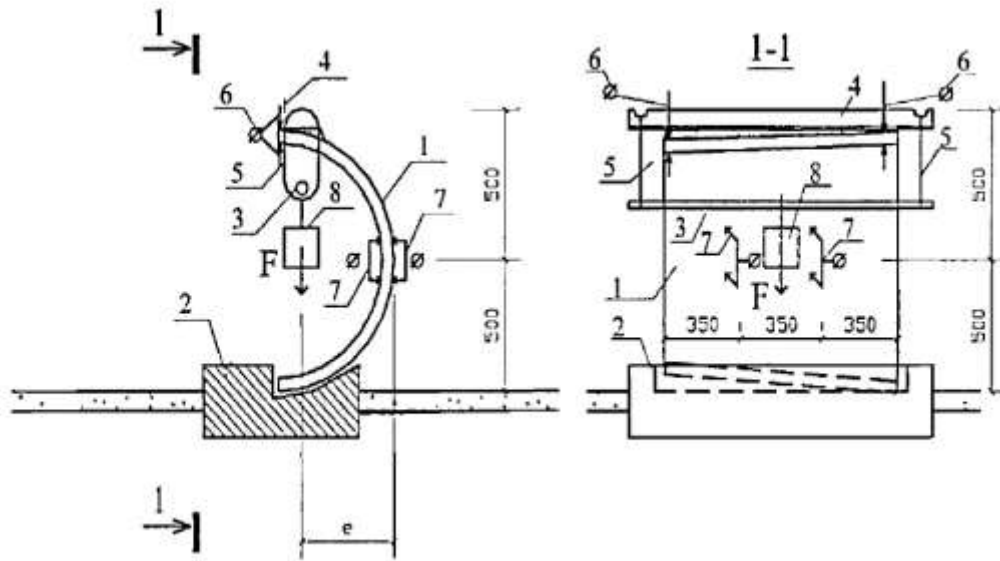


Рис. 7. Схема дослідження сталевібробетонного лотка:

- 1 – сталевібробетонний елемент лотка; 2 – жорстка основа; 3 – нижня траверса;
4 – верхня траверса; 5 – тяги; 6 – прогиномір Максимова;
7 – тензометри Гугенбергера; 8 – вантажі.

Лотки досліджуються на спеціальному стенді в положенні "на боці" з вертикальною передачею навантаження. Така схема забезпечує виникнення максимального згинального моменту в січненні 1-1, що відповідає роботі лотків водовідведення в натурних умовах (рис. 7). Навантаження прикладається до зовнішньої грані елемента лотка у вигляді рівномірно розподіленої смуги за допомогою систем траверс і тяг.

При такому завантаженні в січненні 1-1 виникає згинальний момент:

$$M = F \cdot e \quad (1)$$

де F – нормальна згинальна сила, а e – її ексцентриситет.

Детально з результатами проведення досліджень лотків із дисперсно армованого бетону в ГОУ ВПО "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова" та отриманими висновками можна ознайомитися в [11].

Під час проведення дослідження лотків навантаження повинно прикладатись ступенями через 8 – 12 % від руйнівного зусилля, що визначено теоретичним методом при проведенні розрахунку. Після кожного ступеня навантаження має робитися витримка на протязі 5 – 7 хв, під час якої знімаються покази індикаторів, показники тензометричного комплексу та вимірюється ширина розкриття тріщин.

Висновки. 1. Сталевібробетон як ефективний матеріал доцільно використовувати для виготовлення лотків систем водовідведення.

2. Застосування сталевібробетонних лотків для водопостачання та водовідведення взамін типових залізобетонних дозволяє повністю відмовитися від використання арматури, знизити матеріалоемність конструкції і як наслідок їх вагу, знизити затрати праці на під час виготовлення конструкцій і значно підвищити довговічність конструкції.

3. З огляду на вищенаведе – стендові дослідження особливостей роботи лотків є актуальною задачею.

1. Екологія автомобільного транспорту / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун, А.О. Копач, Л.П. Мержиєвська: Навч. посібник. – К.: Основа, 2002. – 312 с.
2. Говорун А.Г. Транспорт і навколишнє середовище / А.Г. Говорун, М.М. Скоріченко, М.М. Худолій. – К.: Урожай, 1992. – 144 с.
3. Дорошенко О. Дисперсно – армований бетон – надійний та ефективний матеріал для транспортного будівництва / О. Дорошенко, Ю. Дорошенко, Н. Чиженко, К. Гудименко // Транспортное строительство Украины. – 2007. – №1 (5). – С. 16 – 19.
4. Юрко І.А. Високоміцний дисперсно-армований бетон / І.А. Юрко // Бетон и железобетон в Украине: Журнал – Полтава, 2013. – Выпуск 3. – С. 7 – 8.
5. Блещик Н.П. Физико-механические и технологические свойства сталефибробетона, особенности применения и перспективы развития сталефибробетонных конструкций / Н.П. Блещик, И.В. Коваль // Проблемы современного бетона и железобетона: Материалы III Международного симпозиума – Минск: Минсктиппроект, 2011. – Том 2. – С. 80 – 113.
6. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции / Ф.Н. Рабинович // Монография. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 642 с.
7. Сунак О.П. Сталефібробетонні конструкції / О.П. Сунак // Навч. посібн. – Луцьк: Media, 1999. – 158 с.
8. Бабич Є.М. Проектування та виготовлення безнапірних труб із сталефібробетону / Є.М. Бабич, О.В. Андрійчук // Рекомендації. – Луцьк: Луцький НТУ, 2012. – 32 с.
9. Андрійчук О.В. Сталефібробетонні безнапірні труби / О.В. Андрійчук, Є.М. Бабич // Монографія. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2012. – 150 с.
10. ДСТУ-Н Б В.2.6-78:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування та виготовлення сталефібробетонних конструкцій. – К., Мінрегіонбуд України, 2009. – 46 с.
11. Талантова К.В. Строительные конструкции с заданными свойствами на основе сталефибробетона: Дис... докт. техн. наук: 05.23.01 – Барнаул., 2009. – 476 с.

Стаття надійшла до редакції 02.04.2014.