

УДК 624.014.27

## ПІДСИЛЕННЯ ВОДОПРОПУСКНОЇ ТРУБИ З ЗАСТОСУВАННЯМ СКЛАДУ ЗС–3

Возненко С.І., Фалендиш А.П.

### STRENGTHENING OF CULVERT BY USING A COMPOUND ZS-3

Voznenko S., Falendysh A.

*В статті розглянуті питання зміцнення водопропускної труби, яка знаходиться під високим насипом на Південній залізниці. Для цього зроблений аналіз існуючих підходів для вирішення даного питання і експертним методом було визначено, що найбільш ефективним буде зміцнення типу труба в трубі. Для цього виду зміцнення пропонується відповідна методика.*

**Ключові слова:** водопропускна труба, цементний розчин, захисний склад.

**Вступ.** В умовах недостатнього фінансування інфраструктури залізниць України постає питання збереження штучних споруд при обмежених ресурсах на їх заміну та ремонт. Заміна штучної споруди потребує багато матеріальних та людських ресурсів. Найчастіше призводить до зупинення руху потягів. Запропоновані технології дозволяють робити ремонт штучних споруд ( водопропускних труб ) не використовуючи багато матеріальних і людських ресурсів. Рух потягів по ділянці під час виконання цих робіт не зупиняється. Кошторисна вартість такого ремонту порівняно з заміною труби в декілька десятків разів менше. Відремонтовану водопропускну трубу можна використовувати без заміни на протязі декількох десятків років. При підсиленні труби за допомогою металоінскційної сорочки використовуються вітчизняні матеріали, та склад ЗС – 3, що розроблений на кафедрі БМКС Українського державного університету залізничного транспорту. Цей склад має властивості затверджуватись на вологих поверхнях, та добре зарекомендував себе при ремонті штучних споруд .

**Постановка проблеми.** Питанню підсилення труб в насипах приділяється багато уваги. Особливо ця проблема актуальна для залізничного транспорту в даний момент, коли коштів в залізниці для проведення ремонту як рухомого складу, так і інфраструктури не достатньо. Тому застосування нових наукових рішень для вирішення даної проблеми являється актуальним.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботах Плугіна А.М, Плугіна А.А, Плугіна Д.О, Мірошниченко С.В , Лютого В.А, та ін. неодноразово казалося про те, що збереженню штучних споруд приділяється мало уваги. Але проблема підсилення труб в насипах в основному вирішувалась їх заміною.

**Мета статті.** В роботі необхідно зробити аналіз існуючих підходів по зміцненню труб в насипах та запропонувати один з найбільш раціональних.

**Результати досліджень.** Опираючись на праці знаменитих вчених та практиків (1,2,3) був зроблений аналіз варіантів підсилення труби, яка розміщена під високим насипом на Південній залізниці.

В результаті порівняльного аналізу обрано варіанти конструктивно-технологічних рішень відновлення несучої здатності конструкцій труби при капітальному ремонті, які наведені в таблиці 1.

Подальший аналіз переваг і недоліків варіантів конструктивно-технологічних рішень підсилення показав, що найменш принципові недоліки притаманні варіантам №№ 4 і 5.

Тому підсилення труби доцільно виконувати за конструктивно-технологічним рішенням «труба в трубі» (рис.1). Воно полягає в улаштуванні всередині існуючої труби нової і нагнітанні в міжтрубний цементного розчину. Такий спосіб застосовується, наприклад, при ремонті каналізаційних колекторів.

При ремонті водопропускних труб для внутрішньої труби доцільно застосувати двошарові поліпропіленові гофровані труби з гладкою внутрішньою поверхнею та суцільною або порожнистою спіральною чи кільцевою зовнішньою стінкою. Внутрішній шар труби є тонкостінною циліндричною оболонкою, а зовнішній шар – гофрованою хвилястою стінкою. Обидва шари виготовляють одночасно, з'єднують «гарячим» способом і вони утворюють єдину монолітну конструкцію. При цьому між внутрішнім і зовнішнім шаром утворюються порожнини, які значно полегшують конструкцію, у той час як хвилястий зовнішній шар забезпечує високу кільце-

ву міцність. Гофровані поліпропіленові труби з'єднують між собою за допомогою дворозтрубних муфт і гумових ущільнювальних кілець.

Таблиця 1

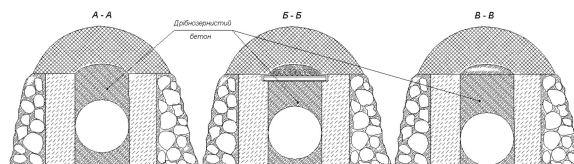
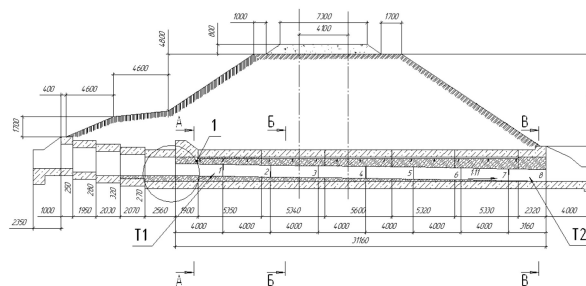
**Варіанти конструктивно-технологічних рішень відновлення несучої здатності конструкцій труби при капітальному ремонті**

Варіант конструктивно-технологічного рішення	Переваги	Недоліки
1 Повне перевлаштування конструкцій	Відпрацьованість технології, забезпечення максимальної надійності й довговічності за рахунок застосування 100 % нових матеріалів і конструкцій	Надто великі об'єми і вартість робіт, застосування важкої техніки, великі перерви в русі поїздів
2 Підсилення металоконструкціями	Відпрацьованість технології, зручність влаштування	Невисокі корозійна стійкість і довговічність, незахищеність від розкрадання металу
3 Підсилення залізобетонною сорочкою, в т.ч. із застосуванням торкретування	Відпрацьованість технології	Незручність проведення робіт у стиснених умовах, зменшення отвору труби
4 Підсилення за технологією «труба в трубі»	Зручність влаштування	Зменшення отвору труби, важко доступність для оглядів і обслуговування
5 Підсилення металоін'єкційною сорочкою	Зручність влаштування, збереження отвору труби	Необхідність захисту від корозії

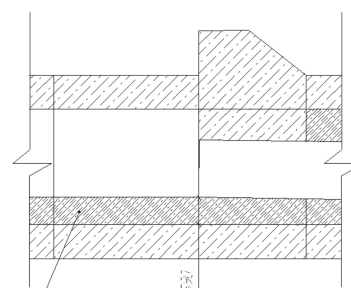
Розроблено конструктивно-технологічне рішення із застосуванням поліпропіленових гофрованих труб. Капітальний ремонт труби при цьому необхідно проводити в такій послідовності:

- гідроструменеве очищення поверхонь існуючої труби;
- влаштування основи для гофрованої труби із дрібнозернистого бетону;
- установлення ланок поліпропіленової гофрованої труби;
- заповнення міжтрубного зазору дрібнозернистим бетоном (нагнітання);
- нанесення на інші внутрішні поверхні труби та оголовків захисного складу ЗС-3.

Гідроструменеве очищення внутрішніх поверхонь труби виконують за допомогою апарату високого тиску «Kärher». Особливо ретельно очищують шви між каменями труби.



Вузел 1



дрібнозернистий бетон

Рис.1. Конструкція підсилення «труба в трубі»

Для основи гофрованих труб і нагнітання в міжтрубний зазор застосовують литу дрібнозернисту бетонну суміш оптимального складу із портландцементу ПЦ І-500 або ПЦ ІІ-А/Ш-400 із застосуванням добавки суперпластифікатора С-3. Такий склад у порівнянні з традиційними не розшаровується, швидше твердіє, що зумовлює його більш високу стійкість до вимивання одразу після нагнітання. При твердінні він піддається значно меншій усадці, а в затверділому вигляді має набагато більшу міцність і практично повну водонепроникність.

Нагнітання здійснюють за допомогою розчинонасоса і розчинопроводу, який з'єднується з ін'єктором в опалубці (рис.2 - 4).

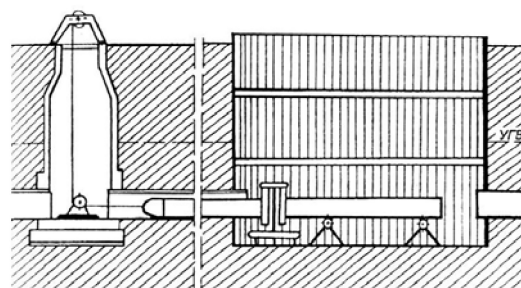


Рис.2. Протягування нових труб в споруду, що ремонтується

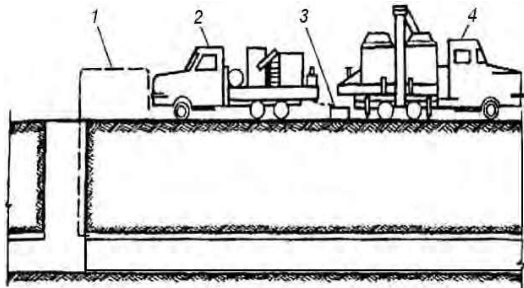


Рис.3. Нагнітання цементного розчину в між трубний зазор за допомогою комплекту обладнання КЦП-1

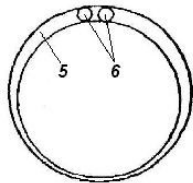


Рис.4. Схема розташування ін'єкторів при нагнітанні

Захисний склад ЗС -3 виготовляють безпосередньо перед використанням з урахуванням часу, необхідного для дозування компонентів, перемішування, нанесення. Склад ЗС-3 використовують при температурі навколишнього середовища не нижче  $+10^{\circ}\text{C}$  і не вище  $+35^{\circ}\text{C}$ . Перед нанесенням складу поверхню очищують від продуктів корозії, забруднень, жирів. Нанесення складу виконують за допомогою пересувного агрегату СО-92А повітряного розпилення (табл.2, рис.5) .

Таблиця 2

Характеристики	Фарборозпилювач			
	СО-6Б <sup>1</sup>	СО-19Б <sup>1</sup>	СО-71Б <sup>2</sup>	СО-123А <sup>3</sup>
В'язкість складу за ВЗ-4, с	15÷20	15÷20	30÷35	до 180
Продуктивність, м <sup>2</sup> /год	20	50	400	100
Витрата повітря, м <sup>3</sup> /хв.	0,04	0,04	0,2 (0,3)	0,3
Робочий тиск повітря, МПа	0,1÷0,2	0,2	0,4÷0,5	0,3÷0,4
Місткість бачка, л	0,12	0,8	0,7	—
Габаритні розміри, мм	150×56×250	172×138×245	165×93×360	155×45×215
Маса, кг	0,4	0,7	0,77 (0,68)	0,8

<sup>1</sup> тільки з наливним бачком; <sup>2</sup> з наливним бачком або фарбонагнітальним баком (значення характеристик в дужках);

<sup>3</sup> тільки з фарбонагнітальним баком, для шпаклювальних сумішей

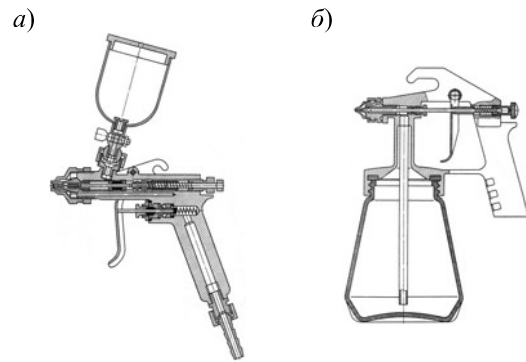


Рис.5. Ручні пневматичні фарборозпилювачі:

а – СО-6Б; б – СО-19Б

Нанесений на поверхню склад повинен являти собою щільне покриття товщиною до 1 мм.

Склад, після отвердження має адгезійну міцність понад 2 МПа.

**Висновки.** Таким чином, в роботі був зроблений аналіз різних варіантів конструктивно-технологічних рішень відновлення несучої здатності конструкції труби при капітальному ремонті. Він показав, що для випадку відновлення несучої здатності труби на Південній залізниці найбільш доцільно використовувати варіант труба в трубі. Для даного варіанту були запропоновані відповідні конструктивно-технологічні рішення.

#### Література

1. Відновлення експлуатаційних властивостей матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник / А.М.Плугін, О.А.Калінін,... А.А.Плугін та ін.- Харків: ХарДАЗТ, 1999.- Ч.1.- 117 с.; Ч.2.- 86 с.
2. Плугін А.А. К вопросу надежности, долговечности и безопасности бетонных и железобетонных конструкций и сооружений, эксплуатируемых в условиях обводнения // Безопасность движения поездов: Тр.V научно-практ. конф.- М.: МГУПС, 2004.- С.VII-11.
3. Плугін А.М., Трикоз Л.В., Плугін А.А. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів і конструкцій: Навчальний посібник.- Харків: ХарДАЗТ, 1999.- Ч.1.- 111 с.; Ч.2.- 134 с.

#### References

1. Restoration of operational properties: Textbook / A.M.Plugin, A.A.Kalinin ... A.A.Plugin and others- Kharkov: Khar DAZT, 1999.- part.1.- page 117; part.2.- page 86.
2. Plugin A.A. To a question of reliability, durability and safety of concrete and reinforced concrete structures and constructions operated under irrigation// Railway traffic safety: Scientific-practical conference – MGUPS,2004
3. Plugin A.M., Trikoz L.V., Plugin A.A. Physico-chemical mechanics of building materials and constructions Textbook Kharkov: Khar DAZT, 1999.- part .1.- page 111 ; part.2.- page 134.

**Возненко С.И., Фалендыш А.П. Упрочнение водопропускной трубы с использованием состава ЗС-3.**

*В статье рассмотрены вопросы упрочнения водопропускной трубы, которая находится под высоким насыпом на Южной железной дороге. Для этого сделан анализ существующих подходов для решения данного вопроса и экспертным методом было определено, что наиболее эффективным будет упрочнение по типу труба в трубе. Для этого вида упрочнения предлагается соответствующая методика.*

**Ключевые слова:** водопропускная труба, цементный раствор, защитный состав.

**Voznenko S.I., Falendysh A.P. Strengthening of culvert by using a compound ZS-3.**

*Questions connected with strengthening of the culvert are reviewed in this article. An analysis of existing approaches is made. This analysis will help to solve this issue. An expert method found out that the best and effective solution will be the strengthening of a construction. For this type of strengthening we recommend a suitable way. Under the conditions of inadequate funding infrastructure of railways of Ukraine raises the question of preservation artificial structures with limited resources to its replacement and repair. Exchange of artificial structures needs a lot of resources both material and human. Very often it leads trains to stop. The technology that was proposed will allow to repair artificial*

*structures without using a lot of resources. Movement of trains on the section during repair will not be stopped. The estimated cost of the repair compared with replacement of pipes is several times lower. It will be possible to use a renovated pipe without replacement for more than ten years. In strengthening pipe domestic metal materials and ZS-3 compounds are used. ZS-3 was developed at the Department BMKS of Ukrainian State University of Railway Transport. This compound has qualities that allow it to be fixed well on wet surface. It recommended itself very good while repairing artificial structures.*

**Key words:** culvert, cement mortar, protective composition.

**Возненко С.И.** – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Залізничних споруд» Українського державного університету залізничного транспорту, e-mail: vzeneks@rambler.ru

**Фалендыш А.П.** – д.т.н., професор, зав. кафедри «Тепло-техніки та теплових двигунів» Українського державного університету залізничного транспорту, e-mail: fap\_hiit@ukr.net.

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**

Стаття подана 11.03.2016