

УДК 624.191.2

д.т.н., доцент Зуєвська Н.В.,
Стовпник С.М., Денісова Л.В.,
Національний технічний університет України «КПІ»

ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЕНСУЮЧИХ СИСТЕМ УЩІЛЬНЕННЯ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ОБРОБКИ КОЛЕКТОРНИХ ТУНЕЛІВ ПРИ МІКРОТУНЕЛЮВАННІ.

Представлені конструктивні рішення між елементами обробки каналізаційного колектора для прокладки криволінійних трас при мікротунелюванні в умовах щільної міської забудови.

Ключові слова: мікротунелювання, зусилля продавлювання, обробка, експлуатаційні навантаження, тріщинотворення.

Для безтраншейної прокладки мікротунелювання широко використовуються полімербетонні, залізобетонні, керамічні, склопластикові і азбестоцементні труби будь-якого необхідного діаметра. Для стикування труб застосовуються спеціальні манжети, щоб уникнути проникання води зовні через стикові з'єднання [1].

Труби діаметром 1200 і 1500 мм поставляються на будмайданчики укомплектованими розтрубами із сталі 09Г2С, гумовими кільцями Р-1 - Р-6 і компресійними кільцями з ДВП КК-Д1, КК-Д2 (рис.1).

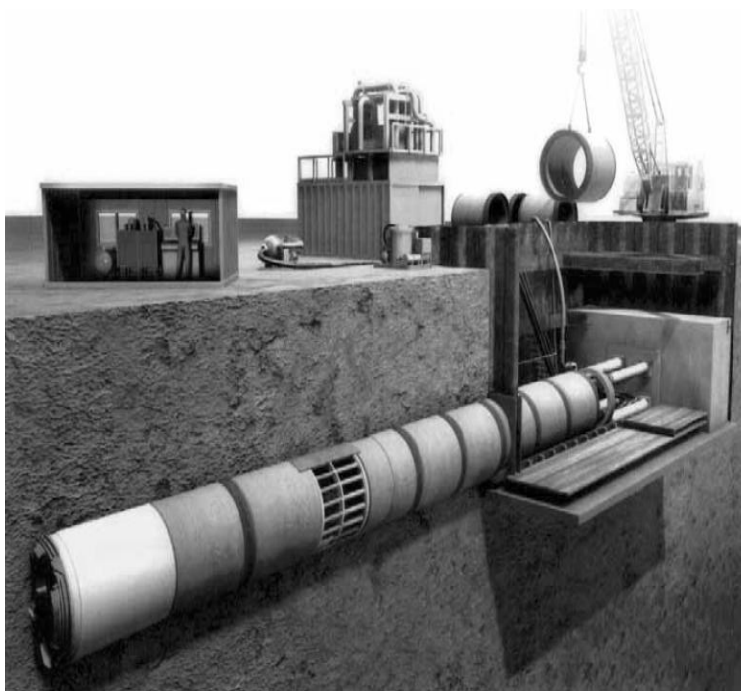


Рис. 1. Улаштування буд майданчика при мікротунелюванні.

Гумові елементи імпортного виробництва - призначені для ущільнення стиків труб та приєднання деталей до них, які використовуються для прокладання напірних трубопроводів у системах транспортування води, в тому числі господарсько-питного призначення, а так само промислових і фекальних рідин, які мають кислотно-лужну основу з РН 6-8 (рис.2). Кільця використовуються при температурі від -15°C до 60°C і тиску до 1,6 Мпа (16 кгс см²).

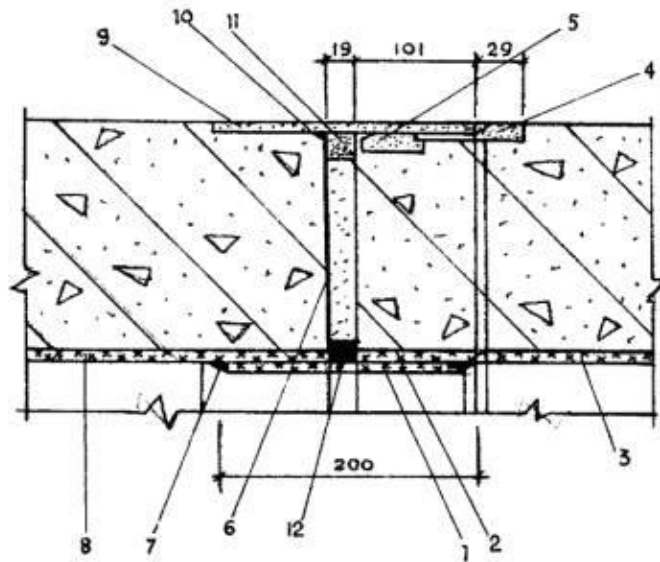


Рис. 2. Конструкція стику труб діаметром 1200 і 1500 мм:

1 - поліетиленовий лист, зварюваний після монтажу труб; 2 - кільце компресійне КК-Д1 (КК-Д2); 3, 8 - поліетиленова оболонка, 4 - гумове кільце Р-2 (Р-5); 5 - гумове кільце Р-3 (Р-6); 6 - клей, який застосовується після монтажу труб; 7 - екструзійний зварений шов з поліетиленовим шнуром; 9 - металева обчіайка; 10, 12 - герметик силіконовий; 11 - гумове кільце Р-1 (Р-4) (у дужках дані виноска для труб ТЗ 150.30-4М-П, ТСМ 150.30-5М-П; винесення, зазначені без дужок, однакові для всіх типів труб).

Однак накопичений досвід показує, що конструкція стикових з'єднань є недосконалою, ущільнювачі не забезпечують достатньої герметичності, кожен стик або поворот це потенційне місце протікання каналізації і крім того, додатковий опір для рідких і особливо для твердих відходів, що призводить до порушення конструкції (рис.3).

На криволінійних ділянках траси розподіл зусиль продавлювання між окремими елементами обробки і рівнодіючі цих зусиль є прикладеними до торцевих перерізів обробки з різними ексцентриситетами залежно від кривизни траси. Зсув рівнодіючих відносно центральної осі елемента обробки та поява позацентрових зусиль продавлювання відбувається в результаті розвороту елементів обробки на криволінійних ділянках.



Рис.3. Фотографії руйнування торцевої частини обробки у вигляді відколу, зафіксовані при вході обробки в першу криволінійну ділянку.

При розрахунках обробки повинні враховуватися такі основні навантаження і впливи, що визначають їх конструктивні рішення[2]:

- Експлуатаційні поперечні навантаження щодо поздовжньої осі тунелю (гірський тиск, власна вага обробки, від транспорту на земній поверхні, рідини, що транспортується в напірному і безнапірному режимах, вплив підземних вод);

- Монтажні поздовжні навантаження у вигляді сил тертя по бічній поверхні обробки безпосередньо залежать від контактного тиску між обробкою та ґрунтовим масивом, який, у свою чергу, визначається експлуатаційними поперечними навантаженнями.

Для аналізу процесів деформування й руйнування обробки на криволінійних трасах мікротунелювання розглянемо реактивні контактні навантаження з боку ґрунтового масиву, виходячи з наступних припущень. Розворот елемента обробки 7 перед входом у криволінійну ділянку з радіусом кривизни R відбувається з переднім розкритим стиком, вихід із криволінійної ділянки елемента обробки 3 з радіусом кривизни R відбувається із заднім розкритим стиком. На криволінійній ділянці з постійним радіусом кривизни R елемента обробки 6-5-4 мають передній і задній розкриті стики (рис.4).

При цьому кут розкриття зазначених стиків φ пов'язаний з радіусом кривизни R і довжиною трубчастого елемента обробки l співвідношенням:

$$\varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \frac{l}{R}$$

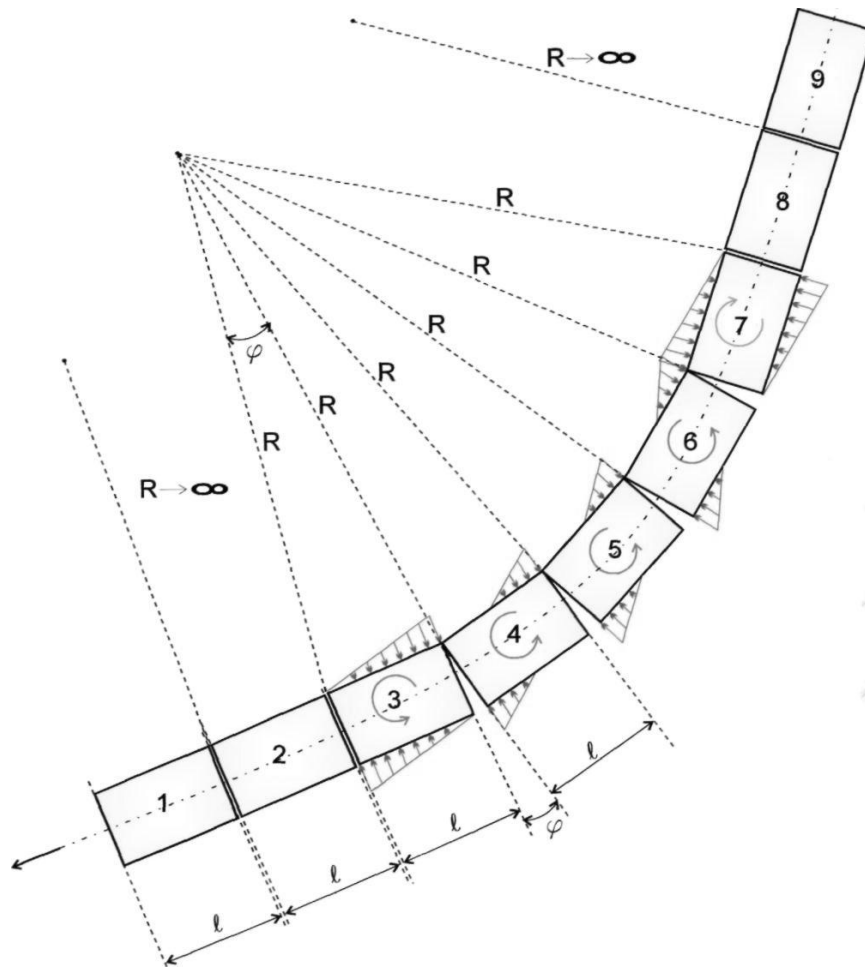


Рис. 4. Схематичне зображення формування невірноважених моментів зусиль продавлювання і реактивних моментів, що врівноважують, з боку ґрунтового масиву, які утворюються реактивними контактними тисками з боку ґрунтового масиву на криволінійній трасі [3].

Щоб забезпечити продавлювання обробки та компенсувати поздовжні навантаження на криволінійній ділянці в слабких водонасичених ґрунтах пропонується використання компенсаційних вставок у вигляді гумової обойми (рис.5). Обойми виготовляють із щільної термо-, світло-, озono-, морозостійкої гуми на основі етиленпропіленового каучуку (EPDM) з внутрішніми ребрами жорсткості, що дозволяють змінювати форму на криволінійних ділянках, забезпечують розширений діапазон робочих температур (від -50°C до $+80^{\circ}\text{C}$), гнучкість і еластичність при негативних температурах, високу хімічну стійкість, довговічність, екологічну безпеку, сприяє скороченню терміну монтажу, а так само виключає матеріальні витрати пов'язані з використанням додаткових матеріалів для зачеканки швів на відміну від раніше згаданих гумових ущільнювачах між стиками обробки та муфтами.

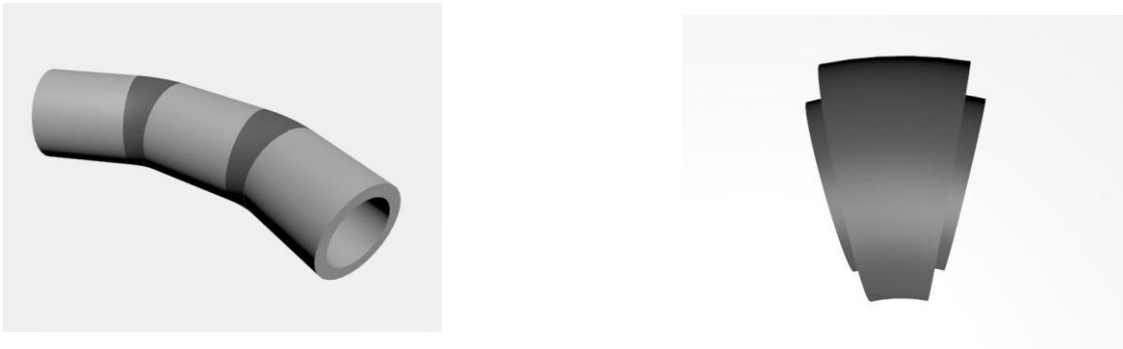


Рис.5. Форма компенсаційної вставки у вигляді гумової обойми після введення її на криволінійну ділянку.

У результаті застосування таких вставок досягається зміщення рівнодіючої зусиль продавлювання практично до поздовжньої осі елемента обробки і величина невірноваженого моменту і як наслідок величина врівноважуючого моменту з боку породного масиву стають незначними, тобто необхідність створення опору з боку навколишнього ґрунтового масиву не виникає також, на криволінійних ділянках траси, максимальні стикові напруги σ_{\max} без застосування гумових обойм значно вище ніж стикові напруги σ_{\max} при застосуванні обойм, що призводить до зниження монтажних навантажень майже в 3 рази (рис.6).

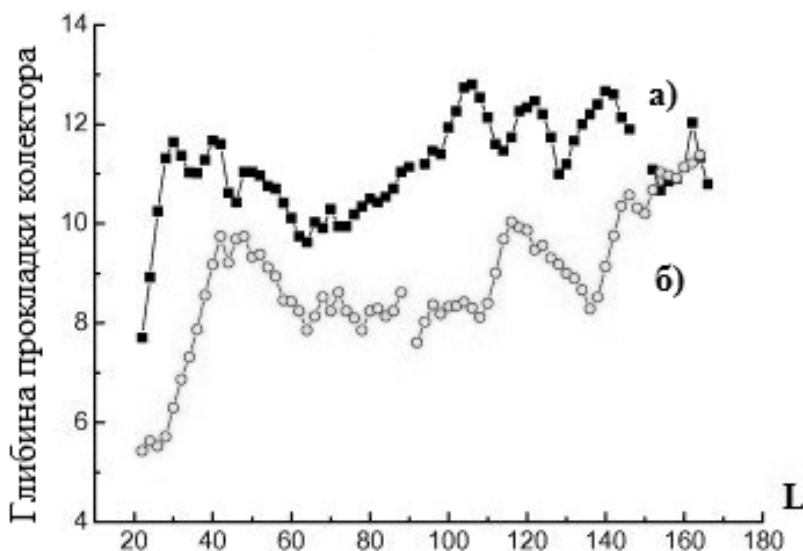


Рис.6 – Залежність максимальних стикових напруг від глибини прокладання і довжини проходки L колектора: а) без застосування гумових обойм, б) з використанням гумових обойм.

Технологія мікротунелювання з застосуванням компенсаційних вставок дозволяє конструктивно захистити не тільки несучу залізобетонну трубу, але і її ізоляцію, істотно збільшуючи терміни експлуатації труб із залізобетону. Дана

перевага в свою чергу значно економить грошові витрати на капітальний ремонт.

Висновки:

Для компенсації надлишкових експлуатаційних навантажень на торцях обробки запропоновано застосування компенсаційних вставок у вигляді гумової обойми, що забезпечує запобігання руйнування торцевих частин секційної обробки, дозволяє підвищити термін експлуатації колекторних тунелів.

Проходка мікротунелів в умовах слабких водонасичених ґрунтів має свою специфіку, вимагає ретельного геотехнічного розрахункового обґрунтування на стадії проектування і повинна проводитися під контролем фахівців-геотехніки.

Література:

1. Б.В. Ляпидевский, канд. техн. наук, Ю.И. Бушмиц, А.Б. Вальнищев, Л.Н. Котова, А.В. Никитин, В.В. Иванов, Г.П. Родина, П.С. Матвеев, А.В. Безруков, С.С. Куликов, В.А. Государев, В.В. Аладьин ООО«Интерстройсервис ИНК» Строительная наука «Освоение опытно-промышленного производства и внедрение систем уплотнения, в том числе с использованием водонабухающих резин отечественного производства для железобетонных элементов обделки коллекторных тоннелей при щитовой проходке и микротоннелировании.»
2. ДБН В.1.2-2: 2006. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования.
3. Ресслер У.В. Обоснование нагрузок на обделку тоннелей при микротоннелировании. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Фонды МГГУ, 2006.

Аннотация

В статье представлены конструктивные решения между элементами обделки канализационного коллектора для прокладки криволинейных трасс при микротоннелировании в условиях плотной городской застройки.

Abstract

The paper presents the design decisions between processing elements for the construction of sewer collection lines with curved microtunnelling in the urban environment.