

УДК 624.05

**Менейлюк А.І.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури

**Петровський А.Ф.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури

**Борисов О.О.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури

**Кирилюк С.В.**

Одеська державна академія будівництва та архітектури

## ВЛАШТУВАННЯ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНОГО ЕКРАНА ДЛЯ ЗАХИСТУ ПІДЗЕМНОГО ПРОСТОРУ ВІД ПІДТОПЛЕННЯ

*Розглянуто влаштування протифільтраційних завіс із застосуванням горизонтально спрямованого буріння. Використання протифільтраційних екранів для захисту від підтоплення. Розроблена технологічна карта для влаштування протифільтраційного екрана. Представлені основні технологічні процеси виконання робіт. Наведено техніко-економічні показники влаштування протифільтраційного екрана.*

**Ключові слова:** протифільтраційний екран, захист від підтоплення, горизонтально спрямоване буріння, технологічна карта, техніко-економічні показники.

**Постановка проблеми.** Останнім часом усе гостріше стає проблема підтоплення ґрунтовими водами підвальних приміщень і підземних споруд. Основною причиною підтоплення територій є господарська діяльність людини. Процеси підтоплення призводять до численних негативних наслідків: погіршення санітарного стану територій (внаслідок затоплення смітників, вигрібних ям, розмноження гризунів і комах), деградації екосистем, забруднення поверхневих і підземних вод.

Підйому ґрунтових вод сприяють витoki з водогінних мереж, відсутність водовідведення в районах індивідуальної забудови, дощова каналізація, що погано працює. Разом із витокami росте живлення ґрунтових вод, підтоплення прогресує, побудованих локальних дренажів уже недостатньо для захисту всієї території. Різко погіршується екологічна ситуація, затоплені підвали, льохи, вигреби, смітники.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним зі способів захисту від підтоплення є влаштування протифільтраційних екранів. В основному екрани влаштовуються відкритим способом [1–3], однак він більше підходить для нового

будівництва і переносу об'єктів будівництва. Цілу низку вищезгаданих споруд не можна або не доцільно переносити й осушати.

Технологія влаштування горизонтального протифільтраційного екрана закритим способом із застосуванням технології горизонтально спрямованого буріння (далі – ГСБ) може застосовуватися для захисту споруд і будинків від підтоплення [4; 5].

**Постановка завдання. Метою статті** є аналіз застосування технології ГСБ для влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів, які перспективно використовувати для захисту будинків і споруд від підтоплення.

Розроблення технологічної карти влаштування горизонтального протифільтраційного екрана з використанням технології ГСБ.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Є три основні технології створення протифільтраційного екрана в ґрунті, які засновані на бурінні спрямованих свердловин криволінійної форми за допомогою устаткування ГСБ і подальшого влаштування екрана трьома способами.

Перший – це розрізання ґрунту між свердловинами з одночасним заповненням порожнини протифільтраційним матеріалом. Для цього в

Науково-дослідному інституті будівельного виробництва (м. Київ) під керівництвом А.М. Галинського розроблене спеціальне устаткування [6].

Другий спосіб передбачає використання струменевої (Jet) технології для утворення порожнин між напрямними свердловинами й одночасне їхнє заповнення протифільтраційним матеріалом [7].

Третій спосіб влаштування протифільтраційного екрана – це так званий ін'єкційний спосіб [8]. Ін'єкційна технологія влаштування протифільтраційного екрана полягає в нижчезазначеному. Під спорудою з денної поверхні за допомогою бурової установки розбурюють ряд паралельно розташованих щодо підшови споруди свердловин. Після цього нагнітають у них закріплюючі або протифільтраційні розчини.

Розроблено технологічну карту комплексу робіт на влаштування протифільтраційного екрана в закритий спосіб для захисту споруд від підтоплення. Конструктивна споруда з розмірами в плані 32 x 50 м і глибиною підземної частини 3 м. Ґрунт представлений у вигляді суглинку з уламками скельних порід.

Горизонтальний протифільтраційний екран створюється під спорудою і обгинає її підземну частину. Сумарна площа всіх елементів протифільтраційного екрана становить 3 186 м<sup>2</sup>.

До складу робіт з даного об'єкта входять:

- пілотне буріння свердловин за заданою проектом траєкторією;
- розширення свердловин і затягування в них струминного монітора;
- розроблення ґрунту високонапорними струменями розчину з одночасним заповненням порожнини протифільтраційним матеріалом;
- влаштування вертикальних елементів протифільтраційного екрана;
- влаштування замикаючих елементів протифільтраційного екрана.

Буріння свердловин здійснюють методом горизонтально спрямованого буріння установкою Navigator D7x11 Series II фірми "Vermeer".

Організація і технологія виконання робіт. Влаштування такого типу екрана складається із двох окремих технологій. Перша – це влаштування горизонтального екрана за допомогою ГСБ і стру-

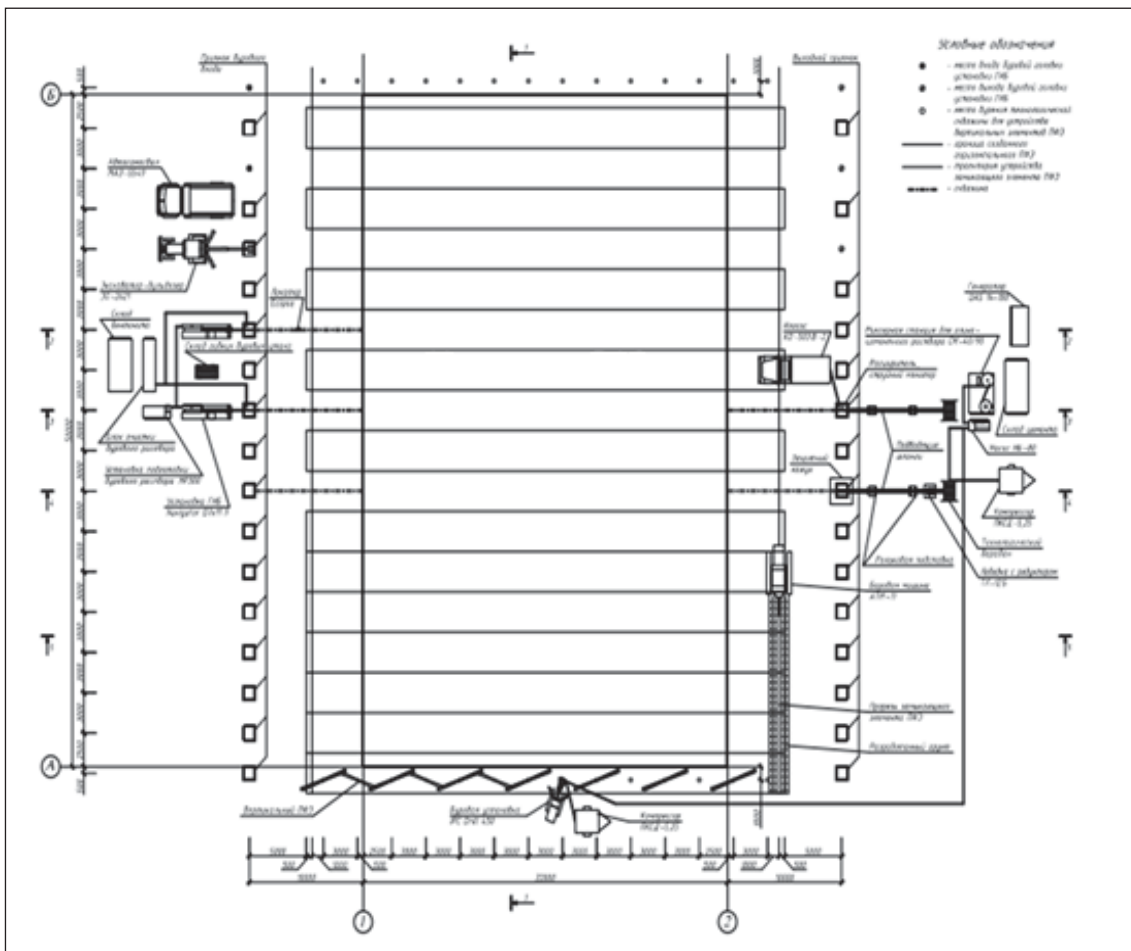


Рис. 1. Схема влаштування протифільтраційного екрана

меневого монітора, а друга – влаштування вертикальної протифільтраційної завіси в традиційний спосіб. На рис. 1 показана схема влаштування екрана за інноваційною технологією.

На схемі ми можемо побачити, що технологічне устаткування розміщується обабіч споруди. Ліворуч на рисунку розташована машина для ГСБ, за допомогою якої прокладаються пілотні свердловини з подальшим розширенням до діаметра струминного монітора, а праворуч – обладнання для протягання струминного монітора з одночасним утворенням самого екрана.

Усі роботи з розміщення технологічного устаткування та створення напрямних свердловин виконуються за відомою технологією буріння. Прокладена пілотна свердловина діаметром 90 мм. Свердловина влаштовують на глибину 5 м. Довжина свердловин становить 53 м. Буріння роблять зі швидкістю 3 м/хв. Варто докладніше зупинитися на роботах, пов'язаних із використанням струминного монітора. По завершенню пілотного буріння свердловину розширюють до діаметра 150 мм за один прохід з одночасним затягуванням струминного монітора зі швидкістю 2 м/хв. (рис. 2). Водночас бурова головка від'єднується від бурових штанг і замість неї приєднується розширник зворотної дії. За ним, через спеціальний шарнір і перехідник, до петлі приєднується струминний монітор, який затягується у свердловину водночас з її розширенням.

Для забезпечення безперешкодного протягання об'єкта через розширену свердловину діаметр повинен на 25–30% перевищувати діаметр об'єкта.

Протифільтраційний екран під спорудою створюють із застосуванням технології струминної цементації ґрунтів. Сутність її полягає у викорис-

танні енергії струменя високого тиску розчину для розроблення ґрунту й одночасного заповнення порожнини протифільтраційним матеріалом, водночас відбувається перемішування ґрунту з розчином. Для цього застосовується устаткування, основну частину якого становить струминний монітор (рис. 3) із розміщеними на його поверхні рідинними насадками (соплами). Призначення соплел – перетворення високого тиску розчину, що розвивається цементувальним насосом, на кінетичну енергію струменя. До верхнього торця монітора приєднують трубопроводи. Для підвищення ефективності дії струменя монітори оснащуються додатковим соплом. Воно виконується у вигляді кільцевого зазору навколо водяного сопла. Через цей зазор-насадку подається стиснуте повітря. Повітряна порожнина, що водночас утворюється, відокремлює струмінь від підземної води й бурового розчину й тим самим збільшує дальність його дії.

Перед початком робіт із застосуванням струминної технології повинні бути встановлені й підготовлені до роботи всі необхідні механізми й устаткування, а також приготовлений глиноцементний розчин.

Основні параметри струминної технології:

- портландцемент – М400;
- бентонітовий порошок – ПБМ-16;
- водоцементне відношення розчину – від 0,8 до 1,0;
- тиск нагнітання розчину – 6–10 МПа;
- продуктивність подачі цементного розчину – 7–10 м<sup>3</sup>/год.;
- тиск стиснутого повітря – 0,7 МПа;
- продуктивність подачі стиснутого повітря – 5,25 м<sup>3</sup>/хв.;

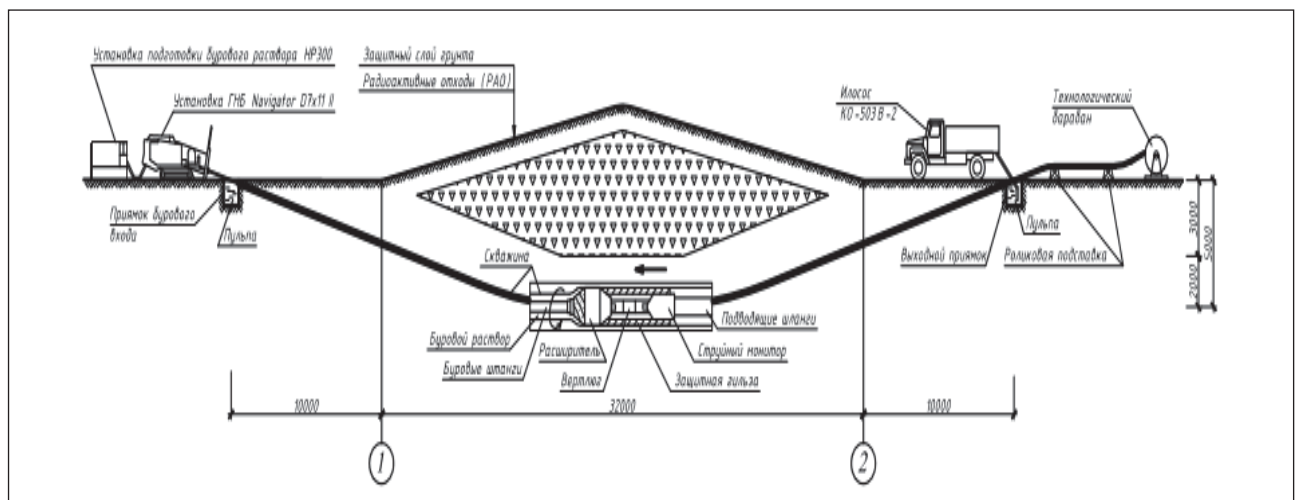


Рис. 2. Розширення свердловини і затягування в неї струминного монітора

- кількість сопел для розчину – 2 шт.;
- діаметр сопел – 3–5 мм;
- швидкість протягання монітора – 0,2<sup>-1</sup> м/хв.

Влаштування екрана в ґрунті здійснюють протяганням струминного монітора в напрямній свердловині за допомогою лебідки з одночасною подачею розчину, що твердіє. Струминний монітор осна-

щено двома діаметрально протилежними рідинними соплами, що дозволяє робити розмив ґрунту у двох протилежних напрямках. Отже, два струменя розчину під дією стисненого повітря розмивають у ґрунті порожнину і водночас заповнюють її протифільтраційним матеріалом. Після твердіння розчину в ґрунті утворюється секція протифільтраційного екрана товщиною 10–20 см і завширшки до 4 м.

Горизонтальний протифільтраційний екран влаштовують окремими секціями від свердловини до свердловини. Усього необхідно влаштувати 18 секцій. Влаштування екрана потрібно робити за двосторонньою глухою схемою, тобто для влаштування однієї секції необхідна одна шпара, з якої ґрунт розвивається у двох діаметрально протилежних напрямках. Суміжні секції треба розташовувати під кутом 140°. Це необхідно для забезпечення надійного змикання секцій. Відстань між технологічними свердловинами в карті дорівнює 3 м, розрахункова довжина секції – 3,2 м.

Екран за двосторонньою глухою схемою влаштовують у два етапи, спершу виконуються всі непарні секції, а потім – парні, що забезпечує належне стикування між секціями й запобігає виносу розчину з готових секцій.

Щоб уникнути виходу струменя розчину на денну поверхню, вихідний прямок необхідно накрити захисним металевим кожухом, а горизонтальний протифільтраційний екран варто влаштувати з розрахунком, щоб відстань від струменя розчину до денної поверхні становила не менш ніж 0,5 м. Для цього розчин у струминний монітор починають подавати на відстані 5 м від початку свердловини й припиняють подачу розчину на відстані 5 м від її закінчення. Для замикання горизонтального протифільтраційного екрана з денною поверхнею влаштовують замикаючі елементи протифільтраційного екрана.

Таблиця 1

Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування показника	Од. вим.	Кількість
1	Загальна трудомісткість робіт	людино-день	99,53
2	Витрати праці на одиниці об'єму	людино-день/м <sup>2</sup>	0,031
3	Виробіток на одного робітника в зміну	м <sup>2</sup> /см	35,4
4	Загальна тривалість будівництва	дні	23

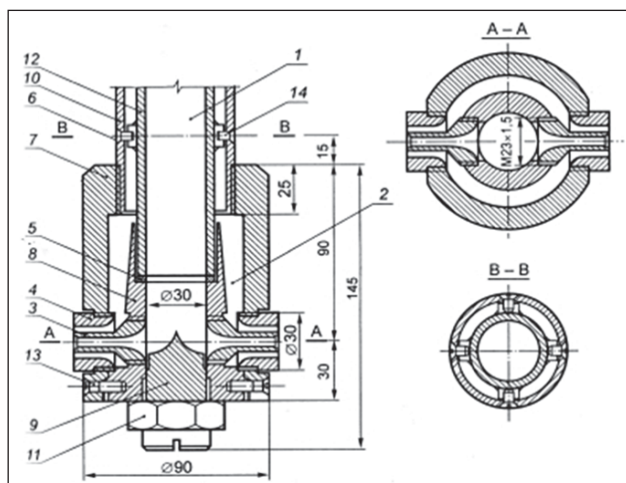


Рис. 3. Двокомпонентний струминний монітор:

- 1 – канал для подачі, рідини, що розмиває; 2 – канал для стиснутого повітря; 3 – насадка (сопло) для рідини, що розмиває; 4 – повітряна насадка (сопло); 5 – ущільнююче кільце; 6 – гніздо кріпильного гвинта; 7 – зовнішній корпус; 8 – внутрішній корпус; 9 – напрямна для потоку рідини; 10 – зовнішня труба для стиснутого повітря; 11 – гайка; 12 – внутрішня труба для рідини, що розмиває; 13 – регулюючий гвинт; 14 – гвинт кріплення

Висновки.

1. Проведений аналіз застосування технології ГСБ для влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів, які перспективні для захисту від підтоплень.
2. Розроблена технологічна карта дозволяє зробити протифільтраційний екран під наявними спорудами, у ґрунтах із твердими включеннями.

Список літератури:

1. Глебов В.Д., Лысенко В.П., Бельшев А.И. О долговечности полиэтиленовых противофильтрационных устройств грунтовых гидротехнических сооружений 184. Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 1979. Т. 128. С. 3–7.
2. Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов (СН 551–82). М.: Стройиздат, 1983. 40 с.
3. Косиченко Ю.М., Белов В.А. Новые конструкции полимерных противофильтрационных экранов. Гидротехника и мелиорация. 1987. № 11. С. 57–61.

4. Бойко Г.А., Азбель Г.Г., Никольская Г.Н. Применение тонких противofильтрационных диафрагм в условиях Белоруссии. Строительство и архитектура Белоруссии. 1980. № 4. С. 31.
5. Бунтман А.Д. Об использовании противofильтрационных завес для защиты котлованов от притока грунтовых вод. Энергетическое строительство. 1978. № 2. С. 86–87.
6. Способ устройства экрана под сооружением: пат. 35065А Украина: МКИ6Е02D29/00; заявл.05.08.1999; опубл. 15.03.2001. Бюл. № 2.
7. Спосіб улаштування екрана під спорудою: пат. 65550А Україна: МПК (2011.01) Є02029/00; заявл.12.05.2011; публік.12.12.2011. Бюл. № 23.
8. Спосіб улаштування протифільтраційної завіси під спорудою: пат. 91704 Україна: МПК (2014.01) Е02В3/00; заявл. 26.02.2014; опубл. 10.07.2014. Бюл. № 13.

#### **УСТРОЙСТВО ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО ЭКРАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ**

*Рассмотрено устройство противofильтрационных экранов с применением горизонтально направленного бурения. Использование противofильтрационных экранов для защиты от подтопления. Разработана технологическая карта для устройства противofильтрационного экрана. Представлены основные технологические процессы производства работ. Приведены технико-экономические показатели устройства противofильтрационного экрана.*

**Ключевые слова:** *противofильтрационный экран, защита от подтопления, горизонтально направленное бурение, технологическая карта, технико-экономические показатели.*

#### **CREATION OF THE ANTIFILTRATIONAL SCREEN FOR PROTECTION OF UNDERGROUND SPACE AGAINST FLOODING**

*The device of antifilter curtains with application of Horizontal Directional Drilling. Use of antifilter screens to protect against flooding. The technological card for the device of an antifilter screen is developed. The main technological processes of production work are presented. The technical and economic indicators of the antifilter screen device are given.*

**Key words:** *antifilter screen, protection against flooding, horizontal directional drilling, technological map, technical and economic indicators.*