

УДК 624.012.25

к.т.н., доцент Дробишинець С.Я.,  
Андрійчук О.В., Дацюк М.,  
Луцький національний технічний університет

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАЛЕФІБРОБЕТОННИХ БЕЗНАПІРНИХ ВОДОПРОПУСКНИХ ТРУБ ІЗ ДОДАВАННЯМ ДОБАВКИ ДО БЕТОНУ PANTARHIT RC 360 У ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

*Наведено основні характеристики та шляхи використання водопропускних труб у дорожньому будівництві. Описано основні переваги сталевібробетону та доцільність його використання, як будівельного матеріалу, при виготовленні безнапірних водопропускних труб. Наведено основні галузі використання сталевібробетону. Охарактеризовано можливість використання добавки до бетону PantarHit RC 360.*

**Ключові слова:** *сталевібробетон, труба, фібра сталева, полімерна добавка.*

**Постановка проблеми.** В сучасній практиці будівництва широко використовуються залізобетонні безнапірні труби. Зокрема вони використовуються в промисловому, цивільному, міському (системи водовідведення), а також і в дорожньому будівництві. Проте, значним недоліком залізобетонних безнапірних труб є їхня недостатня жорсткість та тріщиностійкість. В останній час широкого розповсюдження набувають бетонні конструкції в які для збільшення міцності, тріщиностійкості та інших механічних характеристик додають сталі фібри.

**Основна частина.** Водопропускні труби, в дорожньому будівництві - це штучні споруди, призначені для пропуску під насипами дороги невеликих постійних або періодично діючих водостоків. В окремих випадках труби використовуються як шляхопроводи тунельного типу, а також як скотопрогони. При проектуванні дороги, особливо при невеликих висотах насипу, часто доводиться вибирати одну з двох можливих споруд - малий міст або трубу.

Водопропускні труби розрізняють за матеріалом тіла труби. Вони бувають бетонні, залізобетонні, металеві, полімерні. Крім того, за формою поперечного перерізу, тобто круглі, прямокутні, овальні. Розрізняють труби по кількості очок в перерізі - одноочкові, двохочкові, багатоочкові труби. Безнапірні труби працюють неповним перерізом на всій довжині, напірні

працюють повним перерізом на всій довжині, а напівнапірні працюють у вхідного оголовка повним перерізом, а на решті довжини неповним.

Діаметр труб на автомобільних дорогах приймають не менше 1,0 метра при довжині труби не більше 30 метрів, не менше 0,75 метра при довжині труби не більше 15 метрів, не менше 0,5 метра на з'їздах. На внутрішньогосподарчих дорогах можна застосовувати труби з отворами розміром 0,5 метра при їх довжині не більше 10 метрів. Товщина засипки над плитами труб до низу дорожнього одягу приймається не менше 0,5 метра.

Малі і середні автодорожні мости і водопропускні труби дозволяється розташовувати на ділянках дороги з будь-яким профілем і планом, прийнятим для даної категорії дороги. Як правило, труби влаштовуються в безнапірному режимі і, як виняток, в напірному і напівнапірному режимах для пропуску розрахункової витрати води.

По несучій здатності труби підрозділяють на 3 групи. Перша відповідає розрахунковій висоті засипки ґрунтом, рівною 2,0 метра, друга висоті 4,0 метра, третя висоті 6,0 метра. У конкретних умовах будівництва переходу через водостік або іншу перешкоду допускається застосовувати труби з іншою розрахунковою висотою засипки їх ґрунтом.

Більше 100 років у світі ведуть експериментально-теоретичні дослідження будівельного композиту – сталефібробетону. Даний матеріал широко використовується у країнах Європи у сфері будівництва. Сталефібробетон (СФБ) - це різновид дисперсно-армованого залізобетону. Він виготовляється з дрібнозернистого важкого бетону, де в якості арматури застосовуються сталеві фібри, рівномірно розподілені по всьому об'єму.



Рис.1. Фібра сталева

Використання сталеві фібри при виробництві сталефібробетону зумовлює різке підвищення стійкості до утворення відколів, тріщин. Вдається зменшити кількість стиків і швів, істотно знизити період наступних ремонтів, а

також їх вартість. При цьому також збільшується вібраційна стійкість бетону, так як у випадку застосування арматурної сітки вібрація поширюється по всій сітці, тим самим руйнуючи структуру бетону, а в разі застосування сталевих фібри така ситуація повністю виключається.

Застосування технологій армування сталевими фібрами дозволяє досягати проектних характеристик при меншій металоємності і товщині конструкцій, підвищуючи при цьому надійність при експлуатації. Наприклад, якщо товщина шару з використанням традиційного залізобетону становить 22 сантиметри, то з використанням сталевих фібробетону тільки 13. Сталеві фібробетон, армований сталевими фібрами, володіє особливою стійкістю до впливів зовнішніх чинників.

Сумарний економічний ефект при застосуванні фібри досягає близько 24% за рахунок скорочення або повного виключення витрат на арматурні роботи і зменшення товщини покриття на кілька сантиметрів.

Не менш перспективним є застосування ідеї використання сталевих фібробетону при посиленні та ремонтах залізобетонних конструкцій, схильних до істотного фізичного зносу, в тому числі і аварійних конструкцій таких як: плити залізнично-дорожніх переїздів та трамвайних шляхів, кільця стінових колодязів, водопропускних труб, безнапірні труби різних діаметрів, колектори, резервуари, виготовлення тонкостінних конструкцій, павільйонів, зупинок громадського транспорту, шумопоглинаючих огорожень, навісів, бар'єрів розділових смуг, огорожень і т.д.

Високу ефективність у застосуванні фібри мала б у виготовленні безнапірних водопропускних труб, так як різниця у технології виготовлення звичайної залізобетонної труби досить суттєва у відношенні до економічності і ефективності.

У цьому випадку використання цього матеріалу значно спрощує процес укладання бетону (особливо на поверхнях складної форми), виключає виконання опалубних робіт. Внаслідок, зменшується обсяг, а також вартість будівельних робіт, що в поєднанні з конструктивними перевагами застосування СФБ для підсилення будівельних об'єктів, робить такий метод досить конкурентоспроможним, а в окремих складних випадках фактично безальтернативним.

Грунтуючись на вище сказаному, можна зробити висновок, що сталеві фібробетон (СФБ) має низку переваг перед іншими видами бетону, при виробництві яких застосовувалися методи традиційного армування.

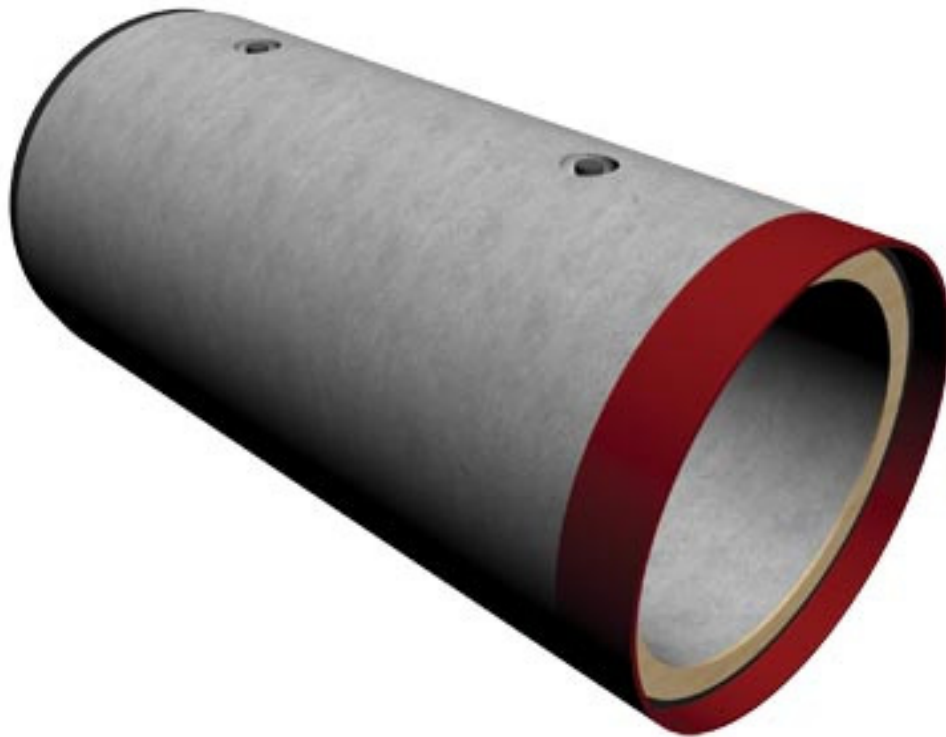


Рис.2. Водопропускна труба зі сталевібробетону

Зростання властивостей СФБ в порівнянні із звичайним бетоном :

Властивості	Зростання властивостей
Межа пропорційності при розтягуванні і вигині	в 2 рази
Межа міцності при розтягуванні	в 2.5 рази
Межа міцності при вигині	в 3.5 рази
Межа міцності при стисненні	в 1.5 рази
Ударна міцність	в 10 разів
В'язкість при досягненні межі міцності	в 10 - 20 разів (до 34)
Тріщиностійкість порівняно із залізобетоном:	
- При розкритті тріщин до 0.005 мм	в 2.5 - 6 разів
- При розкритті тріщин до 0.2 мм	в 3 - 3.5 разів
Деформативність	в 2 - 10 разів
Опір кавітації	в 3 рази
Опір абразії (стираність)	в 2 рази
Морозостійкість	в 1.5 - 2 рази
Термостійкість	в 5 - 7 разів
Корозійна стійкість	в 2 рази

Існує ряд рекомендацій щодо готування сталевібробетонної суміші:

Приготування сталевібробетонної суміші здійснюють, як правило, в серійних бетонозмішувачах примусової дії. Допускається використання також інших видів змішувачів, які забезпечують отримання однорідної бетонної суміші. Для забезпечення рівномірності розподілу фібр по об'єму суміші рекомендується: введення пластифікуючих добавок.

За показником руйнування вібробетон може в 15-20 разів перевершувати звичайний бетон.

Спираючись на досвід світового та вітчизняного будівництва можна виділити найбільш успішні сфери застосування сталевібробетону (СФБ): збірні конструкції і елементи (балки, трубопроводи, залізничні шпали, стінові панелі, сходи, покрівельні панелі, морські споруди, модулі плаваючих доків, вибухостійкі конструкції, палі, карнизні елементи мостів, елементи просторових споруд), монолітні споруди і конструкції (вирівнюючі підлоги, промислові підлоги, ємкості для рідин, вогнезахисна штукатурка, вибухостійкі споруди), автомобільні дороги, мостові настили, іригаційні канали, водовідбійні дамби, оздоблення тунелів, ремонт монолітних конструкцій.

У зарубіжних країнах практика армування бетону сталевую фіброю широко застосовується з 1970-1980-х років. З кожним роком обсяги застосування фібри ростуть. У країнах Європейського Союзу в 2003 році в середньому було використано більше 150 000 тонн сталевіброфібри, що орієнтовно відповідає 3000000 куб.м конструкцій з бетону.

У Російській Федерації технологія приготування і укладання сталевібробетону як у звичайних умовах, а також в умовах зимового періоду, була перевірена безпосередньо на будівельних майданчиках: фрагмент ділянки автодороги Москва-Лобня, ділянка автодороги Барнаул-Бійськ, дорожнє покриття мосту (Челябінськ), злітно-посадкова смуга аеропорту «Пулково» (Санкт-Петербург), застосування СФБ при виробництві фрагментів тимчасового кріплення тунелів метро на станції «Божова» в Єкатеринбурзі, станції «Торговий Центр» у Челябінську, станції «Парк Перемоги» у Москві.

На сьогоднішній день актуальним є економічність, довговічність, та ефективність виробів із бетону, тому доцільним буде додавання до сталевібробетонної суміші ще і суперпластифікатора PantarHit RC 360. Це в свою чергу покращить легковкладальність сталевібробетонної суміші.

З використанням добавки PantarHit RC360 готується 70 відсотків бетону, виробленого в Німеччині. У результаті виходить високоякісний сучасний бетон, як правило, відрізняється високою морозостійкістю, підвищеною довговічністю, надвисокою міцністю і водонепроникністю.

З використанням цієї добавки зведені об'єкти у Франкфурті-на-Майні і Мюнхені, а також у Норвегії. Це добавка нового покоління, суперпластифікатор

на основі модифікованого акрилового полімеру для товарного і самоущільнюючого бетону з низьким водоцементним співвідношенням, має дуже високу механічну міцність, що відрізняє PantarHit від звичайних суперпластифікаторів на основі нафталін-сульфонату або меламін-сульфату.

Добавка PantarHit дозволяє економити 10-20 відсотків цементу в залежності від якості складових бетонної суміші, підвищувати відпускну та проектну міцність на 30-40 відсотків і значно покращувати показники по водонепроникності, морозостійкості і економії ПЕР. Завдяки всьому вищевикладеному технологічний процес стає простішим і ефективнішим. Добавка PantarHit може забезпечити перевагу при використанні в наступних випадках.

По-перше, коли переслідується мета зменшення вмісту води в порівнянні з бетоном без присадок при аналогічній будівельній конструкції. Таким чином досягається збільшення механічної міцності. По-друге, коли переслідується мета збільшення водонепроникності і довговічності. По-третє, коли переслідується мета підвищення перекачування бетонної суміші із збереженням її рухливості та показника розшаровуваності, водовідділення і розчиновідділення суміші до і після перекачування її через бетононасос.

Використання добавки PantarHit дозволяє скорочувати терміни зведення будівель і споруд, збільшувати оборотність форм і випуск продукції, що створює додатковий економічний ефект, отримувати високоміцні екологічні бетони марки 600 і вище, в 1,5 рази скорочувати час бетонування за рахунок високої легкоукладальності бетонної суміші, скорочувати час укладання, витрата електроенергії і до 30 відсотків трудовитрат.

Добавка PantarHit не містить хлоридів та інших викликають корозію арматури речовин і може застосовуватися при виробництві збірного залізобетону. Це в'язка прозора жовтувата рідина, яка в подальшому підлягає розбавленню водою.

**Висновки.** Застосування сучасних технологій, які забезпечать виконання робіт своєчасно та на високому рівні, має дуже велике значення. З вище наведеного видно, що завдяки новітнім технологіям і матеріалам ми можемо досягти високих експлуатаційних якостей і багаторічного терміну служби об'єкта із використанням сталевібробетону.

### Література

1. Сунак О.П. Сталевібробетонні конструкції: Навч. посібн. - Луцьк: Media, 1999. - 158с.
2. Фибробетон и его применение в строительстве.- Москва: НИИЖБ, 1979.- 173с.

3. Рабинович Ф.Н. Дисперсно армированные бетоны.–М.: Стройиздат, 1989.-176 с.

### **Аннотация**

Приведены основные характеристики и пути использования водопропускных труб в дорожном строительстве. Описаны преимущества сталефибробетона та целесообразность его использования, как строительного материала, при изготовлении безнапорных водопропускных труб. Указаны основные отрасли использования сталефибробетона. Охарактеризировано возможность использования добавки к бетону Pantarhit RC 360.

### **Annotation**

Basic descriptions and ways of the use of conduit pipes in road construction are resulted. Basic advantages and expedience of use of steel fiber concrete, as a build material are described, at making of conduit pipes. Basic industries of the use of steel fiber concrete are resulted. Possibility of the use of addition to the concrete of Pantarhit RC 360 is described.