

**ЩОДО МЕТОДИКИ ВЛАШТУВАННЯ МЕМБРАННОЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ
ІН'ЄКЦІЙНИМИ МЕТОДАМИ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД**

Лучко Й.Й., д.т.н., професор,
Львівський національний аграрний університет
luchko.diit@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3675-0503
Назаревич Б.Л., к.т.н., доцент,
Чечін В.В., магістр,
Національний університет "Львівська політехніка"
bnazar@polynet.lviv.ua

Анотація. У даній роботі проаналізовано доцільність застосування методики влаштування мембранної гідроізоляції підземних споруд ін'єкційними методами. Показано, що у багатьох підземних спорудах дуже часто спостерігається наявні або приховані джерела замокання, які підвищують агресивність середовища, та прискорюють корозійне руйнування. Застосування методу ін'єкцій для нагнітання речовин в структуру ґрунту, з метою його ущільнення носить назву мембранна гідроізоляція. Звернуто увагу на ретельну підготовку цегляних конструкцій до ін'єктування та встановлено в даних дослідах, що матеріали на основі синтетичних смол краще проникають в структуру ґрунту ніж цементні емульсії. Властивості гелевих композитів дають можливість влаштування гідроізоляційних екранів підземних споруд у багатьох видах ґрунтів. Роботи з влаштування гідроізоляційних екранів, на об'єктах, наведених у цій праці підтвердили надійність мембранної гідроізоляції і слідів замокання не виявлено протягом двох років.

Ключові слова: мембрана, гідроізоляція, смола, корозія, ін'єкційний метод, підсилення.

Вступ (постановка проблеми). Як відомо проблеми ремонту будівельних конструкцій, котрі пов'язані з їх деструкцією в результаті дії природних факторів: води, довготривалого замокання, агресивних середовищ, становлять все більшу проблему, для вирішення якої потрібно значних затрат.

Тому, однією з актуальних проблем сучасних ремонтно-будівельних, відновлюваних технологій (робіт) слід вважати гідрозахист (гідроізоляцію) будівельних конструкцій чи об'єктів, розташованих під землею, без можливості проведення земляних робіт.

За матеріалами наших досліджень та наведених у працях [1–10] можна стверджувати, що на багатьох підземних спорудах тривалої експлуатації, (підвали, фундаменти будівель: з бетону, каменю або цегли, тунелі, станції метро, колектори і т.д.) часто спостерігаємо наявні або приховані джерела замокання, які в свою чергу підвищують агресивність середовища, та спричиняють в подальшому корозійне руйнування і тим самим підвищують втрату несучої здатності таких конструкцій, що вважається проблемою геоінженерною і, найчастіше при влаштуванні (відновлені) гідроізоляції, вирішується застосуванням методів ін'єкцій в структуру ґрунту. Таку гідроізоляцію називаємо мембранною так як вона створює в ґрунті на контакті з зовнішньою поверхнею конструкції гідрозахисний екран (рис. 1).

Отже, при створенні такого типу гідроізоляції задача зводиться до відомих ін'єкційних методів в структуру ґрунту, котра вперше була застосована Чарлзом Берігня (Charles Berigny) в 1802р. Він вперше виконав зміцнення і ущільнення ґрунту під шлюзом за допомогою ін'єкції водного розчину пуцоланового цементу [4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз літературних джерел [1-10] дає підставу стверджувати, що в останнє десятиріччя сформувався і дістав розвиток науковий напрямок досліджень будівель і споруд тривалої експлуатації які потерпають від замокання і зволоження. Це дослідження в напрямку ін'єкційних матеріалів та технологій. Розглянемо деякі із них, зокрема у працях наведено результати досліджень щодо ефективності ущільнен-

ня ґрунтів методами ін'єкцій [1] та підсилення будівельних об'єктів за допомогою регульованих геотехнічних ін'єкційних методів [3], а в праці [4] представлені дослідження синтезу модифікованих структур очевидно формальдегідними смолами, які призначені для зміцнення і ущільнення ґрунтів методами ін'єкції. Результати дослідження, щодо стабілізації ґрунтів синтетичними смолами представлені в працях [5]. Ущільнення і зміцнення ґрунтів хімічними засобами (методами) розглянуто у праці [6], а причини пошкодження підземного переходу НУ "Львівська політехніка" та міркування, щодо усунення цих причин розглянуті у праці [7]. Результати досліджень довговічності ущільнення і зміцнення ґрунтів ін'єкційними методами описані у праці [8]. У праці [9] описані методи захисту від корозії бетонних та залізобетонних конструкцій і споруд, а у праці [10] представлені варіанти зміцнення (відновлення) конструкцій і споруд.

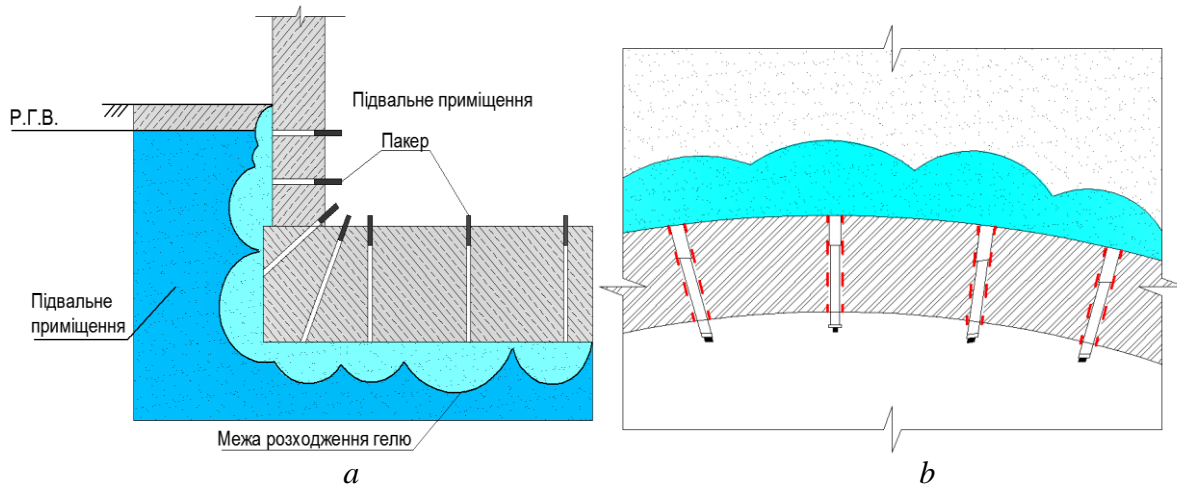


Рис. 1. Загальний вигляд гідрозахисного екрану (мембранної гідроізоляції):
a – підземної частини будівлі; *b* – підземної споруди (цегляного склепіння)

Мета роботи, дослідити технологію влаштування мембранної гідроізоляції підземних споруд гелевими композиціями.

Об'єкти та методи дослідження. Дослідження проводились на ряді об'єктів виконаних в м. Львові: підземний перехід, з'єднуючий учбові корпуси НУ "Львівська політехніки"; підвальна частина історичної будівлі (кам'яниця Грацівська); підземний колектор кінця 19 століття; підземний паркінг.

На вище перелічених об'єктах виконувалася мембранна гідроізоляція ін'єкційним методом на основі акрилових гелів та досліджувалася її ефективність і надійність, що описано нище.

Виклад основного матеріалу. Переломним в розвитку технології ін'єктування ґрунтів слід вважати винахід хімічної ін'єкції, вперше застосованої Гюго Джостено (Hugo Joosten). Він першим застосував розчин водного скла та хлориду кальцію для зміцнення та ущільнення ґрунту [5]. В наш час широко застосовується хімічне закріплення ґрунтів ін'єкцією в промисловому та цивільному будівництві. В залежності від використовуваного розчину розрізняємо наступні ін'єкційні технології ґрунтів:

- цементация та бітумізация – зв'язування великоуламкових і гравійних ґрунтів, розмір фракції яких досить великий (в якості робочого матеріалу іноді використовують глинисту суспензію);
- силікатизация – посилення піщаних ґрунтів будь-якої фракції з застосуванням рідкого скла (силікат натрію/калію, алюмінат натрію). Цей метод виправдовує себе для суглинних, пилуватих, піщаних ґрунтів і пливунів, там де є ризик поступового розмивання і зміщення великих шарів ґрунту. Під час посилення ґрунт структурно видозмінюється і отримуємо основу з мінімальним водопоглинанням, міцну і довговічну, проте вона не витримує значних динамічних навантажень.

Проте, аналізуючи ряд об'єктів, можна стверджувати, що використання рідкого скла не завжди приносить очікувані результати. Кращі результати отримуємо при використанні органічних смол та мономерів. Одні з перших публікацій, щодо стабілізації ґрунтів синтетичними смолами появилися в 80-х роках минулого століття [6]. В цих публікаціях представлено доступні на той час хімічні засоби, що використовувалися для зміцнення та ущільнення ґрунтів, а також методику їх застосування [7].

Не дивлячись на значний асортимент ін'єкційних технологій і матеріалів слід зазначити, що в нормативній літературі відсутні рекомендації щодо проведення ретельних досліджень, тим самим відсутня інформація щодо результатів таких досліджень, що в свою чергу унеможливорює спрогнозувати, належно оцінити очікуваний ефект. В більшості випадків дослідник (проектант) змушений брати до уваги технічну інформацію виробника того чи іншого матеріалу, що в свою чергу призводить до певного ризику. Вище сказане також стосується ін'єкційної технології на основі акрилових гелів, тому і виникає необхідність проведення представлених в даній статті досліджень.

Експериментально дослідницькі роботи проводилися авторами на ряді об'єктів в різний час, під час їх реалізації, та на моделях, зупинимося на двох об'єктах:

– підвальна частина історичної будівлі (кам'яниця Грацівська, 1533, 1777) та в м. Львів, пл. Ринок 18, (рис. 2);

– підземний перехід, з'єднуючий учбові корпуси НУ «Львівська політехніка», (рис. 3).

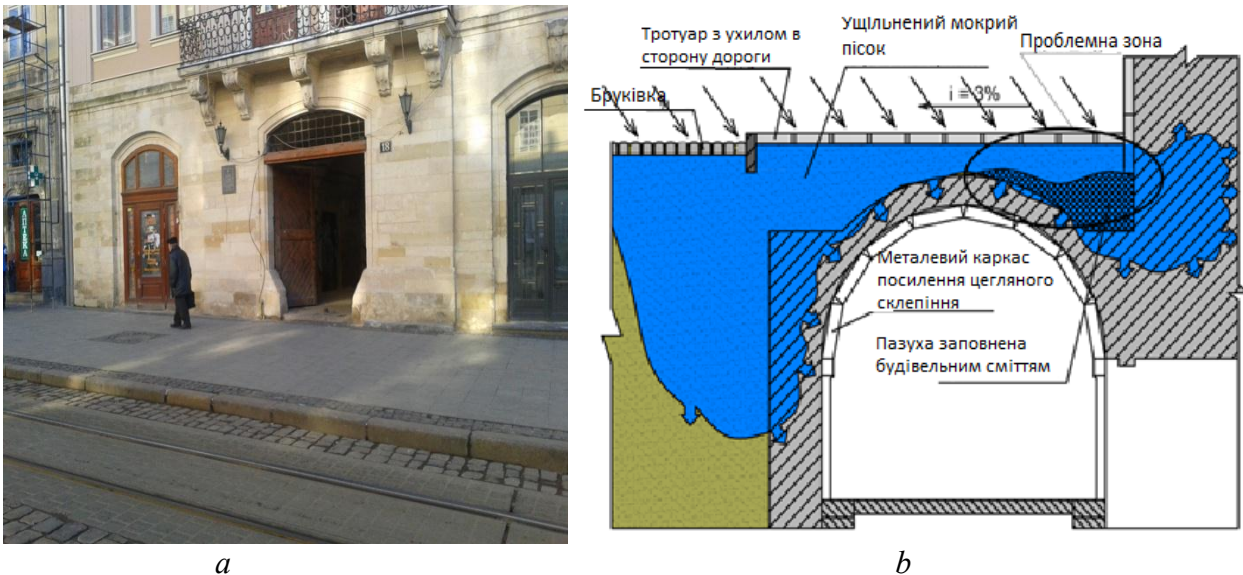


Рис. 2. Схема замокання цегляного склепіння та стін підвалу, м. Львів, пл. Ринок, 18 від опадів: *a* – загальний вигляд ззовні підвалу; *b* – рух води в перерізі цегляного склепіння

Замовники в обох випадках ставили задачу, яка унеможливлювала відкриття поверхонь котрі підлягали гідроізолюванню, звідси виникла необхідність влаштування мембранної гідроізоляції ін'єкційним методом, що є єдиним можливим, звідси найбільш ефективним для усунення активних протікань та захисту підземних конструкцій від агресивного середовища. Ін'єктування або ін'єкція – це комплекс заходів по закачуванню під тиском спеціальних гідроізоляційних ін'єкційних складів, принцип дії яких полягає в наступному:

- ін'єкційні склади при взаємодії з водою вступають в хімічну реакцію, в результаті чого ці композиції змінюють свою структуру, утворюючи еластичний водонепроникний шар.
- очевидним плюсом методу ін'єктування є усунення порожнеч в структурі конструкції, а також ущільнення і як наслідок, зведення до мінімуму можливості протікання чи замокання конструкцій в зоні виконання ін'єктування.

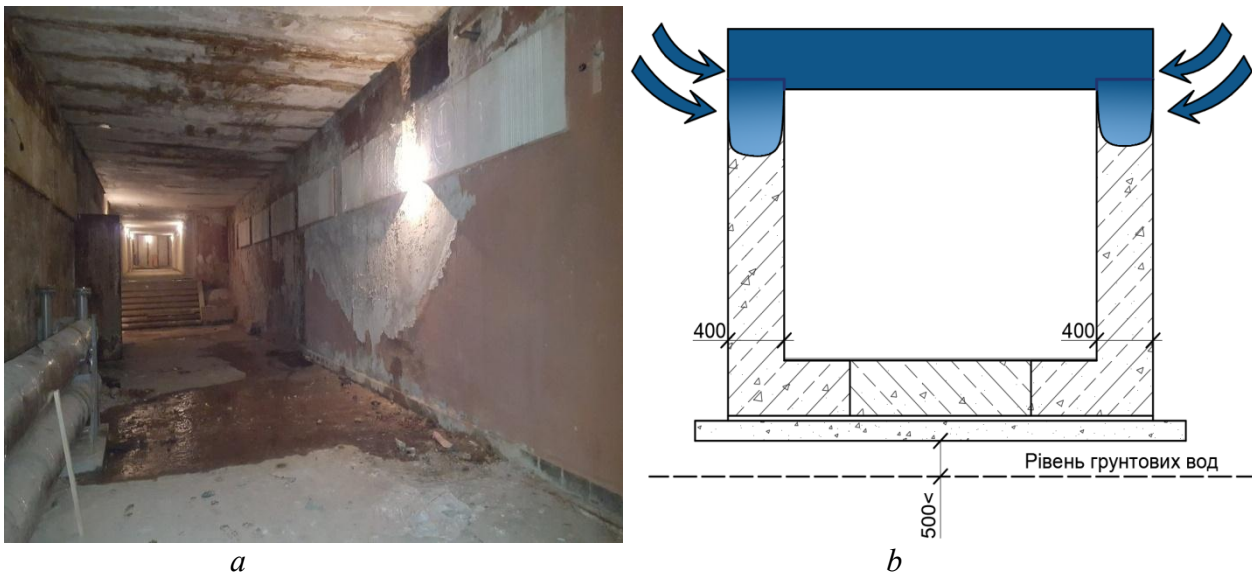


Рис. 3. Схема замокання підземного переходу:

a – загальний вигляд фундаменту підземного переходу; *b* – рух води в перерізі залізобетонних конструкцій

Для реалізації цієї технології автори зупинилися на акриловому ін'єкційному гелі (МС-Injekt GL-95), котрий активно застосовується на багатьох об'єктах як закордоном, так і в Україні. З інформації від виробника очікуємо від такого матеріалу забезпечення дуже важливих параметрів для новоствореного зовнішнього гідроізоляційного шару (мембранної гідроізоляції) [11]: значна еластичність; висока міцність; хімічна стійкість; добрі показники адгезії до конструкції; значна адгезія між частинками ґрунту; хороша penetрація (проникність).

Для здійснення гідроізоляційних екранів на вище зазначених об'єктах була прийнята технологічна послідовність виконання основних операцій наведених у праці [11]:

- візуальний огляд, та інструментальне обстеження пошкоджень основи та їх класифікація;
- ремонт наявних тріщин, сколів та монтажних швів;
- влаштування гідроізоляційного шару з внутрішньої поверхні цегляних конструкції з ціллю мінімізації витрат ін'єкційного матеріалу;
- нанесення сітки (розмітка точок свердління) отворів для подачі ін'єкційних композицій;
- свердління отворів на скрізь конструкції;
- встановлення в пробурені отвори пакерів для подачі під тиском ін'єкційних композицій;
- подача ін'єкційного матеріалу з регулюванням тиску подачі.

Більш детально розглянемо деякі з них, особливо слід зазначити необхідність обстеження дійсного стану конструкції (основи) на момент виконання гідроізоляційного екрану [2, 8]. Звідси зупинимося на підготовці таких зруйнованих основ: цегляні склепіння, та збірний залізобетон (рис. 4).

Не будемо детально зупинятися на відновленні бетонних та залізобетонних конструкцій, оскільки ці технології детально представлені в багатьох джерелах [2, 8], а виходячи з характеру замокання переходу гідроізоляційний екран виконувався в зоні протікання монтажних швів (рис. 4, *c, d*). Зупинимося на підготовці цегляних конструкцій (склепінь), перед проведенням ін'єкційних заходів виконуємо огляд (ревізію) дійсного стану цегляних склепінь з ціллю виявлення наявних дефектів таких як: силові тріщини, випадання цегли і т.д. На нашому об'єкті (рис. 2, рис. 4, *a, b*) спостерігаємо три поперечні наскрізні тріщини, а також місцеве випадання цегли. Наявність таких дефектів викликає необхідність посилення конструкції перед початком проведення ін'єкційних робіт (рис. 5, *a*).

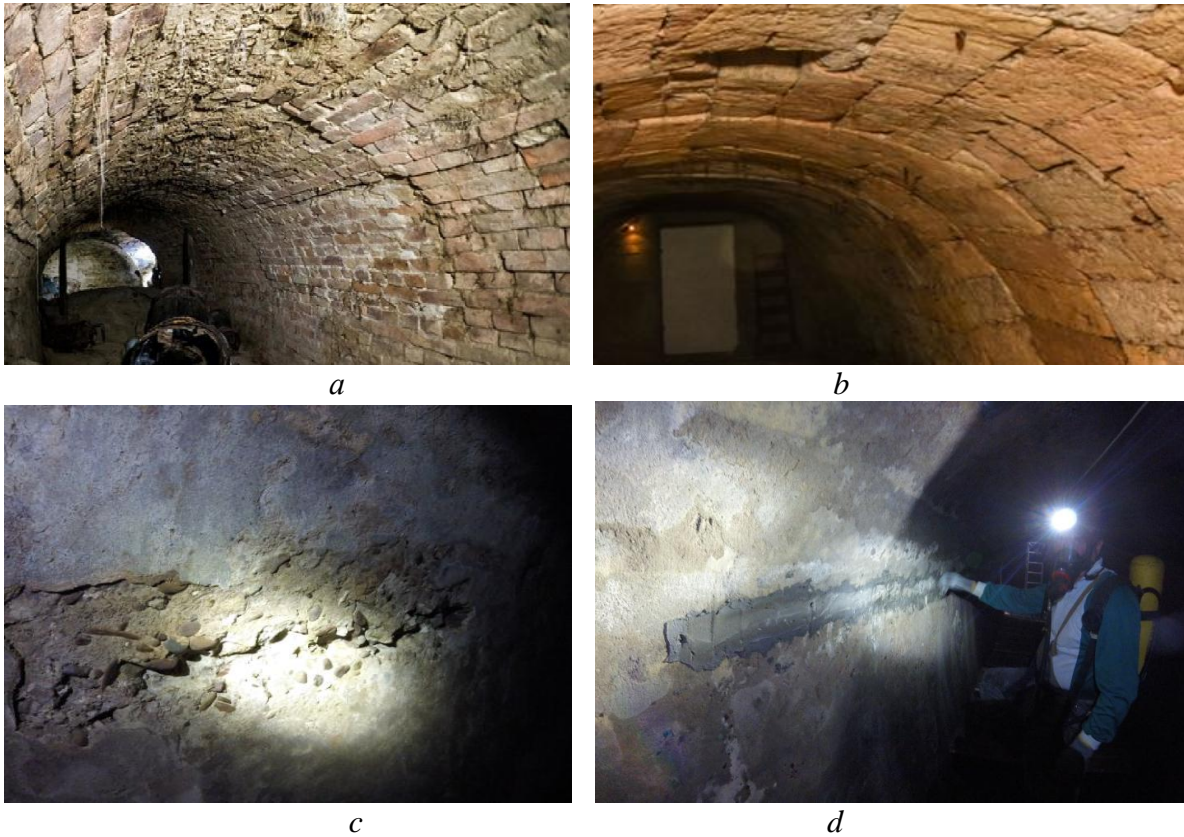


Рис. 4. Загальний вигляд руйнувань цегляної та бетонної основ:
a, b – руйнування цегляних склепінь; *c* – руйнування залізобетонної основи; *d* – закриття тріщин у бетонних конструкціях із застосуванням ремонтної системи РСС (Pagel), [8]

Якщо дана конструкція знаходиться в задовільному стані згідно умов будівельної механіки, то необхідно виконати гідроізоляційні заходи з внутрішньої сторони, методом торкретування з цілю мінімізації витрат ін'єкційного матеріалу (рис. 5, *b*).

Токретбетон – пошарове нанесення дрібнозернистого бетону під тиском (фракція наповнювача 5-6 мм). В результаті торкретування отримуємо добру адгезію на контакт з оброблюваною поверхнею, при цьому заповнюються тріщини, порожнечі, дрібні пори. Виконано перший шар торкретбетону який служить рівночасно гідроізоляційним шаром і є необхідним для мінімізації витрат ін'єкційного матеріалу (рис. 5, *b*).

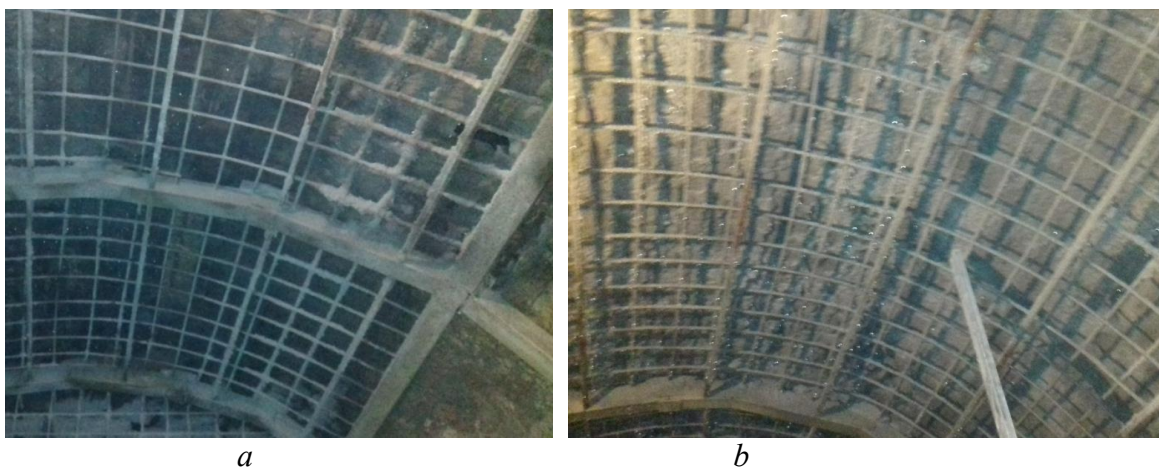


Рис. 5. Загальний вигляд цегляного склепіння:
a – посилення металевими конструкціями зруйнованого цегляного склепіння; *b* – виконання першого шару торкрету з цілю мінімізації витрат ін'єкційного матеріалу

Розмітка сітки отворів на цегляному склепінні проводиться шляхом нанесення точок на поверхню цегляного склепіння для свердління отворів. В даному випадку крок розмітки отворів становить 25-30 см та виконується у шаховому порядку (рис. 6).

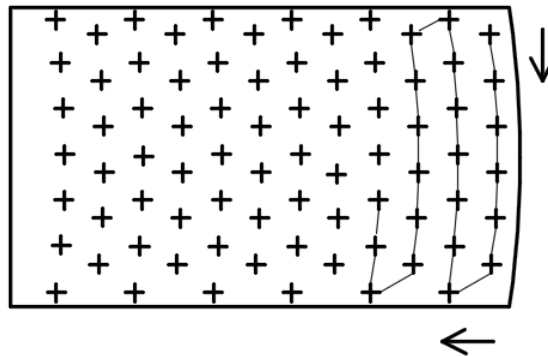


Рис. 6. Схема розмітки отворів (крок розмітки складає 25-30 см у шаховому порядку)

Після виконання вищеописаних операцій можна приступати до виконання екранної гідроізоляції на базі гелевого композиту згідно технічної інструкції виробника, але з врахуванням руху води в ґрунтах над цегляним склепінням (рис. 2, *b*), усвідомлюючи про необхідність насичення всієї проблемної зони гелевим композитом, що є задачею нетривіальною, поза як вимагає прийняття нестандартного рішення яке відрізняється від технічних інструкцій виробника (глибина свердління вимагає застосування нестандартних пакерів довжиною від 1,3 до 1,5 метра, а виконання подачі гелевої композиції відбуватиметься в кілька етапів). Для впевненості, щодо отримання прогнозованого ефекту було проведено дослідження на моделях з ціллю визначення геометрії розповсюдження гелевої композиції в таких ґрунтах: мокрий пісок, супіски суглинки, а також будівельне сміття. Ці дослідження проводилися як в лабораторії виробника, так і на об'єктах (рис. 7).

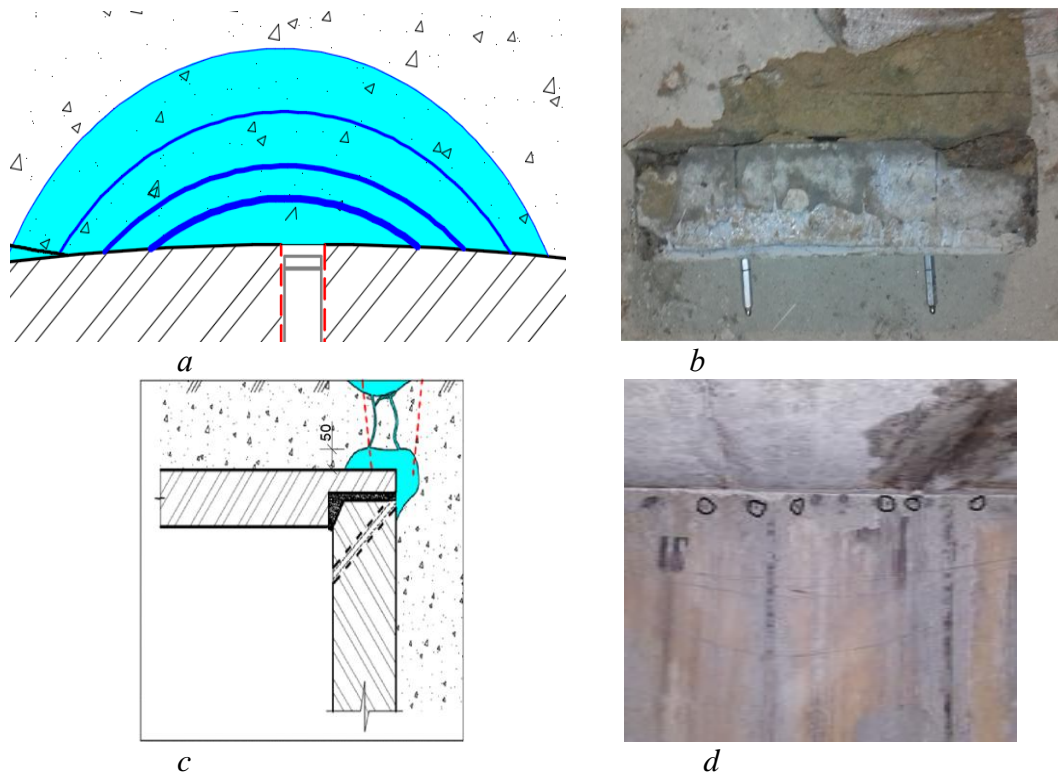


Рис. 7. Геометрія розповсюдження ін'єкційного гелю: *a* – в лабораторних умовах в мокрому піску; *b* – на зразку виконаному на об'єкті (супісок, будівельне сміття); *c* – на дослідній ділянці підземного переходу (насипний ґрунт, суглинок) – спостерігається викид гелю на зовні; *d* – загальний вигляд запечатаних шпурів на дослідній ділянці переходу

З отриманих результатів дослідження можна зробити висновок, що в різних ґрунтах геометрія розповсюдження гелевої композиції буде різною.

Враховуючи характер замокання (рис. 2, *b*) та результати проведених досліджень було влаштовано гідроізоляційний екран (мембранну гідроізоляцію), як на рис. 8, над цегляним склепінням з повним насиченням гелевим композитом проблемної зони, включаючи будівельне сміття, де товщина селевої блокади становить біля 1,0 м. Роботи з влаштуванням гідроізоляційних екранів на вище описаних об'єктах виконувалися в листопаді – грудні 2016 року і на сьогоднішній день не виявлено будь яких місць замокання, протікання тощо.

Економічна ефективність мембранної гідроізоляції або екрану виконується в тих випадках, коли технічно неможливо або економічно недоцільно відкриття поверхні, яка підлягає гідроізоляції. Приймаючи до уваги такі умови як, ефективність, надійність і довговічність, що відображають технічне вирішення задачі, після чого проводимо пошук найбільш економічного варіанту. В деяких випадках метод влаштування гідроізоляції екранного типу є єдиною можливим вирішенням такої задачі, в цьому і полягає її значна економічна перевага над іншими методами гідроізоляції.

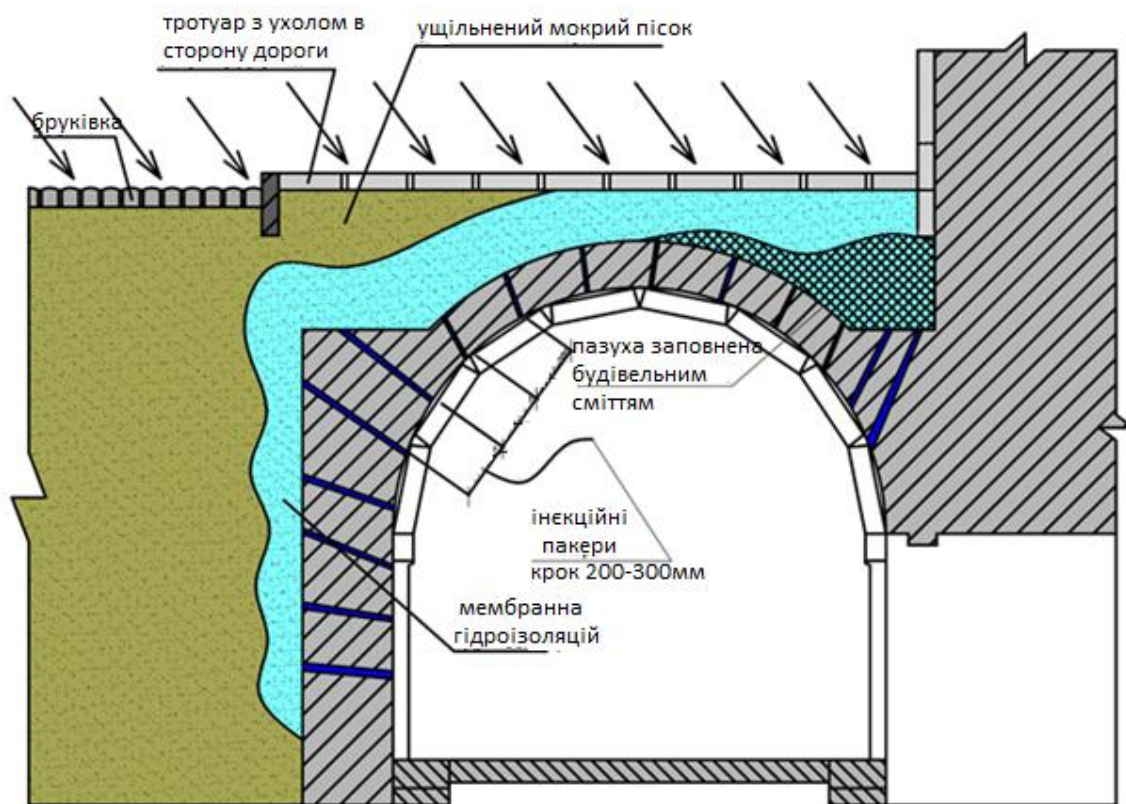


Рис. 8. Схема влаштування гідроізоляційного екрану на цегляних склепінні та стінах підвалу, м. Львів, пл. Ринок, 18

Висновки та перспективи подальших досліджень:

1. Дослідами встановлено, що матеріали на базі синтетичних смол краще проникають в структуру ґрунту ніж цементі емульсії. Властивості гелевих композитів дають можливість влаштування гідроізоляційних екранів в багатьох видах ґрунтів. На жаль відсутні дослідження щодо підтвердження збільшення чи зменшення фізико-механічних характеристик ґрунту просоченого акриловим гелем, а також невідомо яка довговічність гідроізоляційного екрану при мінусових температурах.

2. Виробники наголошують, що для нормального функціонування гелевого гідроізоляційного екрану мінімальна товщина селевого композиту над поверхнею конструкції повинна бути не менша 0,12м на нашу думку, таке твердження вимагає додаткових досліджень.

3. Дослідницькі роботи з влаштування гідроізоляційних екранів вимагають продовжен-

ня досліджень (в результаті наявності широкого асортименту матеріалів), так як в даній роботі досліджено тільки один матеріал.

На нашу думку для створення нормативних документів планується продовження досліджень широкого асортименту матеріалів, які послужать основою нормативного документу який на даний час відсутній.

Література

1. Błaszczński T., Klimaszewski B., Kucner W. Efektywność iniekcji gruntowych, [w]: Błaszczński T., Klimaszewski B., Kucner W. Trwałe metody naprawcze w obiektach budowlanych, red. T. Błaszczński, W Buczkowski, J. Jasiczak, M. Kamiński, DWE, Wrocław, 2015. – S. 38-53.
2. Błaszczński T., Klimaszewski B. Trwalosc iniekcji gruntowych, [w]: Naprawy a trwalosc obiektow budowlanych. Praca zbiorowa pod redakcja T. Błaszczńskiego, Wydawnictwo Politechniki Poznanskiej, 2017. – S. 58–74.
3. Topolnicki M. Podchwytywanie i podnoszenie obiektów budowlanych za pomocą kontrolowanych iniekcji geotechnicznych / M. Topolnicki // XXV Konferencja Naukowo-Techniczna Awaria Budowlane, Międzyzdroje, 2011. – S. 175-200.
4. Gnatowski M. Badania nad syntezą modyfikowaniem strukturą i właściwościami żywic mocznikowo – formaldehydowych przeznaczonych do wzmacniania oraz uszczelniania gruntów na drodze iniekcji. Praca dortorska, Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny, 1978.
5. Gnatowski M. Stabilizacja gruntów żywicami syntetycznymi / M. Gnatowski, A. Balcerzak i W. Giżycki // Inżynieria i budownictwo, Maj 1981. – S. 180.
6. Miłkowski W. Wzmacnianie i uszczelnianie górotworów środkami chemicznymi / W. Miłkowski, E. Gliwa i P. Szedel. – Katowice: Wydawnictwo Śląsk, 1982. S. 199.
7. Prof. dr. had. Inż. Bogdan Nazarewicz., mgr inż. Wiktor Czeczcin., Badanie przyczyn uszkodzeń podziemnego tunelu łączącego budynki Politechniki Lwowskiej. Przegląd budowlany NR 7-8. – 2018. – S. 78–81.
8. Prof. dr. Inż. Tomasz Błaszczński., mgr inż. Bogumil Klimaszewski., Wybrane czynniki mające wpływ na efektywnosc iniercji gruntowych. Przegląd budowlany NR 7-8. – 2018. – S. 139–141.
9. Лучко Й.Й. Методи захисту від корозії залізобетонних конструкцій і споруд / Й.Й. Лучко, Б. З. Парнета, Б. Л. Назаревич; за ред. д.т.н., проф. Й. Й. Лучка // М-во освіти і науки України; Дніпропетров. нац. ун-т залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна. – Львів: Каменяр, 2016. – 415 с.
10. Лучко Й. Й. Закриття тріщин в залізобетонних конструкціях ін'єкційними методами / Й. Й. Лучко, Б. Л. Назаревич, О. М. Гайда // Мости і тунелі. – Дніпропетровськ, 2013. – Вип. 4. – С. 19 – 25.
11. Инъекционные системы и технологии. Технические инструкции фирмы Bauhemia (МС). – Германия, 2009. – 39 с.

References

- [1] T. Błaszczński, B. Klimaszewski, W. Kucner, Efektywność iniekcji gruntowych, *Trwałe metody naprawcze w obiektach budowlanych*, DWE, Wrocław, pp. 38-53, 2015.
- [2] T. Błaszczński, B. Klimaszewski, Trwalosc iniekcji gruntowych, *Naprawy a trwalosc obiektow budowlanych*, *Wydawnictwo Politechniki Poznanskiej*, pp. 58–74, 2017.
- [3] M. Topolnicki, Podchwytywanie i podnoszenie obiektów budowlanych za pomocą kontrolowanych iniekcji geotechnicznych, *XXV Konferencja Naukowo-Techniczna Awaria Budowlane*, *Międzyzdroje*, pp. 175-200, 2011.
- [4] M. Gnatowski, *Badania nad syntezą modyfikowaniem strukturą i właściwościami żywic mocznikowo – formaldehydowych przeznaczonych do wzmacniania oraz uszczelniania gruntów na drodze iniekcji*. Praca dortorska, Politechnika Warszawska, Wydział Chemiczny,

- 1978.
- [5] M. Gnatowski, A. Balcerzak, W. Giżycki, Stabilizacja gruntów żywicami syntetycznymi, *Inżynieria i budownictwo*, Maj, pp. 180, 1981.
- [6] W. Miłkowski, E. Gliwa, P. Szedel, *Wzmacnianie. I uszczelnianie górotworów środkami chemicznymi*, Katowice, Śląsk, 1982.
- [7] B. Nazarewicz, W. Czeczcin, Badanie przyczyn uszkodzeń podziemnego tunelu łączącego budynki Politechniki Lwowskiej. *Przegląd budowlany*, vol. 7-8, pp. 78–81, 2018.
- [8] T. Błaszczynski, B. Klimaszewski, Wybrane czynniki mające wpływ na efektywność iniekcji gruntowych. *Przegląd budowlany*, vol. 7-8, pp. 139–141, 2018.
- [9] J.J. Luchko, B.Z. Parneta, B.L. Nazarevych, *Metody zakhystu vid korozii zalizobetonnykh konstruksii i sporud*. Lviv: Kameniar, 2016.
- [10] J.J. Luchko, B.L. Nazarevych, O. M. Haida, Zakryttia trishchyn v zalizobetonnykh konstruksiiakh inieksiinymy metodamy, *Mosty i tuneli*, Dnipropetrovsk, vol. 4, pp. 19–25, 2013.
- [11] Inieksionnye sistemy i tekhnologii. Tekhnicheskie instruksii firmy Bauhemia (MC). Germany, pp. 39, 2009.

ОТНОСИТЕЛЬНО МЕТОДИКИ УСТРОЙСТВА МЕМБРАННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ИНЪЕКЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Лучко И. И., д.т.н., профессор,
Львовский национальный аграрный университет
 luchko.diit@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3675-0503

Назаревич Б. Л., к.т.н., доцент,
Чечин В. В., магистр,
Национальный университет “Львовская политехника”
 bnazar@polynet.lviv.ua

Аннотация. Во введении сформулирована проблема исследований строительных конструкций и подземных зданий, длительной эксплуатации, на которые влияет влага. Актуальность заключается в том, что здания и сооружения на которые влияет влага значительно теряют свои нормативные характеристики, что приводит к значительным материальным затратам. Цель данной работы, исследование технологии устройства мембранной гидроизоляции подземных сооружений гелевыми композициями. В данной работе проанализирована целесообразность применения методики устройства мембранной гидроизоляции подземных сооружений инъекционными методами. Показано, что во многих подземных сооружениях очень часто наблюдаются видимые или скрытые источники намокания, которые повышают агрессивность среды и ускоряют коррозионное разрушение. Применение метода инъекций для нагнетания веществ в структуру почвы, с целью его уплотнения носит название мембранная гидроизоляция. Обращено внимание на тщательную подготовку кирпичных конструкций к инъектированию и опытами установлено, что материалы на базе синтетических смол лучше проникают в структуру почвы, чем цементные эмульсии. Свойства гелевых композитов позволяют устраивать гидроизоляционные экраны подземных сооружений во многих видах почв. Работы по устройству гидроизоляционных экранов на объектах, указанных в этой работе подтвердили надежность мембранной гидроизоляции и следов намокания не обнаружено в течение двух лет. К сожалению, отсутствуют исследования по подтверждению увеличения или уменьшения физико-механических характеристик грунта пропитанного акриловым гелем, а также неизвестно какая долговечность гидроизоляционного экрана при минусовых температурах. Исследовательские работы по устройству гидроизоляционных экранов требуют продолжения исследований (в результате наличия широкого ассортимента материалов), так как в данной работе исследован только один материал.

Для создания нормативных документов планируется продолжение исследований широкого ассортимента материалов, которые послужат основой нормативного документа, который в настоящее время отсутствует.

Ключевые слова: мембрана, гидроизоляция, смола, коррозия, инъекционный метод, усиление.

**REGARDING THE METHODS OF MEMBRANE HYDRO INSULATION
MUTUALIZATION BY INJECTION METHODS OF LINEAR SPIRITS**

Luchko J.J., Doctor of Science, Professor,
Lviv National Agrarian University

luchko.diit@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3675-0503

Nazarevich B.L., PhD, Associate Professor,

Chechin V.V., master's degree

National University "Lviv Polytechnic"

bnazar@polynet.lviv.ua

Abstract. The problem of research of building structures and underground buildings, long-term operation, which are affected by moisture is formulated in the introduction. The urgency lies in the fact that buildings and structures that are affected by moisture significantly lose their standard characteristics, which leads to significant material costs. The purpose of this work is the study of technology devices membrane waterproofing of underground structures of gel compositions. The feasibility of applying of membrane waterproofing method of underground structures with injection methods is analysed in this work. It is shown that in many underground structures very often visible or hidden sources of wetting are observed, which increase the aggressiveness of the environment and accelerate corrosion destruction. The use of the injection method for injecting substances into the soil structure, in order to seal it, is called membrane waterproofing. Attention is paid to the thorough preparation of brick structures for injection and it is established through experiments that materials based on synthetic resins better penetrate the soil structure than cement emulsions. The properties of gel composites make it possible to arrange waterproofing screens for underground structures in many types of soil. Work on the installation of waterproofing screens at the sites indicated in this work confirmed the reliability of membrane waterproofing and no traces of wetting were found for two years. Unfortunately, there are no studies to confirm the increase or decrease in the physic and mechanical characteristics of the soil impregnated with acrylic gel, and it is also unknown what is the durability of the waterproofing screen at sub-zero temperatures. Research work on waterproofing screens requires further research (as a result of the presence of a wide range of materials), as only one material has been studied in this work.

To create regulatory documents, it is planned to continue research on a wide range of materials that will serve as the basis for a regulatory document that is currently missing.

Keywords: membrane, waterproofing, resin, corrosion, injection method, reinforcement.

Стаття надійшла 3.04.2019