

Титар В.С., канд. техн. наук

## ПРОГРЕСИВНІ АСПЕКТИ ТЕХНОЛОГІЇ БУДІВНИЦТВА ДОРОЖНІХ ВОДОПРОПУСКНИХ ТРУБ

**Анотація.** Висвітлено сучасну технологію будівництва дорожніх водопропускних труб.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, водопропускна труба, залізобетон, гофрована металева труба.

**Аннотация.** Освещены современную технологию строительства дорожных водопропускных труб.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога водопропускная труба, железобетон, гофрированная металлическая труба.

**Annotation.** The modern technology of construction of road culverts.

**Key words:** road, culverts, reinforced concrete, corrugated metal pipe.

Будівництво залізобетонних водопропускних труб пов'язано з матеріаломісткістю конструкцій та значними потребами щодо транспортування їх елементів [1 – 3]. Трудомісткість операцій з'єднання та гідроізоляції окремих ланок труб свідчать про недосконалість таких проектних рішень та необхідності пошуку нових технологій. Певні досягнення в цьому напрямку уже здійснені: набуло поширення використання довгомірних елементів труб, при влаштуванні водопропускних труб впроваджують металеві гофровані або полімерні їх різновиди [4]. Нормативами на такі споруди дозволено зменшити довжину труби на підставі збільшення крутизни укосів насипу земляного полотна або встановлення підпірних стінок насипу [2, 3]. Позитивні якості гофрованих металевих труб такі: стійкість до механічної дії; зручність та компактність транспортування; здатність адаптуватись до змін ґрунту; високий опір корозії металу; простота монтажу. Однак будівництво металевих гофрованих труб повинно бути економічно доцільним та потребує поліпшення культури виконання робіт: внутрішня і

зовнішня поверхні водопропускних труб повинні мати захисне цинкове антикорозійне покриття, а часто навіть додаткове антикорозійне покриття з бітуму або полімеру [2]. Відсутність можливості вільного, безкоштовного доступу до використання нормативних документів в Україні сприяє використанню інформації, що базується на зарубіжних стандартах. В підсумку не виключена хибність щодо дотримання окремих положень українських стандартів при будівництві водопропускних металевих труб. Таким чином, обговорення питань будівництва водопропускних труб належить до актуальних проблем сьогодення.

Будівництво металевих гофрованих труб об'єднує такі види робіт:

- підготовка;
- розбивка;
- земляні роботи;
- транспортні роботи;
- влаштування основи;
- монтажні роботи;
- гідроізоляційні роботи;
- укріпні роботи [2].

Підготовчі роботи з будівництва металевої гофрованої труби об'єднують: вивчення всього пакета технічної документації щодо влаштування труби; безпосередній огляд місця влаштування труби та наявність під'їзних доріг до неї; геодезичні роботи; влаштування водовідводу від будівельного майданчика; облаштування бази (розміщення на будівельному майданчику вагончика, розміщення складів з матеріалами, доставка інвентаря, тощо); рекультивацію рослинного шару ґрунту; планування території будівельного майданчика; влаштування під'їздів.

Головним в технології влаштування гофрованої металевої труби є створення відповідної до проекту, цілісної споруди труба – ґрунтова призма засипки.

Інновації у виконанні перелічених робіт полягають у використанні лазерних геодезичних приладів та автоматизованої системи управління роботою землерийно-транспортних машин.

В залежності від вибраного способу монтажу труби на будівельний майданчик транспортують попередньо зібрані на полігоні секції труби або її елементи з заводу – виготовлювача [2,5]. Вантажно-розвантажувальні роботи виконують автомобільним краном та ланкою монтажників. Автомобільний кран повинен бути оснащений механізованим пристроєм для встановлення виносних опор. Критеріями вибору різновиду та потужності крану є: робочий виліт стріли крану; максимальна маса вантажу, який він здатний підняти при робочому вильоті стріли; висота підйому вантажу з урахуванням його габаритів. Продуктивна робота машини досягається за умови зменшення числа стоянок при монтажних роботах. Строповку секцій виконують пеньковим канатом або тросом з прокладками з брезенту, гуми чи інших матеріалів для захисту від пошкодження захисних покриттів елементів труб. Елементи та секції гофрованих металевих труб з додатковим захисним покриттям укладають на опорні бруски з закріпленими на них джгутами войлоку, паперу, просоченого бітумом або парафіном. На бортових автомобілях пакети гофрованих елементів труби встановлюють вертикально в один ряд на ребро. Суміжні пакети розділяють прокладками з дощок, покритих демпферним матеріалом. Стійкість пакетів забезпечують необхідним кріпленням, яке не спричиняє пошкодження гофрів при русі автомобілів. Підйом елементів труб забороняють за умови їх строповки за отвори в пакетах. Елементи труб опускають на місце зберігання плавно, без ударів. Пакети з гофрованих елементів мають масу близько 500 кг, а ящики – до 60 кг. Транспортування секцій доцільно виконувати автомобілями панелевозами, лісовозами, вантажними автомобілями з розпусками.

Основа під металеву гофровану трубу має чотири варіанти конструкцій: з влаштуванням верхньої частини подушки після укладання труби; з попереднім влаштуванням ложа труби; з відсипанням нульового шару і влаштуванням ложа; з заміною ґрунту. Незалежно від вибраного варіанту необхідно забезпечити рівномірне і надійне спирання труби на ґрунт, який має коефіцієнт ущільнення 0,98 (0,95 – у виключних випадках).

Підготовку основи виконують у такій послідовності:

- копання котловану на глибину заміни некондиційного ґрунту;
- укладання кондиційного ґрунту та ґрунту подушки;
- ущільнення ґрунту природньої основи та подушки під тіло труби;

- армування основи;
- нарізання ложа під тіло труби.

Прогресивним рішенням реалізації перелічених робіт є застосування в машинно-дорожньому загоні універсальних машин багатофункціонального призначення типу Боб Кет. Вони ефективно працюють в умовах обмеження площ, компактні, економічні, придатні для швидкої заміни робочих органів та копання мілких котлованів.

Котлован копають у напрямку від вихідного до вхідного отвору труби. Така організація робіт сприяє безперешкодному відведенню води за межі робочої зони. Подушку влаштовують у сухому котловані в два етапи. Спочатку відсипають нижню частину до рівня лотка водопропускної труби з дотриманням обрису кривої будівельного підйому труби.

Для влаштування подушки під трубу застосовують піски середньої крупності, гравелісті, щебенево-галькові та дресв'яно-гравійні ґрунти з уламками менше 50 мм[2].

Матеріал подушки або ґрунт заміни некондиційного його різновиду відсипають і ущільнюють шарами. Товщина шару визначається матеріалом для ущільнювання та способом ущільнення. Гравійно-піщану суміш або інший матеріал подушки транспортують автосамоскидами і розвантажують безпосередньо в котлован. За умови транспортування їх на малу відстань (до 5 км) доцільно використовувати транспортні візки. Розрівнювання виконують відвалами бульдозерів або універсальних машин. Спектр ущільнюючих машин досить широкий: котки з віброприводом, котки на пневмошинах, віброплощадки, вібротрамбівки. Якісного укочування не досягають при ущільненні матеріалу подушки пропуском одних лише завантажених автосамоскидів.

По завершенню влаштування подушки відсипають нульовий шар ґрунту за технологією будівництва подушки. Вирізання ложа під трубу здійснюють автогрейдером з профілювальним ножом. Допускають попередньо виконувати таку роботу бульдозером з наступною чистовою обробкою ложа під шаблон вручну з допуском відхилення в розмірах не більше 2-3 см.

Котловани під протифільтраційні екрани викопують паралельно з підготовкою основного котловану та заповнюють бетоном, глинощебенем, цементогрунтовою сумішшю з пошаровим ущільненням віброплитами. За умови відсипання нульового шару ґрунту на попередньо ущільнену основу її ущільнюють на ширину не меншу одного діаметра труби у кожен бік від труби [2,5].

Монтаж труби виконують на спланованій основі (або поряд) чи на полігоні. Збірку конструкції на будівельному майданчику починають з розміщення пакетів з гофрованими елементами та ящиків з кріпленнями на визначеному майданчику. Потім готують комплект інструментів, очищають від бруду та пилу поверхні гофрованих елементів. Монтаж виконують строго за монтажною схемою. Перед установкою болтів виконують центрування отворів в елементах оправкою. Листи лоткової частини скріплюють болтами в поздовжніх і поперечних стиках без затягування болтів. На елементах лоткової частини гайки розміщують з внутрішнього боку труби, а на склепінні із зовнішнього боку. Збирання виконують з початковою мінімальною кількістю болтів. Спочатку встановлюють 2-3 болти в середній частині стиків, після стягування з'єднань трьох елементів довгими монтажними болтами. Останні замінюють по завершенні робочої операції звичайними болтами. Вслід за наживленням болтів в черговій ланці продовжують збирання наступної ділянки труби, а в попередній ланці встановлюють і затягують всі болти. Поздовжні стики в парних ланках розташовують по одній лінії як і непарні стики. Поздовжні стики в ланках взаємно зміщують на величину кратну кроку отворів поперечних стиків. Збирання конструкції труби виконують нарощуванням стандартними елементами поланково або викладанням нижніх елементів на всю довжину труби шляхом з'єднання їх болтами в середній частині, а потім монтують склепіння. Роботи з установки секцій виконують автомобільним краном. Стропи розміщують на відстані трьох четвертів від торців секцій та з використанням запобіжних прокладок. Монтаж завершують підтягуванням всіх болтових з'єднань динамометричним ключем.

Додатковий захист металевої гофрованої труби призначають на підставі інформації щодо агресивності води, ґрунтів основи та насипу земляного полотна. Додаткові захисні покриття наносять в заводських умовах або на

будівельному майданчику. У випадку використання ґрунтів для засипання труби розміром часток від 30 мм – до 50 мм трубу огортають геосинтетичним матеріалом, щоб запобігти механічному пошкодженню цинкового покриття. Вибір геосинтетика виконують на підставі техніко-економічного порівняння можливих варіантів. Додатковий захист труби виконують в наступній послідовності: підготовка оцинкованої поверхні труби; ремонт пошкоджень на поверхні труби; фарбування – нанесення ґрунтовочного покриття; нанесення покривних шарів; просушування кожного шару покриття.

Підготовка поверхні труб до нанесення полімерних матеріалів рекомендується в такій послідовності:

- очищення металевої поверхні;
- піскоструменеве очищення пошкоджених та непокритих поверхонь труби;
- легке піскоструменеве очищення металізованого покриття всієї труби;
- відновлення пошкоджених ділянок поверхні;
- нанесення ґрунтовки на всю поверхню.

Оптимальні умови роботи піскоструменевого пристосування: тиск стисненого повітря встановлюють рівним 0,5-0,6 МПа, сопло установки розташовують під кутом 75 °С на відстані від поверхні труби 15-20 см.

Після укладання труби в проектне положення на спрофільоване ложе перед влаштуванням ґрунтової обойми ґрунт підсипають у проміжки між поверхнею нижньої частини споруди і ґрунтовим ложе. Ущільнення його виконують ручними вібротрамбівками з підштиковкою шуровками в западинах гофрів. Трамбівки не наближають до гребенів гофрів на відстань менше 5 см. У варіанті встановлення труби на плоску поверхню основи підсипний ґрунт повинен охоплювати споруду в зоні не менше 120°. Технологія підсипання і ущільнення ґрунту подібна вище описаній при спрофільованому ложе [2,5].

Трубу засипають ґрунтом не пізніше ніж за три доби після завершення робіт з нанесенням додаткового захисного покриття. Засипку ґрунтом виконують пошарово з обох боків горизонтальними шарами товщиною по 20 см. Випередження щодо засипання ґрунтом труби з будь-якого боку допускають не більше одного шару. Шари ущільнюють пневмотрамбівками або електротрамбівками масою не менше 200 кг за 4 проходи по одному сліду

в межах 2 м від стінок труби. Відстань від контуру машин, які відсипають і ущільнюють ґрунт, до вертикальної дотичної площини труби повинна бути не менше 1 м. Зверху трубу засипають на висоту не менше 0,5 м. Ґрунт засипки ущільнюють до коефіцієнта ущільнення від 0,98 до 0,95. Перед відсипанням і ущільненням ґрунту для усунення деформацій поперечного перерізу труби її розкріплюють тимчасово брусками з кроком 5,0 м. Контроль поперечних і поздовжніх деформацій труби виконують геодезичними інструментами. Ущільнення ґрунту біля стінок та в гофрах виконують з допомогою віброплит або трамбівок, які наближають не ближче 5 см до гребенів гофрів. Ґрунт відсипають шарами у напрямку від споруди вздовж всієї її довжини.

Ущільнення біля труб починають з найвіддаленіших ділянок, поступово наближаючись до стінок труби. Ущільнення безпосередньо біля труби починають за наявності упору з відсипаного ґрунту такого ж рівня з протилежного боку труби.

### Література

1. ДБН В.2.3 – 14 – 2006. Споруди транспорту. Мости і труби. Правила проектування. – К. : Мінархітектури та житлово-комунального госп-ва, 2006. – 359 с.
2. ВБН В.2.3 – 218 – 198: 2007. Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування. – К. : Державна служба автодоріг України (Укравтодор), 2007. – 51 с.
3. СОУ 45.2 – 00018112 – 045: 2010. Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд з пластикових труб на автомобільних дорогах загального користування. – Київ : Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2010 – 43 с.
4. Розрахунок та будівництво залізобетонних водопропускних труб: навчальний посібник / В.К. Жданюк, В.П. Кожушко, О.Г. Кіслов, В.С. Титар. – Харків : ХНАДУ, 2011. – 200 с.
5. Подвальный Р.Е.,Потапов А.С., Янковский О.А. Технология строительства металлических гофрированных водопропускных труб. – М. : Транспорт, 1978. – 78 с.