

А. Ф. Петровський
О. О. Борисов
І. М. Бабій

ВЛАШТУВАННЯ ПРОТИФІЛЬТРАЦІЙНОГО ЕКРАНУ НА ОСНОВІ ІН'ЄКЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ПІД СТАВКОМ- ВІДСТІЙНИКОМ У М. КИЄВІ

Одеська державна академія будівництва та архітектури

У публікації показано, що в Україні, на багатьох об'єктах є актуальним питання захисту підземного простору від агресивного впливу речовин, що просочуються в ґрунтові води в місцях з глибоким заляганням водотривкого шару. Класичні методи не можуть в повній мірі вирішити такі питання. Для вирішення такої проблеми наведена розроблена авторами ін'єкційна технологія влаштування протифільтраційного екрану, яка виконана в натурних умовах під ставком-накопичувачем стічних вод у м. Києві. Показані основні загальні принципи проектування технологій влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів під існуючими спорудами за розробленими рішеннями. Досить детально відображено увесь технологічний процес виконання горизонтального протифільтраційного екрану на основі ін'єкційної технології з використанням установок горизонтально-направленого буріння і модифікованих цементних розчинів.

Ключові слова: горизонтальний протифільтраційний екран, водопроникність, ін'єкція, горизонтально-направлене буріння, водотривкий шар.

Вступ

Проблема влаштування протифільтраційного екрану (ПФЕ) під спорудами є актуальною досить давно. Наразі більшість споруд, такі як ставки-накопичувачі стічних вод, відстійники, сховища, природні водойми, сміттєзвалища, бурові майданчики і відвали споруджені без достатнього забезпечення їх герметичності або і зовсім без неї. Наслідок цього – фільтрація шкідливих речовин в ґрунті [1, 2]. Вирішення проблеми локалізації таких джерел забруднення ґрунтів, запобігання поширенню техногенних стоків і підтоплення територій і заглиблених споруд сьогодні вирішуються із застосуванням технологій зведення вертикальних протифільтраційних екранів, які, для забезпечення ефективної роботи, повинні бути, як правило, заглиблені в водотривкі шари ґрунтів [3, 4]. У той же час, в більшості випадків спостерігається відсутність водотривкого шару або його розташування на практично недосяжній глибині. Тому для запобігання поширенню забруднених стоків потрібно влаштування штучного горизонтального ізоляційного екрану з застосуванням нових технологічних рішень. Однак, в багатьох випадках, запропоновані чисельні способи влаштування протифільтраційних екранів показали низьку економічну і екологічну ефективність [5].

Основна частина

Одним із способів влаштування протифільтраційного екрану в ґрунті під існуючим джерелом забруднення є інноваційна ін'єкційна технологія, що запропонована авторами.

Розроблені загальні принципи проектування технологій влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів під існуючими спорудами за розробленими рішеннями мають наступні етапи виконання робіт:

- організація виконання робіт;
- вибір установок горизонтально-направленого буріння (ГНБ), які можуть бути застосовані для влаштування горизонтальних екранів;
- приготування бентонітового розчину для влаштування горизонтальних свердловин;
- влаштування горизонтальних свердловин під спорудами за допомогою установки ГНБ;
- приготування ін'єкційних розчинів для горизонтальних екранів;
- затягування труб-ін'єкторів в свердловини, з подальшою промивкою, підключенням до розподільних елементів і нагнітання за допомогою насоса ін'єкційних складів в ін'єктори;
- затягування струменевого монітора з одночасною подачею твердіючого розчину в свердловину.

Прикладом такого рішення є влаштування протифільтраційного екрану в ґрунті під ставком-

накопичувачем стічних вод у м. Києві. Будівельна експертиза встановила, що у гідроізоляції басейну закінчився розрахунковий експлуатаційний період, виникла серйозна загроза забруднення підземного простору. З огляду на те, що немає можливості перенести даний басейн в інше місце або осушити його та провести ремонтні роботи, було прийнято рішення зробити додаткову гідроізоляцію під спорудою. Однак відомі традиційні способи влаштування ізоляційного шару для вирішення цієї проблеми виявилися неможливими. Питання вирішувалося шляхом будівництва під ставком-накопичувачем стічних вод протифільтраційного екрана за однією з розроблених авторами технологій.

На основі попередніх досліджень, та враховуючи властивості матеріалу даного екрана, з огляду на умови місцевості і рекомендації будівельної компанії, було вирішено виконати протифільтраційний екран по ін'єкційній технології на базі модифікованого цементного розчину.

Перед початком виконання робіт було проведено геологічні пошуки, які показали склад і глибину залягання необхідних для нас шарів ґрунту.

Геологічний склад основи складають такі шари у порядку їх залягання згори вниз:

- ІП 1. Пісок кварцовий, світло-жовтий маловологий, середньої щільності. Потужність шару становить 0,8 м;

- ІП 2. Супісок легкий, середньої щільності. Потужність шару становить 0,8-5,4 м.

Для цього об'єкту було розроблено організаційно-технологічну схему виробництва будівельних робіт (рис. 1) та технологічну карту. Карта передбачає виконання екранів в ґрунтах I ... III групи за складністю розробки, у тому числі і водонасичених, а також у ґрунтах, які мають тверді включення.

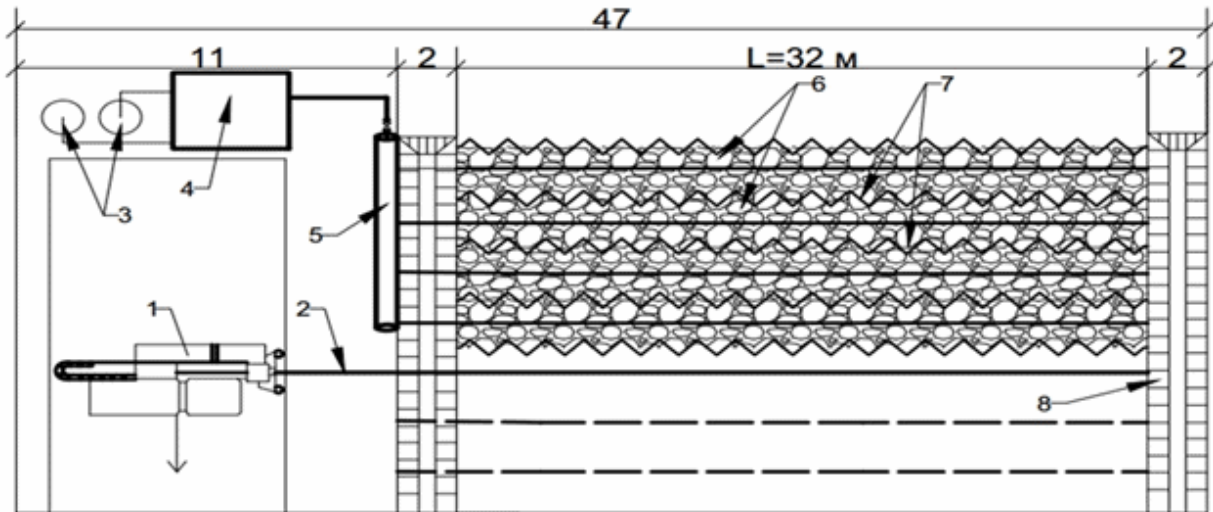


Рисунок 1 – Схема виконання робіт: 1 - установка горизонтально-направленого буріння; 2-бурові штанги; 3-емності компонентів ін'єкційного розчину; 4-змішувальна і насосна установки; 5 - розподільний елемент; 6 - ін'єктори; 7 - захисний екран; 8 - прямик бурового виходу; 9 - прямик бурового входу

На розробленій технологічній схемі виробництва робіт (рис. 1), показана послідовність основних і допоміжних будівельних процесів. Об'єкт був розділений на захватки. На першій захватці показано буріння пілотних свердловин, з наступним затягуванням і влаштуванням в них ін'єкторів. Потім ін'єктори підключаються до розподільного елемента з універсальним вимірником тиску і витрати ін'єкційного розчину. Після приєднання, поки на першій захватці проводиться процес ін'єкції, на другий захватці буряться пілотні свердловини. В подальшому ін'єкційне обладнання переміщують на наступну захватку. За вище описаною схемою було виконано роботи на усю площу споруди, що ізолюють.

Улаштування екрана під спорудою відповідно до розроблених автором технічних рішень [6, 7] виконувалося на базі горизонтальних свердловин методом ГНБ. Тому в технологічному процесі будівництва горизонтального екрана в якості ведучої машини використана установка ГНБ, але не тільки для буріння паралельних горизонтальних свердловин, а також для протягування і розміщення в проектних положеннях ін'єкторів.

Після проведення розрахунків з визначенням необхідних тягових зусиль, а також інших параметрів буріння була підібрана ведуча машина (ГНБ) для виконання робіт. Серед трьох основних класів таких машин, була обрана машина класу МІНІ, так як технічні характеристики,

задовольняють необхідним параметрам буріння та протягання ін'єктора у свердловину. Технічні характеристики даної бурової установки представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики установки ГНБ Navigator D36x50 Series II

№	Показники	Од. вимірювання	Величина
1.	Тягове зусилля	т	16,32
2.	Максимальний обертаючий момент	Нм	6772
3.	Максимальна довжина буріння	м	380
4.	Діаметр пілотного буріння	мм	60
5.	Максимальне розширення	мм	600
6.	Кут входу бурового інструменту в ґрунт	град.	10-20
7.	Обсяг подачі бурового розчину	л/мин	189
8.	Довжина бурових штанг	см	305

Улаштування протифільтраційного екрана під басейном-накопичувачем стічних вод виконувалося наступним чином: проводилася підготовка будівельного майданчика, розміщення технологічного обладнання, завезення всіх необхідних матеріалів для проведення робіт.

У якості ін'єкторів були обрані поліетиленові труби марки (ПЕ-100 Ø50×2,4 мм SDR 17) з зовнішнім діаметром 50 мм для холодного водопроводу. Попередньо в трубі була проведена перфорація стінки, з симетричним щодо центру розміщення отворів. Отвори розташовані один відносно одного на відстані 150 мм, діаметр кожного отвору становить 5 мм. В ході проектних робіт була розроблена схема траєкторії похилої свердловини, яка емітує фрагмент протифільтраційного екрана, рис. 2.

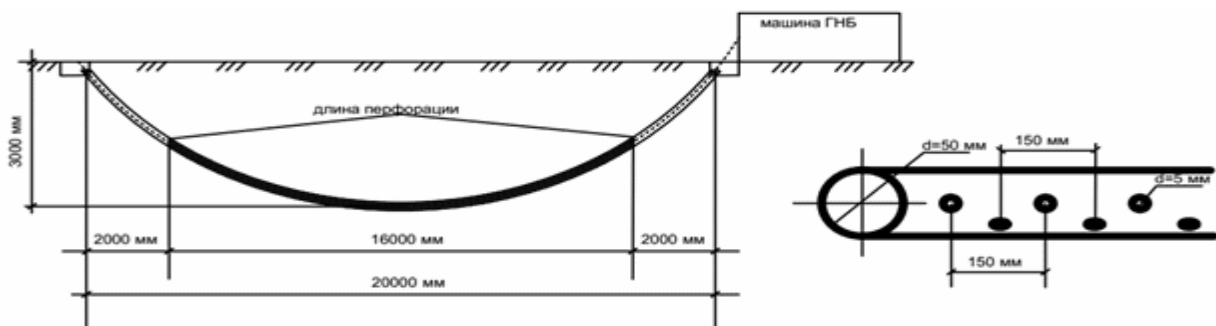


Рисунок 2 – Принципова схема розміщення ін'єкційної свердловини в ґрунті та отворів ін'єктора

На першому технологічному етапі була пробурена пілотна свердловина по заданій траєкторії, рис.3.а. Після цього, у зворотному напрямку у свердловину був затягнений ін'єктор у вигляді перфорованої, з розміром отворів 5 мм, поліетиленової труби діаметром 50 мм, рис. 3.б.



а)



б)

Рисунок 3 - Технологічний процес підготовки до ін'єкції: буріння пілотної свердловини (а) та затягування ін'єктору (б)

З однієї сторони на ін'єктор була встановлена заглушка, а гирло свердловини забетоновано, рис. 4. З іншої сторони до ін'єктора було приєднано насосне обладнання, рис.3. До цього

обладнання входять цистерна для ін'єкційного розчину та розчинонасос, який здатен нагнітати з тиском до 5 кгс/см^2 . Нагнітання ін'єкційного розчину проводилося з постійною витратою і продовжувалось до відмови. За відмову було прийнято момент, коли витрата ін'єкційного розчину зупинилася.



а)



б)

Рисунок 4 – Обладнання у процесі ін'єкції (а) та влаштування кондуктору з бетону (б) на виході ін'єктора зі свердловини

Після закінчення ін'єктування, була витримана технологічна перерва. Далі було проведено розробку котловану для натурного визначення відстані розповсюдження розчину від осі ін'єктору та надійності стику двох поряд розміщених елементів екрану (рис.5), та які мали відповідати розробленій схемі [8].



а)



б)



в)

Рисунок 5 – Влаштування протифільтраційного екрану під відстійником очисної станції, м. Київ (а); відкопування котловану (б) вимірювання шару екрану (в)

Висновок

Виконана робота має безсумнівну екологічну, а також соціальну значимість, тому що дозволить захистити ґрунтові води від наслідків протікання забрудненої води ставка-накопичувача стічних вод.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чорнобиль. Післяаварійна програма будівництва. Монографія. – К.: "Іван Федорів", 1998. – 456 с.
2. Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов (к СНиП 2.01.28–85). – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 48 с.
3. Галинский Александр Михайлович. Научные основы создания технологий устройства противофильтрационных экранов в грунте плоским рабочим органом: дис. ... докт. техн. наук: 05.23.08 / Галинский Александр Михайлович. – Одесса, 2016. – 437 с.
4. Бойко Г.А. Применение тонких противофильтрационных диафрагм в условиях Белоруссии. Строительство и архитектура Белоруссии / Г.А. Бойко, Г.Г. Азбель, Г.Н. Никольская. – 1980. – № 4. – С. 31.
5. Галинский А.М. Ecological and economic efficiency of the horizontal impervious screen for localization of toxic and radioactive waste / А.М. Галинский, А.И. Менейлюк, А.Ф. Петровский // Журнал «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика», № 8, 2015, м. Дніпропетровськ, С. 14-22.
6. Пат. 73600 Україна на корисну модель, МПК Е 02 Р 29/00. Спосіб улаштування екрану під споруду / О. М. Галінський, О. М. Менейлюк, А. Ф. Петровський; заявл. 13.04.2012 ; публ. 25.09.2012, Бюл. № 18.
7. Пат. 91704 Україна на корисну модель, МПК Е 02 В 3/00. Спосіб улаштування протифільтраційної завіси під споруду / О. М. Галінський, О. І. Менейлюк, А. Ф. Петровський; заявл. 26.02.2014 ; публ. 10.07.2014, Бюл. № 13.

8. Меньлюк А.И. Исследование прочности горизонтального экрана созданного по инъекционной технологии на основе цементного вяжущего / Меньлюк А.И., Петровский А.Ф., Борисов А.А., Бабий И.Н. // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, № 9. Дніпро, 2016 р.- С. 29-35.

REFERENCES

1. Chornobil'. Píslyaavariyna programa budívnitstva. Monografiya. – K.: "Ívan Fedoriv", 1998. – 456 s.
2. Posobiye po proyektirovaniyu poligonov po obezvrezhivaniyu i zakhroneniyu toksichnykh promyshlennykh otkhodov (k SNiP 2.01.28–85). – M.:TSITP Gosstroya SSSR, 1990. – 48 s.
3. Galinskiy Aleksandr Mikhaylovich. Nauchnyye osnovy sozdaniya tekhnologiy ustroystva protivofil'tratsionnykh ekranov v grunte ploskim rabochim organom: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.23.08 / Galinskiy Aleksandr Mikhaylovich. – Odessa, 2016. – 437 s.
4. Boyko G.A. Primeneniye tonkikh protivofil'tratsionnykh diafragm v usloviyakh Belorussii. Stroitel'stvo i arkhitektura Belorussii / G.A. Boyko, G.G. Azbel', G.N. Nikol'skaya. – 1980. –№ 4. – S. 31.
5. Galinskiy A.M. Ecological and economic efficiency of the horizontal impervious screen for localization of toxic and radioactive waste / A.M. Galinskiy, A.I. Menelylyuk, A.F. Petrovskiy // Zhurnal «Mosti ta tunelí: teoriya, doslidzhennya, praktika», № 8, 2015, m. Dnipropetrovs'k, S. 14-22.
6. Pat. 73600 Ukraína na korisnu model', MPK E 02 R 29/00. Sposib ulashtuvannya yekrana pid sporudoyu / O. M. Galins'kiy, O. M. Menelylyuk, A. F. Petrovs'kiy; zayavl. 13.04.2012 ; publ. 25.09.2012, Byul. № 18.
7. Pat. 91704 Ukraína na korisnu model', MPK E 02 V 3/00. Sposib ulashtuvannya protifil'tratsiýnoí zavisi pid sporudoyu / O. M. Galins'kiy, O. Í. Menelylyuk, A. F. Petrovs'kiy; zayavl. 26.02.2014 ; publ. 10.07.2014, Byul. № 13.
8. Menelylyuk A.I. Issledovaniye prochnosti gorizontalnogo ekrana sozdannogo po in'yektsionnoy tekhnologii na osnove tsementnogo vyazhushchego / Menelylyuk A.I., Petrovskiy A.F., Borisov A.A., Babiy I.N. // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, № 9. Дніпро, 2016 р.- С. 29-35.

Петровський Анатолій Францович – доктор техн. наук, професор кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури. ORCID 0000-0001-8232-1245.

Борисов Олександр Олександрович – канд. техн. наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури. ORCID 0000-0001-6930-3243.

Бабій Ігор Миколайович – канд. техн. наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури. ORCID 0000-0001-8650-1751.

A. Petrovsky
O. Borisov
I. Babij

DEVICE OF ANTI-FILTER SCREEN ON THE BASIS OF INJECTION TECHNOLOGY UNDER THE LAKE SUMP IN KYIV

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

The publication shows that in Ukraine, on many objects, the issue of protecting the underground space from the aggressive influence of substances that are impregnated in groundwater in places with deep deposition of a waterproof layer is topical. Classical methods can not fully address such issues. In order to solve this problem, an injection technology of an anti-filtration screen arrangement developed by the authors is developed, which is carried out under field conditions under the pond-drainage of sewage in Kyiv. The basic general principles of designing technologies for arrangement of horizontal anti-filter screens under existing structures for the developed solutions are shown. The entire technological process of implementing a horizontal anti-filtration screen based on injection technology using horizontally-directed drilling and modified cement mortar solutions is sufficiently detailed.

Keywords: horizontal anti-filter screen, water permeability, injection, horizontal directional drilling, waterproof layer.

Anatoliy Petrovsky – Dc. Sc., Professor of Department of Technology of building production, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Oleksandr Borisov – Ph.D., assistant professor of Department of Technology of building production, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

Igor Babij – Ph.D., assistant professor of Department of Technology of building production, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

А. Ф. Петровский
А. А. Борисов
И. Н. Бабий

УСТРОЙСТВО ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО ЭКРАНА НА ОСНОВЕ ИНЪЕКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОД ПРУДОМ-ОТСТОЙНИКОМ В Г. КИЕВЕ

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

В публикации показано, что в Украине, на многих объектах актуален вопрос защиты подземного пространства от агрессивного воздействия веществ, которые просачиваются в грунтовые воды в местах с глубоким залеганием водоупорного слоя. Классические методы не могут в полной мере решить такие вопросы. Для решения такой проблемы приведена разработанная авторами инъекционная технология устройства противофильтрационного экрана, которая выполнена в натурных условиях под прудом-накопителем сточных вод в г. Киеве. Показаны основные общие принципы проектирования технологий устройства горизонтальных противофильтрационных экранов под существующими сооружениями по разработанным решениям. Достаточно подробно отражено весь технологический процесс выполнения горизонтального противофильтрационного экрана на основе инъекционной технологии с использованием установок горизонтально-направленного бурения и модифицированных цементных растворов.

Ключевые слова: горизонтальный противофильтрационный экран, водопроницаемость, инъекция, горизонтально-направленное бурение, водоупорный слой

Петровский Анатолий Францевич – доктор техн. наук, профессор кафедры технологи строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

Борисов Александр Александрович – канд. техн. наук, доцент кафедры технологи строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры.

Бабий Игорь Николаевич – канд. техн. наук, доцент кафедры технологи строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры.