

УДК 621.879.41:622.583

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.65.312

## РОЗРОБКА ШНЕКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ЗАХИСНОГО ЕКРАНУ

МЕНЕЙЛЮК О. І.<sup>1</sup>, *д-р техн. наук, проф.*,

ПЕТРОВСЬКИЙ А. Ф.<sup>2</sup>, *д-р техн. наук, проф.*,

БОРИСОВ О. О.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,

КИРИЛЮК С. В.<sup>4</sup>, *канд. техн. наук*

<sup>1</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380487236151, E-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

<sup>2</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380487236151, E-mail: paf2012@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8232-1245

<sup>3</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380487989083, E-mail: etinvest@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6930-3243

<sup>4</sup>Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380678433770, E-mail: kirilstani@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8871-8302

**Анотація. Постановка проблеми.** Дослідження присвячене розробленню шнекової технології створення захисного екрана. З кожним роком в Україні зростає обсяг будівельних робіт, виконуваних із метою охорони навколишнього середовища від фільтрації шкідливих промислових відходів і речовин з різного роду відстійників, накопичувачів і сховищ. У великій різноманітності існуючих технологій влаштування захисних екранів, основне місце відводиться екранам, які влаштовуються відкритим способом. Однак цілий ряд вищеназваних споруд не можна перенести або осушити. Виконання таких робіт в умовах спорудження відкритим способом неможливе. Альтернативними стають закриті технології будівництва екранів. Хоча такі технології також не позбавлені недоліків, існують ґрунтові умови, в яких застосування закритих способів може бути обмежене, наприклад, присутність твердих включень, розмір яких не дасть можливості пройти по заданій траєкторії робочому органу, або неоднорідність складу ґрунтів, що, у свою чергу, не забезпечить рівномірного розповсюдження ізолювального або зміцнювального складу. Зазначені фактори зумовлюють необхідність розроблення інноваційної технології влаштування горизонтального протифільтраційного екрана закритим способом на базі горизонтально-направленого буріння. **Мета** дослідження - розроблення технології захисту підземного простору від забруднень та влаштування гідроізоляційного шару екрана за наявності у ґрунті твердих включень, неоднорідності складу ґрунтів і відсутності водоупора на досяжній глибині. **Висновок.** Розроблена технологія дозволить зробити протифільтраційний екран під існуючими джерелами забруднення, в ґрунтах із твердими включеннями та в неоднорідних ґрунтах, що не дозволяють застосовувати існуючі технології проведення таких робіт.

**Ключові слова:** захисний екран; водонепроникність; горизонтально-направлене буріння; будівельні технології

## РАЗРАБОТКА ШНЕКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНОГО ЭКРАНА

МЕНЕЙЛЮК А. И.<sup>1</sup>, *д-р техн. наук, проф.*,

ПЕТРОВСКИЙ А. Ф.<sup>2</sup>, *д-р техн. наук, проф.*,

БОРИСОВ А. А.<sup>3</sup>, *канд. техн. наук, доц.*,

КИРИЛЮК С. В.<sup>4</sup>, *канд. техн. наук*

<sup>1</sup>Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380487236151, e-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

<sup>2</sup>Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380487236151, e-mail: paf2012@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8232-1245

<sup>3</sup>Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380487989083, e-mail: etinvest@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6930-3243

<sup>4</sup>Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380678433770, e-mail: kirilstani@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8871-8302

**Аннотация. Постановка проблемы.** Исследование посвящено разработке шнековой технологии создания защитного экрана. С каждым годом в Украине растет объем строительных работ, выполняемых с целью охраны окружающей среды от фильтрации вредных промышленных отходов и веществ с различного рода отстойников, накопителей и хранилищ. В большом разнообразии существующих технологий устройства защитных экранов основное место отводится экранам, которые устраиваются открытым способом. Однако

целый ряд вышеназванных сооружений не представляется возможным перенести или осушить. Выполнение этих работ в условиях сооружения открытым способом невозможно. Альтернативными становятся закрытые технологии строительства экранов. Хотя такие технологии также не лишены недостатков, существуют грунтовые условия, в которых применение закрытых способов может быть ограничено, например присутствие твердых включений, размер которых не позволит пройти по заданной траектории рабочего органа, или неоднородность состава грунта, что, в свою очередь, не обеспечит равномерного распространения изолирующего или укрепляющего состава. Указанные факторы обуславливают необходимость разработки инновационной технологии устройства горизонтального противодиффузионного экрана закрытым способом на базе бурения. **Цель** исследования - разработка технологии защиты подземного пространства от загрязнений и устройство гидроизоляционного слоя экрана при наличии в грунте твердых включений, неоднородности состава грунтов и отсутствии водоупора на достижимой глубине. **Вывод.** Разработанная технология позволит сделать противодиффузионный экран под существующими источниками загрязнения, в грунтах с твердыми включениями и в неоднородных грунтах, которые не позволяют применять существующие технологии проведения таких работ.

**Ключевые слова:** защитный экран; водонепроницаемость; горизонтально-направленное бурение; строительные технологии

## DEVELOPMENT OF AUGER TECHNOLOGY FOR CREATING PROTECTIVE SCREEN

MENEILIUK O. I.<sup>1</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

PETROVSKYI A. F.<sup>2</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

BORYSOV O. O.<sup>3</sup>, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

KYRYLIUK S. V.<sup>4</sup>, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

<sup>1</sup>Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(048)7236151, E-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

<sup>2</sup>Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(048)7236151, E-mail: paf2012@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8232-1245

<sup>3</sup>Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(048)7989083, E-mail: etinvest@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6930-3243

<sup>4</sup>Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(067)8433770, E-mail: kirilstani@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8871-8302

**Annotation. Formulation of the problem.** This work is devoted to the development of auger technology for creating a protective screen. Every year the volume of construction activities performed to protect the environment from the filtration of harmful industrial wastes and substances from various decanters, storage devices and storage facilities is increasing in Ukraine. In a large variety of existing technologies of security screens installation, the main place is allocated to screens, which are arranged in an open way. However, a number of the above-mentioned structures is not possible to move or drain. In order to perform such works, in such circumstances construction in an open way is impossible. Alternative technologies are becoming closed construction technologies of building screens. Although such technologies have also disadvantages, there are ground conditions in which the use of closed methods may be limited, such as the presence of solid inclusions, the size of which will not allow the passage of a given path of the working body, or nonhomogeneity of the soil structure, which in turn will not ensure equal distribution of an isolating or strengthening compound. These factors determine the necessity of developing an innovative technology for the arrangement a horizontal impervious screen in a closed way based on a horizontal directional drilling. **Goal.** The purpose of this study is to develop a technology for protecting the underground space from contamination, and the installation of a waterproofing layer of the screen if there are solid inclusions in the ground, soil nonhomogeneity and absence of water resistance at an achievable depth. **Conclusion.** The developed technology will allow to make impervious screen under existing sources of pollution, in soils with solid inclusions and in non-uniform ground that do not allow to apply existing technologies of carrying out such works.

**Keywords:** protective screen; water resistance; horizontal directional drilling; construction technologies

**Постановка проблеми.** З кожним роком На території України міститься зростає обсяг будівельних робіт, величезна кількість радіоактивних виконуваних із метою охорони матеріалів, що обчислюється багатьма навколишнього середовища від фільтрації тисячами тонн. Тільки на території шкідливих промислових відходів і речовин з відчуження в Чорнобилі нараховується різного роду відстійників, накопичувачів і понад 800 траншей з радіоактивними сховищ.

матеріалами, які не оснащені засобами довготривалої ізоляції [1-3].

Також необхідно відмітити наявність великої кількості сховищ, відстійників, природних водойм, ставків-накопичувачів стічних вод, сміттєзвалищ, бурових майданчиків і відвалів. У більшості випадків вони споруджені без достатнього забезпечення їх герметичності або і зовсім без неї. Наслідок цього – фільтрація шкідливих речовин у ґрунті.

У великій різноманітності існуючих технологій влаштування протифільтраційних екранів основне місце відводиться екранам, які влаштовуються відкритим способом [4; 5]. Однак цілий ряд вищевказаних споруд не можливо перенести або осушити.

Технологія улаштування горизонтального протифільтраційного екрана закритим способом може знайти широке застосування під час зведення найрізноманітніших гідротехнічних і водопровідно-каналізаційних споруд, таких як водопровідні та каналізаційні насосні станції, ємнісні споруди і споруди для очищення води і стоків, канали і дренажні колектори, а також для захисту споруд і будівель від підтоплення [6].

Також актуальним постає питання зміцнення ґрунтів під існуючими спорудами.

Хоча такі технології також не позбавлені недоліків, існують ґрунтові умови, в яких застосування закритих способів може бути обмежене, наприклад, присутність твердих включень, розмір яких не дасть можливості пройти по заданій траєкторії робочого органа, або неоднорідність складу ґрунтів, що, у свою чергу, не забезпечить рівномірного розповсюдження ізолюювального або зміцнювального складу.

Зазначені фактори зумовлюють необхідність розроблення інноваційної технології улаштування горизонтального протифільтраційного екрана закритим способом на базі горизонтально-направленого буріння.

**Аналіз публікацій.** Огляд цього питання показав, що за масштабами впливу і необхідними фінансовими і технічними

ресурсами провідне місце посідає локалізація забруднень і зниження емісій радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Аналіз інших технологій показав низьку економічну й екологічну ефективність та низьку надійність, які потрібно усунути в майбутньому [7; 8]. Були запропоновані численні способи влаштування протифільтраційних екранів, у тому числі і авторами цієї роботи, але вони мають обмежену область застосування [9, 10]. Отже, розроблення нового інноваційного способу захисту підземного простору за шнековою технологією стало актуальним завданням.

Це дослідження має безсумнівну екологічну, а також соціальну значимість, тому що дозволить захистити населення від наслідків зараження забрудненої радіонуклідами водою.

**Мета** дослідження - розроблення технології захисту підземного простору від забруднень та улаштування гідроізоляційного шару екрана за наявності в ґрунті твердих включень, неоднорідності складу ґрунтів і відсутності водоупору на досяжній глибині.

**Виклад матеріалу.** Зведення екрана під спорудою виконується за допомогою двонапрявленого шнека, який дозволяє використання нового способу в ґрунтах із твердими включеннями, розміри яких не перевищують діаметра двонапрявленого шнека, або міцність твердих включень дозволяє розробити їх, роздробивши на дрібніші частки. За рахунок обертання шнека та його двонапрявленості, ґрунт розробляється та транспортується, одночасно, до напрямних свердловин. Свердловини більші за діаметром, ніж двонапрявлений шнек, і дозволяють тимчасово зберігати розроблений ґрунт та тверді включення. Двонапрявленість також дозволяє уникнути зміщення шнека під час обертання між напрямними свердловинами.

Важливим результатом винаходу стало те, що ґрунт розробляється частково, а основним завданням двонапрявленого шнека є змішування ґрунту з твердіючими розчинами для створення

протифільтраційного екрана. Обертання шнека у зворотному напрямку транспортує твердіючий розчин із напрямних свердловин разом із розробленим ґрунтом та одночасно змішує їх.

Суть технологічної моделі пояснюється кресленнями.

Модель реалізується таким чином:

На відстані від споруди 1 на денній поверхні 4 за допомогою бурової установки 5 під захистом прохідницької рідини 6 бурять наскрізь аутентично площині підосви 3 споруди принаймні дві паралельні крайні напрямні свердловини 7 (рис. 1).

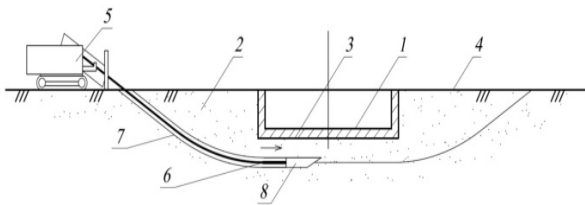


Рис. 1. Вертикальний переріз осі напрямної свердловини: 1-споруда; 2-ґрунт; 3-підосва споруди; 4-денна поверхня; 5-бурова установка; 6-прохідницька рідина; 7-напрямна свердловина; 8-бур

До бура 8, що виходить на денну поверхню 4, прикріплюють розширювач свердловин 9, гнучкі тяги 10 та заводять їх у напрямні свердловини у міру витягнення бура в пілотну свердловину (рис. 2). Усе це буріння виконується під захистом бурового розчину. Замість будь-якої споруди може бути розміщений центр забруднення чи будь-яке інше небезпечне джерело отруєння ґрунту.

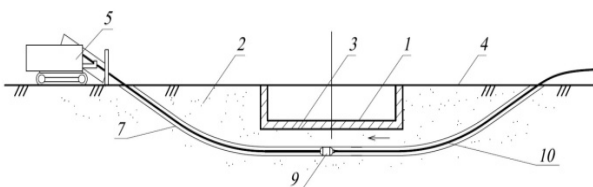


Рис. 2. Вертикальний переріз осі напрямної свердловини з уведенням гнучких тяг: 1-споруда; 2-ґрунт; 3-підосва споруди; 4-денна поверхня; 5-бурова установка; 7-напрямна свердловина; 9-розширювач свердловин; 10-гнучкі тяги

До вільних кінців тяг прикріплюють двонаправлений шнек 11 (рис. 3) із кутовим редуктором.

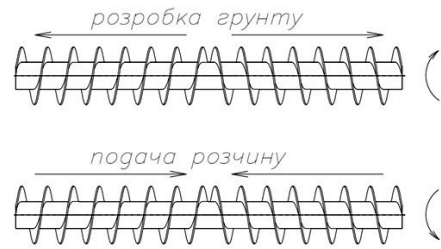


Рис. 3. Схема обертання двонаправленого шнека

Прикріплений до вільних кінців тяг двонаправлений шнек підтягують за допомогою натяжних пристроїв, розробляючи ґрунт, що міститься між напрямними свердловинами, при цьому шнек обертається роблячи його більш пухким. Услід за шнеком подається розчин 12, підготовлений міксерною станцією 13, та змішується з ґрунтом 2 за допомогою зворотного обертання шнека (рис. 4).

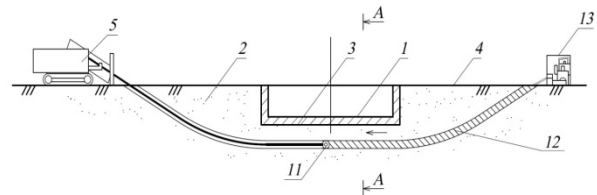


Рис. 4. Повздовжній переріз екрана: 1-споруда; 2-ґрунт; 3-підосва споруди; 4-денна поверхня; 5-бурова установка; 11-двонаправлений шнек; 12-подача твердіючого розчину; 13-міксерна станція

Затверділий розчин спільно з ґрунтом створюють екран 14 (рис. 5).

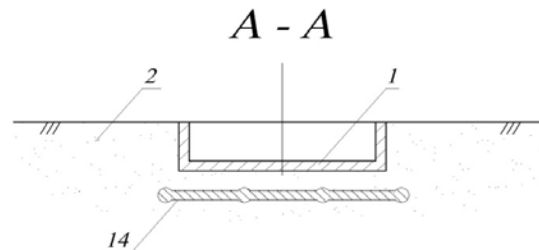


Рис. 5. Переріз захисного екрана: 1-споруда; 2-ґрунт; 14-захисний екран

Спосіб установа екрана під спорудою включає створення наскрізних напрямних свердловин, розробку ґрунту між

суміжними свердловинами двонапрямленим шнеком та змішування ґрунту з твердіючим розчином. Ґрунту розробляється двонапрямленим шнеком з одночасним транспортуванням у порожнини напрямних свердловин. Розробка ґрунту виконується частково, щоб його залишок використати як заповнювач для розчину, який змішується з розробленим ґрунтом за допомогою зворотного обертання двонапрямленого

шнека. Використання цього способу не обмежується ґрунтами з твердими включеннями, меншими за діаметр шнека.

**Висновки.** Розроблена технологія дозволить зробити протифільтраційний екран під існуючими джерелами забруднення, у ґрунтах із твердими включеннями та в неоднорідних ґрунтах, що не дозволяють застосовувати існуючі технології проведення таких робіт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вальков В. Ф. Екологія почв. Ч. 3. Загрязнение почв : учеб. пос. для студ. вузов / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону : УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.
2. Чернобыльская катастрофа / Нац. акад. наук Украины ; гл. ред. В. Г. Барьяхтар – Киев : Наук. думка, 1995. – 560 с.
3. Чернобыль: післяаварійна програма будівництва : монографія / О. В. Горіцький, В. Я. Пінчук, В. П. Сабалдир, Г. К. Злобін, І. П. Лось, В. О. Величко, О. М. Лівінський, Г. В. Желудков ; ред. К. Г. Злобін, В. Я. Пінчук. – Київ : Іван Федорів, 1998. – 456 с.
4. Бойко Г. А. Применение тонких противофильтрационных диафрагм в условиях Белоруссии / Г. А. Бойко, Г. Г. Азбель, Г. Н. Никольская // Строительство и архитектура Белоруссии. – 1980. – № 4. – С. 31.
5. Бунтман А. Д. Об использовании противофильтрационных завес для защиты котлованов от притока грунтовых вод / А. Д. Бунтман // Энергетическое строительство. – 1978. – № 2. – С. 86–87.
6. Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов (к СНиП 2.01.28–85) / Госстрой СССР. – Москва : Центр. ин-т типового проектирования, 1990. – 48 с.
7. Способ создания противофильтрационной завесы в лессовом грунте : пат. 2015248 С1 Рос. Федерация : МПК5 Е 02 Д 3/12 / Осипов В. И., Филимонов С. Д., Мельников Б. Н., Кайль Е. В. ; заявл. 27.12.91 ; опубл. 30.06.94.
8. Способ возведения ограждающей противофильтрационной инженерно-защитной конструкции (варианты) : пат. 2206663 С1 Рос. Федерация : МПК7 Е 02 Д 5/56, 5/20, 7/22 / А. Н. Басиев, М. В. Зелов, А. Г. Икусов ; заявл. 21.12.2001 ; опубл. 20.06.2003.
9. Спосіб улаштування екрана під спорудою : пат. 73600 Україна на корисну модель : МПК Е 02 Р 29/00 / О. М. Галінський, О. М. Менейлюк, А. Ф. Петровський ; заявл. 13.04.2012 ; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18.
10. Спосіб улаштування протифільтраційної завіси під спорудою: пат. 91704 Україна на корисну модель : МПК Е 02 В 3/00 / О. М. Галінський, О. І. Менейлюк, А. Ф. Петровський ; заявл. 26.02.2014 ; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 13.

## REFERENCES

1. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh. and Kolesnikov S.I. *Ekologiya pochv. Ch. 3. Zagryaznenie pochv* [Soil Ecology. Part 3. Soil pollution], Rostov-na-Donu : UPL RGU Publ., 2004, 54 p.
2. *Chernobyl'skaya katastrofa* [Chernobl accident]. *Nats. akad. nauk Ukrainy* [National Academy of Sciences of Ukraine] ; ch. edit. Bar'yakhtar V.G., Kiev : Nauk. Dumka Publ., 1995, 560 p.
3. Goritskiy O.V., Pinchuk V.Ya., Sabaldyr V.P., Zlobin H.K., Los I.P., Velychko V.O., Livinskiy O.M. and Zheludkov H.V. ; ed. Zlobin K.H., Pinchuk V.Ya. *Chornobyl: pisliavariina programa budivnytstva* [Chernobyl: post-emergency building program], Kyiv : Ivan Fedoriv Publ., 1998, 456 p.
4. Boyko G.A., Azbel' G.G. and Nikol'skaya G.N. *Primenenie tonkikh protivofil'tratsionnykh diafragm v usloviyakh Belorussii* [The use of thin anti-filtration diaphragms in the conditions of Belarus]. *Stroitel'stvo i arkhitektura Belorussii* [Construction and Architecture of Belarus], 1980, no. 4, p. 31. (in Russian).
5. Buntman A.D. *Ob ispol'zovanii protivofil'tracionnykh zaves dlya zashchity kotlovanov ot pritoka gruntovykh vod* [Using of impervious curtain to protect the pits from groundwater inflow]. *Energeticheskoe stroitel'stvo* [Energy construction], 1978, no. 2, pp. 86–87. (in Russian)
6. Gosstroy SSSR. *Posobie po proektirovaniyu poligonov po obezvrezhivaniyu i zakhoroneniyu toksichnykh promyshlennykh otkhodov (k SNiP 2.01.28–85)* [The allowance on the landfills designing for the disposal and dumping toxic industrial wastes (to the State Building Codes 2.01.28-85)]. Moscow : Tsentral'nyi institut tipovogo proektirovaniya Publ., 1990, 48 p. (in Russian).

7. Osipov V.I., Filimonov S.D., Melnikov B.N. and Kayl' E.V. *Sposob sozdaniya protivofil'tracionnoy zavesy v lessovom grunte* [A method for creating grout curtain in the loess soils], Patent No. 2015248 C1, RU, IPC 5E02D3/12 ; zayavl. 27.12.91 ; opubl. 30.06.94.
8. Basiev A.N., Zelov M.V. and Ikusov A.G. *Sposob vozvedeniya ograzhdayushchey protivofil'tratsionnoy inzhenerno-zashchitnoy konstruktsii (varianty)* [A method of fencing erecting of an anti-protection engineering construction (variants)], Patent No. 2206663 C1, RU, IPC 7E02D5/56, 5/20, 7/22 ; zayavl. 21.12.2001 ; opubl. 20.06.2003.
9. Halinskyi O.M., Meneilyuk O.M. and Petrovskyi A.F. *Sposib ulashtuvannia ekrana pid sporudoiu* [The method of arranging the screen under construction], Patent No. 73600 Ukraine for the utility model, IPC E02R29/00 ; zayavl. 13.04.2012 ; opubl. 25.09.2012.
10. Halinskyi O.M., Meneilyuk O.M. and Petrovskyi A.F. *Sposib ulashtuvannia protyfilntatsiinoi zavisy pid sporudoiu* [The method of installation the anti-drainage curtain under the construction], Patent No. 91704 Ukraine for the utility model, IPC E02B3/00 ; zayavl. 26.02.2014 ; opubl. 10.07.2014.

*Рецензент: Білоконь А. І., д-р техн. наук, проф.*

Надійшла до редколегії: 10.08.2018 р.