

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

# БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО



№ 65 2019

Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки)

Випуск присвячено науково-технічній конференції

«Застосування нових матеріалів і технологій захисту, гідроізоляції,

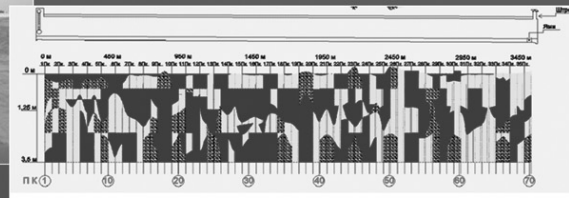
укріплення конструкцій об'єктів на етапі проектування, будівництва, експлуатації»



ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ  
ТЕХНОЛОГІЇ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ СТИКІВ  
МАТЕРІАЛАМИ ПОЛІУРЕТАНОВИМИ  
SPT RESINS. с. 54



СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ПРОБЛЕМИ  
ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ с. 3



МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ  
ОБСТЕЖЕНЬ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД  
НА ПРИКЛАДІ ДЕРИВАЦІЙНОГО ТУНЕЛЮ  
ТЕРЕБЛЕ-РІЦЬКОЇ ГЕС с. 7

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації

Серія КВ № 21921-11821ПР від 23.03.2016 р.

Наказ Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання № 515 від 16.05.2016 (технічні науки) та № 1222 від 07.10.2016 (економічні)

Міжвідомчий науково-технічний збірник видається з 1965 року.

Співзасновниками є: ДП «Науково-дослідний інститут будівельного виробництва» (ДП «НДІБВ») та Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА).

Розглянуто питання становлення саморегулювання в будівництві, економічної ефективності енергозберігаючих заходів у будівництві, механізм оптимізації діяльності будівельних підприємств, удосконалення технології та організації виконання робіт у промисловому і житловому будівництві, висвітлено нові напрями у технології будівельних процесів.

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

#### Редакційна колегія:

к.т.н., с.н.с. Григоровський П.Е. –  
головний редактор;  
к.е.н., с.н.с. Молодід О.О. –  
заступник головного редактора;

д.т.н., проф. Білоконь А.І. (Україна);  
д.т.н., проф. Вечеров В.Т. (Україна);  
д.т.н., проф. Городецький О.С. (Україна);  
д.т.н., проф. Долотов О.В. (США);  
д.т.н., проф. Дорофеев В.С. (Україна);  
д.т.н., проф. Клованич С.Ф. (Польща);  
д.т.н., проф. Кравчуновська Т.С. (Україна);  
д.т.н., проф. Менейлюк О.І. (Україна);  
д.т.н., проф. Михайленко В.М. (Україна);  
д.т.н., проф. Млодецький В.Р. (Україна);  
д.т.н., проф. Осипов О.Ф. (Україна);  
д.т.н., проф. Пилипенко В.М. (Білорусь);  
д.т.н., проф. Плоский В.О. (Україна);  
докт. Радей Карел (Чехія);  
д.т.н., проф. Радкевич А.В. (Україна);  
д.т.н., проф. Савйовський В.В. (Україна);

д.т.н., проф. Тугай О.А. (Україна);  
д.т.н., проф. Тонкачєєв Г.М. (Україна);  
д.т.н., проф. Шатов С.В. (Україна);  
д.т.н., проф. Шумаков І.В. (Україна);  
д.т.н., проф. Файвусович О.С. (Україна);  
д.е.н., проф. Бондар О.А. (Україна);  
д.е.н., проф. Бондаренко Є.В. (Україна);  
д.е.н., проф. Дмитренко Г.А. (Україна);  
д.е.н., проф. Куліков П.М. (Україна);  
д.е.н., проф. Лакатош Янош (Угорщина);  
д.е.н., проф. Лич В.М. (Україна);  
д.е.н., проф. Сломски Войтех (Словаччина);  
д.е.н., проф. Сиройч Здислав (Польща);  
д.е.н., проф. Сухоруков А.І. (Україна);  
д.е.н., проф. Рижаківа Г.М. (Україна);  
д.е.н., доц. Стеценко С.П. (Україна);  
д.е.н., проф. Сорокіна Л.В. (Україна);  
д.е.н., проф. Трейковскі Маріан  
(Македонія);  
д.е.н., проф. Фингер Матіас (Швейцарія);  
к.е.н. Заблоцький Є.Й. (Україна).

Технічний редактор О.М. Смірнова  
Художнє оформлення реклами О.М. Галицький  
Комп'ютерна верстка та графіка О.В. Сирота

Мова видання: українська і російська.

Затверджено до друку Вченою радою інституту  
протокол № 2 від 21.02.2019 р. №65 (технічні науки)

Адреса редколегії збірника:

03110, МСП, Київ, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51. Тел. 248-48-68

E-mail: [vistavca@ukr.net](mailto:vistavca@ukr.net)

web: <http://ndibv-building.com.ua>

Редакція не завжди поділяє думку та погляди автора. Відповідальність за достовірність фактів, власних імен, географічних назв, цитат, цифр та інших відомостей несуть автори публікацій.

Відповідно до Закону України «Про авторське право та суміжні права» при використанні наукових ідей та матеріалів цього збірника посилання на авторів і видання є обов'язковим.

Журнал реферується у наукометричній базі даних



ISSN 2524-2555 (online)  
ISSN 0131-8942 (print)

УДК 699.8;69.001.12/18

**О.І. Гармаш**

завідувач лабораторії покрівельних і гідроізоляційних робіт ДП "НДІБВ", м. Київ

## СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ПРОБЛЕМИ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ

**Анотація.** У статті наведено аналіз світового досвіду влаштування гідроізоляції підземних частин будівель і споруд. Успіх у комерційних фірм проявляється тільки тоді, коли в одному підприємстві зосереджуються наукові дослідження, виробництво гідроізоляційного матеріалу, його застосування. Вирішення проблеми гідроізоляції в Україні - забезпечення комплексу умов пристрою надійної гідроізоляції.

**Ключові слова:** гідроізоляція, проектування та влаштування гідроізоляції, багатоступенева надійна гідроізоляція.

### Постановка проблеми.

В останні роки в Україні почали збільшуватися обсяги будівництва підземних споруд, які вимагають виконання значних обсягів гідроізоляційних робіт (метро, підземні паркінги, підземні комплекси).

Можна навести приклади тільки по м. Києву: лінії і станції метрополітену, підземні споруди і приміщення під Майданом Незалежності, підземні магазини, кафе в районі Хрещатика від Бессарабки до площі Льва Толстого і багато інших об'єктів. Слід зазначити і низьку якість виконання гідроізоляції будівельних конструкцій як на стадії будівництва, так і низьку довговічність на стадії експлуатації, що і призвело до появи проблем гідроізоляції в країні: витрачаються значущі фінансові та матеріальні ресурси, трудові витрати, а гідроізоляція тече.

### Результати досліджень.

Такий процес поступового переходу від будівництва одноповерхових підземних приміщень в складі багатоповерхових будівель до заглиблених (іноді на значну глибину) споруд, колекторів, тунелів вимагає негайного перегляду концепції проектування, а потім влаштування супернадійної гідроізоляції.

У цьому плані слід провести аналіз світового досвіду проектування і влаштування гідроізоляції.

Викликають зацікавленість наступні розробки.

Компанія **SPRAY-LOCK CONCRETE PROTECTION (США)** виробляє засоби для нанесення розчинів, що наносяться розпиленням під супертиском, котрий проникає в бетонні капіляри і пори поверхні конструкції для забезпечення високої водонепроникності і захисту всієї структури капілярів і пор.

**ALL-AMERICAN WATERPROOFING COMPANY (США)** (Всеамериканська Гідроізоляційна Компанія) вважає, що одним з кращих методів гідроізоляції фундаменту є установка внутрішньої дренажної системи під підлогою (системи скидання тиску) по периметру підлоги, системи дренажу по периметру фундаменту або зовнішньої системи фундаменту.

Фірма **PITCHMASTIC PMB (Англія)** провідна організація з захисту конструкцій на світовому ринку, пропонує широкий асортимент високоефективних водонепроникних матеріалів для захисту конструктивних елементів від впливу навколишнього середовища і хімічних речовин, попадання води і корозії.

Маючи більш ніж 70-річний досвід і знання, а також виготовивши більше 12 000 000 м<sup>2</sup> гідроізоляції, **PITCHMASTIC PMB** є однією з найбільших організацій в галузі.

Матеріал РМВ утворює гнучку, хімічно стійку безшовну мембрану, досить міцну, щоб протистояти впливу на підземні конструкції. РmB має виняткову міцність зчеплення з усіма зазвичай використовуваними основами, має відмінну здатність до подолання тріщин, очікуваний термін служби понад 30 років.

Фірма **AMERICAN HYDROTECH, INC. (США)** – 50 років перевіреної роботи в польових умовах. Монолітна мембрана Hydrotech, оригінальна прогумована асфальтова мембрана, що наноситься в гарячому стані, вже більше 50 років застосовується в будівництві і підтримує водонепроникність високопрофільних конструкцій по всій країні і по всьому світу. З більш ніж двома мільярдами квадратних футів, передбачених в проектах і виконаних в більш ніж 36 країнах, Hydrotech є визнаним лідером в індустрії гідроізоляції.

Фірма **SIKA (США)** будучи світовим лідером в розробці рішень для гідроізоляції, має найповніший асортимент продуктів і систем. З складовими гідроізоляційними добавками, мембранами Sika пропонує гідроізоляційне рішення для будь-якого застосування. Маючи більш ніж 100-річний досвід в області гідроізоляції, що охоплює весь світ, Sika є визнаним лідером.

Фірма **RIW (Великобританія)** має майже столітній досвід роботи з сучасним набором гідроізоляційних рішень для підземних конструкцій. Від листо-



Рис. 1. Влаштування прогумованої мембрани ММ6125 на гарячий асфальтовий шар



Рис. 2. Полімер-каучукова герметизуюча стрічка для герметизації примикань і швів у вологих зонах

вих нанесених систем до структурного дренажу, натрієво-бентонітових систем до міцної гідроізоляції на основі цементу, газонепроникних і рухомих сполук. Інноваційні рішення для гідроізоляції доповнюють класичні рідинні системи.

Лондонська гідроізоляційна компанія **LONDON WATERPROOFING (Великобританія)** більше 25 років займається захистом від вологи і гідроізоляцією об'єктів в Лондоні. Гідроізоляційні мембрани виготовлені з поліетилену високої щільності або поліпропілену. Вони виготовляються у формі листа з широким діапазоном ширини і товщини, призначеним для запобігання проникнення вологи всередину конструкції. Дренажні мембрани порожнин мають шпильки різних розмірів, які дозволяють воді стекти під дією сили тяжіння до найнижчої точки. Мембрани є гнучкими і здатні протистояти розтріскуванню і переміщенню всередині конструкції.

Компанія **"ЛІСОН" (Німеччина)** — представник відомих в світі торгових марок **SATECMA (Іспанія), PENTRA (Бельгія), MINOVA (Німеччина), DIAMATIC (Голландія), ERMATOR (Швеція)**. Компанія спеціалізується на гідроізоляції будівельних конструкцій і споруд.

Гідроізоляція будь-якої складності **MINOVA CARBOTECH**; гідроізоляція деформаційних швів за допомогою акрилатних смол **"КАРБО Криль"** і поліуретанових смол **"КАРБОКРЕКСІЛ"**; смоли для ін'єкцій; анкерні системи.

Відповідно до європейських стандартів (наприклад, EN 13491) і територіальних будівельних норм, довговічність гідроізоляції тунелів повинна становити не менше 100 років.

Для влаштування гідроізоляції тунелів відкритого і закритого способу робіт компанія **"AGRU Kunststofftechnik GmbH" (Німеччина)** застосовує



Рис. 3. Ін'єкційна гідроізоляція швів з матеріалу Мінова (Німеччина)



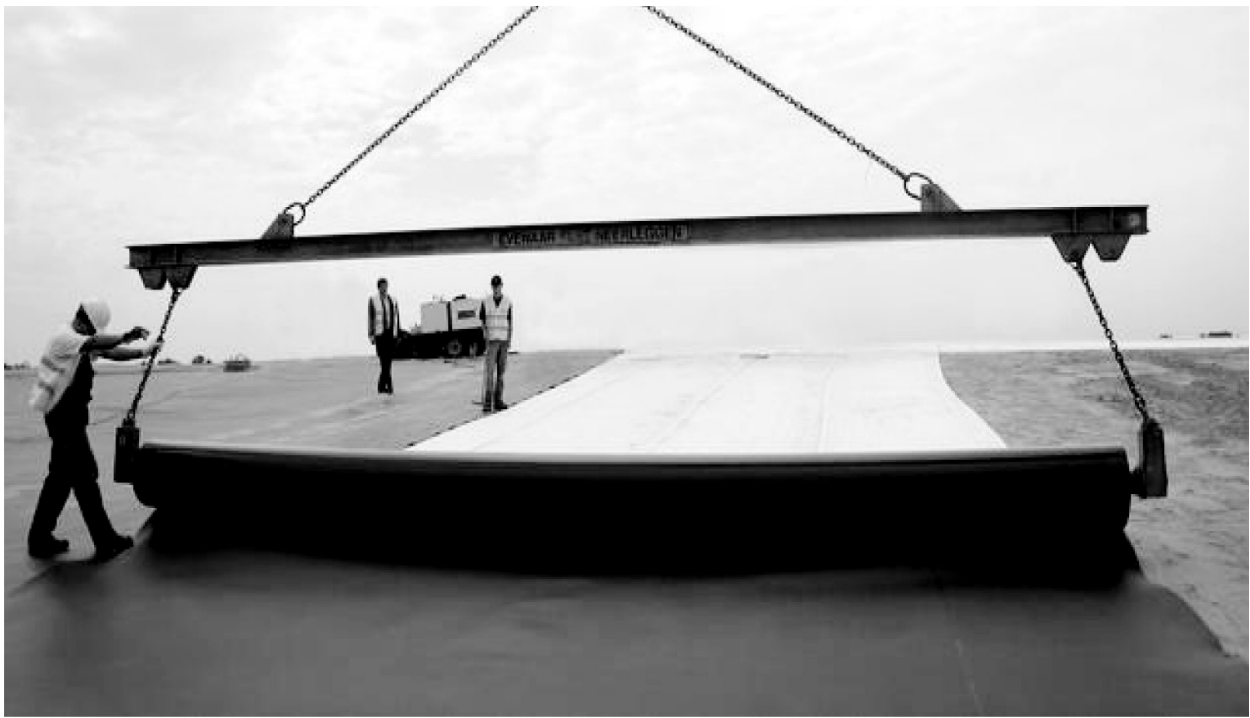


Рис. 4. Влаштування гідроізоляції із полімерної геомембрани

мембрану AGRUFlex в поєднанні з геотекстилем. Довговічність такої гідроізоляції, за даними німецького Федерального інституту з дослідження матеріалів і тестування, становить не менше 127 років.

Фірма **WTJ (Waterproofing technology, Canada)** пропонує інфрачервону діагностику для виявлення прихованої вологи в конструкціях будівлі.

Фірма **MINOVA (Німеччина)** є провідним світовим брендом і має більш ніж 135-річний досвід, завдяки чому набуває досвід розробки передових анкерних рішень і ноу-хау для проектування і застосування.

*Коли в скелі створюється отвір, оточуючі пласти незмінно стають нестабільними, проте цим явищем можна керувати за допомогою різних методів підтримки і методів посилення. У разі опорних методів використовуються конструктивні елементи, такі приклади включають сталеві арки, сітку і торкрет-бетон.*

Підсилення породи включає в себе методи, які змінюють внутрішню поведінку гірської маси шля-

хом установки елементів конструкції — точкові анкерні гвинти, фрикційні болти і повністю герметичні анкерні з'єднання.

Фірма **MINOVA** поставляє широкий асортимент вологих і сухих продуктів, що розпилюються, які виконують функцію структурних або гідроізоляційних мембран.

Також застосовують полімерні мембрани для захисту навколишнього середовища від забруднень на різних полігонах для складування побутових і промислових відходів, на нафтовидобувних і нафтопереробних підприємствах та багатьох інших цілей. Мембрани випускаються на основі різних полімерів полівінілхлориду (ПВХ), термопластичних олефінів



Рис. 5. Влаштування гідроізоляції з EPDM-мембрани (з пригрузом)



Рис. 6. Гідроізоляція з високоефективної гнучкої еластомірної бітумної мембрани SBS з нетканим поліефірним армуванням фірми Soprema UK



Рис. 7. Високоєфективна стрічка Полістоп. Внутрішній і зовнішній ПВХ-водяний стопор для швів фірми Henkel

(ТПО), хлорсульфированного поліетилену (ХСП), етилен-пропілен-діен-мономер (ЕПДМ) і ін.

Із сучасних видів гідроізоляційних систем на основі полімерних мембран фірми **MINOVA** для підземних споруд становить інтерес:

- система з гідроізоляційними шпонками для поділу гідроізоляційного поля на незалежні карти з ремонтної ін'єкційної системою;

- двошарова система з вакуумним контролем якості.

**Аналіз світового досвіду** проектування і влаштування гідроізоляції дозволяє відзначити такі особливості: деякі фірми зосереджують у своїх руках пошуково-дослідні роботи зі створення нових матеріалів і технологій, проектні бюро для надання конструктивних рішень гідроізоляцій, виконання робіт по влаштуванню гідроізоляції та супутніх конструкцій з обов'язковим наданням гарантій;

Фірма **ІКО (Канада)** має 25 підприємств, поставання в 96 країн світу.

Фірма **Carlisle Construction Materials LLC (США)** має 26 заводів в Північній Америці і 5 в Європі.

Фірма **Soprema UK (Великобританія)** заснована в 1908 році та працює в 90 країнах, має 7 науково-дослідних та дослідно-конструкторських Центрів, 18 учбових центрів. Нараховує 34 виробничих підприємства, 60 дочірніх підприємств.

Фірма **PENETRON INTERNATIONAL (США)** заснована в 1979 році, сітка продажу охоплює більш ніж 65 країн світу.

Фірма **PENETRON INTERNATIONAL** розробляє і виробляє високоякісну продукцію для широкого спектру застосування гідроізоляції.

Компанія **Henkel (Німеччина)** має 340 заводів в 70 країнах. Дохід фірми в 2010 році склав близько 20 млрд. доларів США.

Більшість іноземних компаній приділяють виключно пильну увагу методам контролю якості виконаного гідроізоляційного покриття. Одні використовують метод створення вакууму під мембраною, інші – цілий набір методик, включаючи гідрологічні і геоелектричні методи, тепловізійну діагностику, метод потенціалу мимовільної поляризації.

На жаль, на практиці на практиці в Україні ми дуже часто зустрічаємося з тим, що головним критерієм при виборі системи гідроізоляції є найнижча ціна, а не технічні показники, їх відповідність технічним вимогам, реальна і прогнозована довговічність. Замовники часто забувають, що за більш високою ціною на систему стоять також і її більш високі технічні властивості і можливості.

**Інститут вніс свій внесок у вирішення проблеми гідроізоляції.**

Колектив інституту в 1980 році отримав **Премію Ради Міністрів СРСР** за розробку мастичних гідроізоляцій з бітумно-емульсійних-латексних матеріалів, а в 1996 році отримав **Державну премію України** за розробку технології влаштування мастичних гідроізоляцій з бітумно-бутилкаучукових мастик і впровадження в будівництво 1 млн. м<sup>2</sup> гідроізоляції.

Лабораторія продовжує працювати над вдосконаленням конструктивних рішень технології влаштування гідроізоляції. Сформульовано наступні правила проектування:

- гідроізоляція підземної частини будівель повинна являти собою безперервний водонепроникний контур;

- в залежності від ступеня надійності слід розрізняти три типи гідроізоляції: 1) об'ємна гідроізоляція конструкції; 2) "поверхнева гідроізоляція"; 3) "приповерхнева гідроізоляція";

- гідроізоляцію заглиблених тунелів доцільно розміщувати в районі нейтральної зони поперечного перерізу;

- розміщення вільної порожнистої поверхні поруч з гідроізоляцією для підкачки гідроізоляційного компонента під час тривалого терміну експлуатації і підвищення герметичності;

- для заглиблених підземних частин будівель ефективним буде таке конструктивне рішення гідроізоляції підвищеної надійності: об'ємна гідроізоляція конструкції + поверхнева гідроізоляція.

#### **Висновки.**

Аналіз світового досвіду проектування і влаштування гідроізоляцій, аналіз підвищення обсягів зведення підземних споруд значного заглиблення показали необхідність зміни існуючої методики проектування гідроізоляції, підготовки Державних будівельних норм, створення умов влаштування багатоступінчастої надійної гідроізоляції будівельних конструкцій заглиблених будівель і споруд.

УДК 624.131.2;725.42:620.9

**Н.П. Чуканова**, завідувач відділу  
**О.В. Мурсьова**, заступник завідувача відділу;  
**О.В. Куролес**, інженер-будівельник;  
**Ю.М. Халупка**, інженер-будівельник, ДП "НДІБВ", м. Київ

## МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ОБСТЕЖЕНЬ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НА ПРИКЛАДІ ДЕРИВАЦІЙНОГО ТУНЕЛЮ ТЕРЕБЛЕ-РІЦЬКОЇ ГЕС

**Анотація:** В статті приведений практичний досвід виконання вимірювальних робіт під час інструментального обстеження гідротехнічних споруд на прикладі Теремле-Ріцької ГЕС в с. Нижній Бистрий, Хустського району, Закарпатської області. Результати виконання робіт з обстеження використовувались як збір вихідних даних для подальшого проектування капітального ремонту. За результатами комплексного обстеження було надано рекомендації з можливих методів ремонтно-відновлювальних заходів дериваційного тунелю Теремле-Ріцької ГЕС.

**Ключові слова:** розбивка пікетів, обстеження конструкцій, інструментальні випробування, геофізичне обстеження, ремонтні заходи, відновлення поверхонь, композитні суміші, полімерні суміші, що розширюються, адгезійні та гідрофобні властивості, герметичність.

### Постановка задачі

В процесі планових обстежень дериваційного тунелю Теремле-Ріцької ГЕС експлуатуючою організацією було встановлено наявність дефектів, що потребують термінового усунення, для забезпечення можливості експлуатації дериваційного тунелю в звичайному режимі, а саме: протікання напірні та безнапірні, руйнування торкрет бетону з оголенням арматури, розмивання днища, тощо. Ймовірною причиною наявності протікань, є наскрізні отвори в стінках тунелю, що в наслідок локальних витоків могли призвести до суфозій та утворення порожнин за стінками тунелю ззовні. Наявність зовнішніх порожнин або місць ослабленого ґрунту, є можливою причиною втрат обсягів робочого потоку та можливих деформацій. У зв'язку з цим прийнято рішення про необхідність виявлення зовнішніх порожнин

або місць ослабленого ґрунту для їх ліквідації з метою запобігання аварійних ситуацій.

### Характеристика об'єкту обстеження

Збудована ГЕС була в 1949-1955 роках, перший промисловий струм одержано в 1956-му. Потужність – 27 000 кВт, щорічне виробництво електроенергії – в середньому (залежно від рівня води в річках) 123 млн. кВт-годин. Після спорудження греблі виникло Вільшанське водосховище об'ємом 23,7 млн куб. м, площа водного дзеркала – 1,6 кв.км. Об'єкт обстеження дериваційний тунель круглого перерізу діаметром 2,52 м завдовжки 3,7 км, яким води ріки Теремлі, що забезпечують обертання турбін ГЕС потрапляють до річки Ріка (рис. 1).

Методика проведення візуально-інструментальних досліджень



Рис.1 – Схема влаштування Теремле-Ріцької ГЕС

Візуальне та інструментальне обстеження представлено як збір вихідних даних для подальшої розробки проекту капітального ремонту або реконструкції дериваційного тунелю.

Дериваційний тунель це об'єкт, що експлуатується в складних та особливих умовах, а отже діагностику його технічного стану рекомендується проводити з дотриманням таких положень:

а) конструктивний та інший захист об'єкта повинен бути перевірений на дотримання вимог чинних норм з будівництва у відповідних умовах;

б) об'єкт, який не відповідає вимогам чинних норм з будівництва у відповідних умовах, не може бути віднесений до категорії технічного стану "1" або "2", якщо достатність конструктивного та іншого захисту не доведена перевірними розрахунками відповідно до вимог чинних норм;

в) для об'єктів або їх частин, віднесених до категорії технічного стану "3" або "4", програма обмеженого режиму експлуатації розробляється науководослідними або проектними організаціями, які спеціалізуються у відповідній галузі будівництва.

До початку робіт було розроблено проект виконання робіт (ПВР) на виконання візуального та інструментального обстеження дериваційного тунелю Тербле-Ріцької ГЕС. ПВР включав інформацію, щодо організації та технології виконання робіт, інструментів та обладнання необхідних для виконання робіт, вказані заходи з охорони та безпеки праці.

Розроблено наступний порядок виконання робіт при обстеженні тунелю:

1. Роботи розпочинати тільки після осушення тунелю. Доступ до тунелю виконувати через підхідний штрек за 30 м до 36ПК.

2. Для представлення у вигляді схем дефектів з прив'язкою до місць їх розташування на розгортках тунелю слід виконати розбивання тунелю по пікетам з кроком 25, 50, 75 та 100 м.

3. Виконати обстеження тунелю для визначення технічного стану, встановити та зафіксувати: наявність відшарування захисного покриття тунелю, каверн, відсутність захисного шару бетону, виступи арматури, стан корозії металевих елементів, місця протікання води в середину тунелю, предмети, що перешкоджають протіканню води, нерівності внутрішньої поверхні.

4. Виконати інструментальне обстеження, в ході якого визначити міцність зчеплення торкрет покриття з бетоном стінок тунелю. Для попереднього визначення міцності бетону по всій довжині тунелю, розташування точок випробувань виконати через кожні 100 м на однаковій доступній висоті тунелю. У випадку значних відхилень міцності бетону від проектних значень, ділянка має бути досліджена більш детально. Визначення міцності торкрет покриття та бетону тунелю (механічними приладами). Визначення міцності торкрет покриття в місцях рівновіддалених один від одного (покриття не повинно мати ознак відшарування). Визначення міцності бетону в місцях, де відшарувалося торкрет покриття (місця вимірювань вибирали рівномірно по довжині тунелю.

5. Основними дефектами і пошкодженнями бетонних і залізобетонних конструкцій є: наднормативні тріщини і деформації від силових впливів (статичних і динамічних, в т. ч. особливих) та корозійно-

го походження; роздроблення, лушення, тріщини в стиснутому бетоні; оголення, випірання, зміщення арматури та порушення її зчеплення з бетоном; корозійні пошкодження бетону, арматури, з'єднувальних закладних деталей; технологічні дефекти (усадочні тріщини, розшарування бетону, недостатній захисний шар бетону, розуцільненість у робочих швах тощо).

6. Основні характеристики, які підлягають визначенню при обстеженні: геометричні розміри конструкцій; деформації конструкцій (прогини, осідання тощо); параметри тріщин (ширина, довжина, глибина розкриття тріщин, їх місцеположення і характер); характеристики бетону; параметри механічних пошкоджень та руйнування бетону (глибина, площа тощо); розповсюдження корозії бетону (карбонізації, сульфатизації тощо); параметри армування (діаметр, напрям, крок, кількість тощо); ступінь пошкодження арматури і закладних деталей корозією та інші їх пошкодження (механічні, деформації, випірання тощо); характер корозії арматури та її колір; щільність продуктів корозії; площа та глибину ураженої поверхні; площа залишкового поперечного перерізу арматури.

7. Ширину розкриття тріщин в бетоні вимірюють в місцях максимального їх розкриття.

8. Геофізичні дослідження мають ряд особливостей, що виділяють їх серед інших видів інженерно-геологічних досліджень, а саме: інформация, отримана з них, носить інтегральний характер, тобто відноситься до певного об'єму (а не до "точки") породи; геофізичні методи дозволяють простежити геологічні межі безперервно; в ряді випадків інформація про характеристики масиву може бути отримана переважно за допомогою геофізичних методів (наприклад, оцінка неоднорідності масиву, визначення динамічних модулів пружності); геофізичні спостереження дозволяють оцінити стан породи і локалізувати область прогнозованої її зміни (наприклад: напруженість, цілісність, вологість і інше.);

9. Геофізичне обстеження для визначення геометричних розмірів та місць розташування порожнин та стану породи за облицюванням тунелю виконати у відповідності до ПВР. Виконати дослідження георадаром з радіусом дії до 50 м, після чого, за наявності аномалій на ділянці виконати більш детальне дослідження з радіусом дії до 4 м. В процес виконання робіт використати існуючий пікетаж, згідно якого початок робіт виконувати від 63ПК в напрямку 1ПК.

### Виклад основного матеріалу

Під час виконання візуального обстеження конструкцій, виявлені дефекти та пошкодження (відшарування захисного покриття тунелю, каверн, відсутність захисного шару бетону, виступи арматури, стан корозії металевих елементів, місця протікання води в середину тунелю, предмети, що перешкоджають протіканню води, нерівності внутрішньої поверхні) відмічали на схемах-розгортках тунелю з прив'язкою до попередньо розмічених пікетів. Виконували фотофіксацію виявлених дефектів та пошкоджень, відео та фотозйомку процесу обстеження.

Діагностування технічного стану тунелю здійснювали через виконання необхідної сукупності обстежувальних, розрахункових та аналітичних процедур.

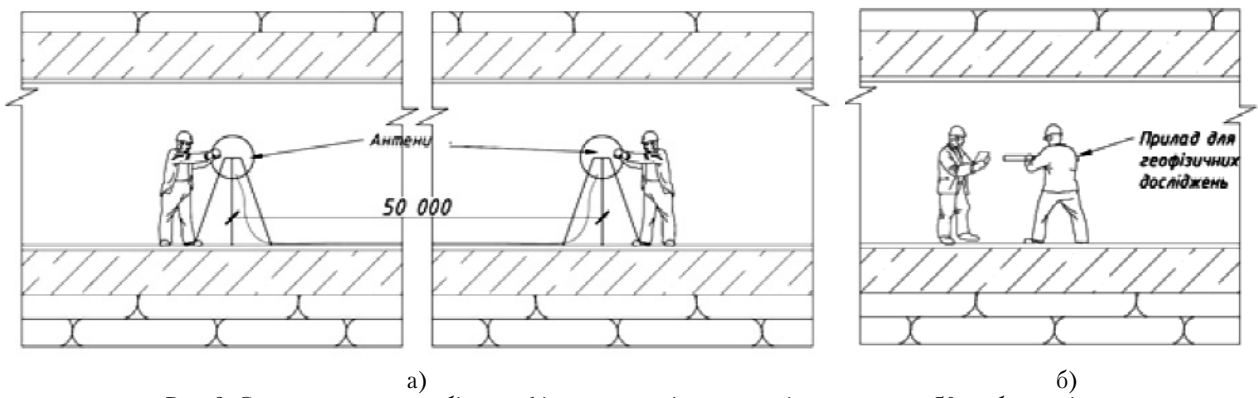


Рис. 2. Схема виконання робіт з геофізичних досліджень на ділянках: а) до 50 м; б) до 4 м

Фізико-механічні характеристики матеріалів конструкцій визначали: за допомогою стандартних неруйнівних та інших польових методів, а також шляхом вилучення зразків матеріалів та виконання стандартних лабораторних випробувань.

При визначенні фізико-механічних характеристик матеріалів і конструкцій керувалися вимогами та вказівками відповідних нормативних документів.

Інструментальне обстеження конструкцій тунелю полягає у визначенні: міцності зчеплення торкрет покриття з бетоном тунелю, міцності на відрив торкрет покриття та бетону тунелю, міцності на стиск торкрет покриття, міцності на стиск бетону. Інструментальні обстеження проводили з використанням приладів неруйнівного контролю (рис.3). Крім цього дослідження на ділянках, що межують з відшаруваннями виконано більш детально (досліджували на відстані 1 м від відшарування).

В методі радіохвильового зондування на вибраних оптимальних робочих частотах вимірюються компоненти електромеханічного поля (електричні або магнітні) та вивчається поглинання енергії радіохви-

ль пороною, геологічними або техногенними утвореннями, що знаходяться на трасі розповсюдження хвилі, між приймальною та випромінюючою антенною.

Передавач і приймач з випромінюючою і приймальною антенною розташовані, як правило, на певній відстані. Аналіз отриманих даних дозволяє визначити питому стійкість і діелектричну проникність порід в природному положенні та їх розподіл у досліджуваному середовищі. Діапазон використовуваних частот (0,1 – 30 МГц) дозволяє працювати в породах з питомим електричним опором від 20 Ом·м і вище при відстані між точками вимірювання від 5 до 60 м.

Технологічна схема виконання робіт з геофізичних досліджень на ділянках до 50 м та на ділянках до 4 м представлена на рис. 2.

Геофізичне обстеження для визначення порожнин та стану породи за облицюванням тунелю виконували з використанням антен георадару. Точки встановлення передаючої та приймаючої антен георадару розміщувались на лінії, розміченої на бічних поверхнях тунелю (стеля, дно, стіни) через кожні 50 метрів (рис. 4-5).

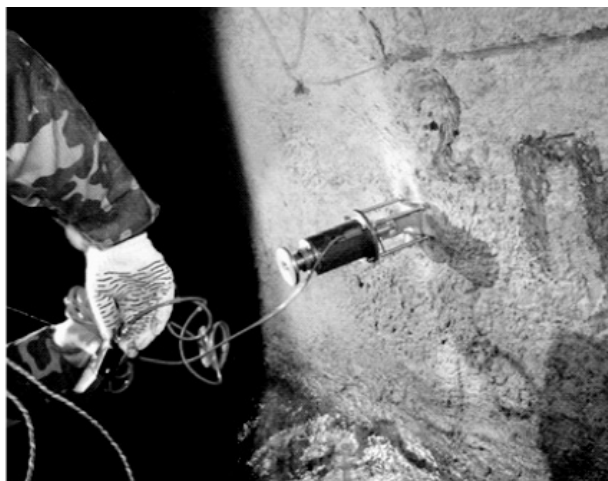


Рис.3. Визначення міцності на відрив з використанням адгезіометра

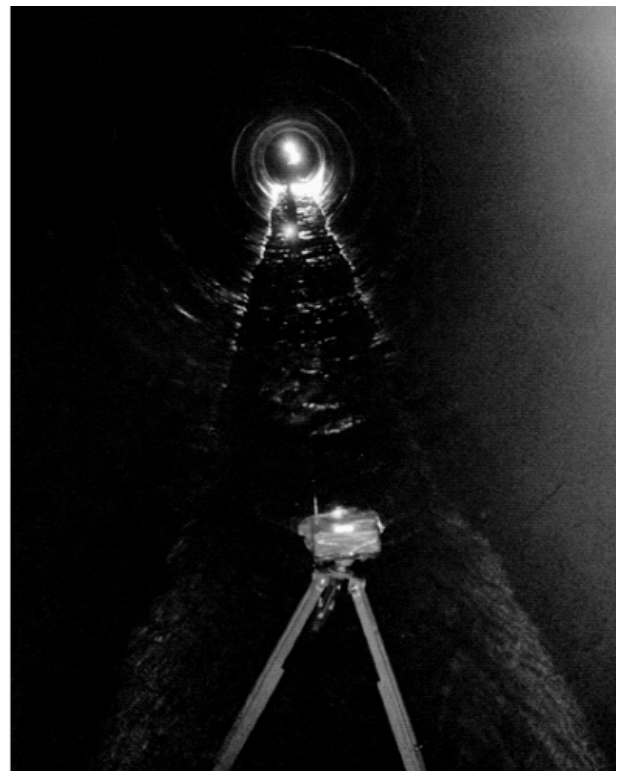


Рис.4. Дипольний індуктивний структуроскоп СДІ К-5



Рис.5. Розміщення вимірювальної системи в тунелю. На передньому плані - приймальна антена система

**Обробка отриманих даних**

Результати обстеження представлені у вигляді схем дефектів з позначеними місцями виконання інструментальних випробувань, на розгортках тунелю. Схеми дефектів розбивали на ділянки по 100 м у відповідності з розміченими при виконанні обмірних робіт пікетами, між пікетами відмічали відстані 25, 50 та 75 м, додатково штрих пунктирними лініями без підписів позначені відстані по 5 м (рис.6-7).

На схемах дефектів відповідними умовними позначеннями нанесено дефекти та пошкодження по внутрішній поверхні тунелю, місця визначення міцності матеріалів на відрив, місця визначення міцності на стиск (на розгортці такі місця пронумеровані, а в звіті про виконану роботу в табличній формі подано характеристики точок, що відповідають точкам на схемах дефектів та значення визначеної міцності на відрив та на стиск в цих точках).

Обробка результатів геофізичних досліджень, сумісно з геологічними даними, дозволила побудувати поздовжній розріз тунелю з геофізичною версією стану оточуючих оболонку тунелю гірських порід на відстані до 3,5м (рис.8), і виділити наступні гірські породи:

- скальні породи, незначного зволоження;
- великоуламкові піщаники та сланці, середнього зволоження;
- насичені вологою ґрунти, такі як сланці, глини.

За результатами проведеної роботи за допомогою геофізичних даних вдалося встановити структуру ґрунтового масиву за стінками тунелю до 3,5м та визначити геометричні дані ослаблених ділянок, вірогідних пустот та водяних мішків.

Проаналізувавши отримані дані з обстеження нами було надано рекомендації щодо відновлення герметичності тіла тунелю та заповнення порожнин за його стінками.

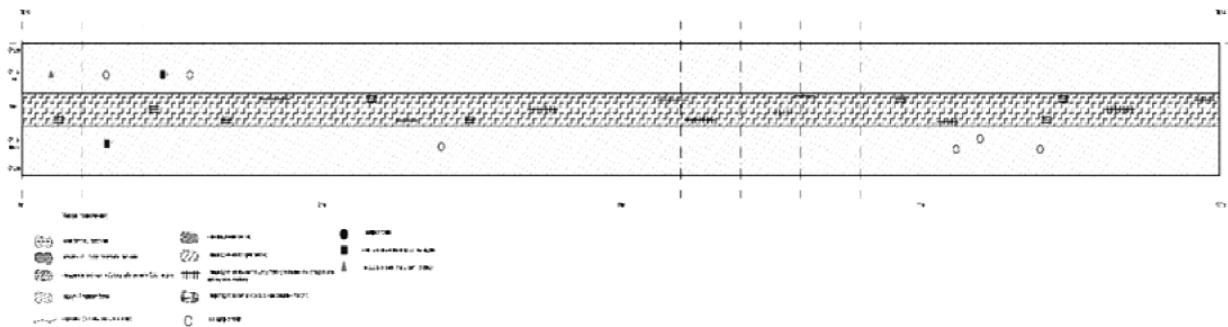


Рис.6. Приклад розгортки по внутрішній поверхні тунелю між ПК15 та ПК 14

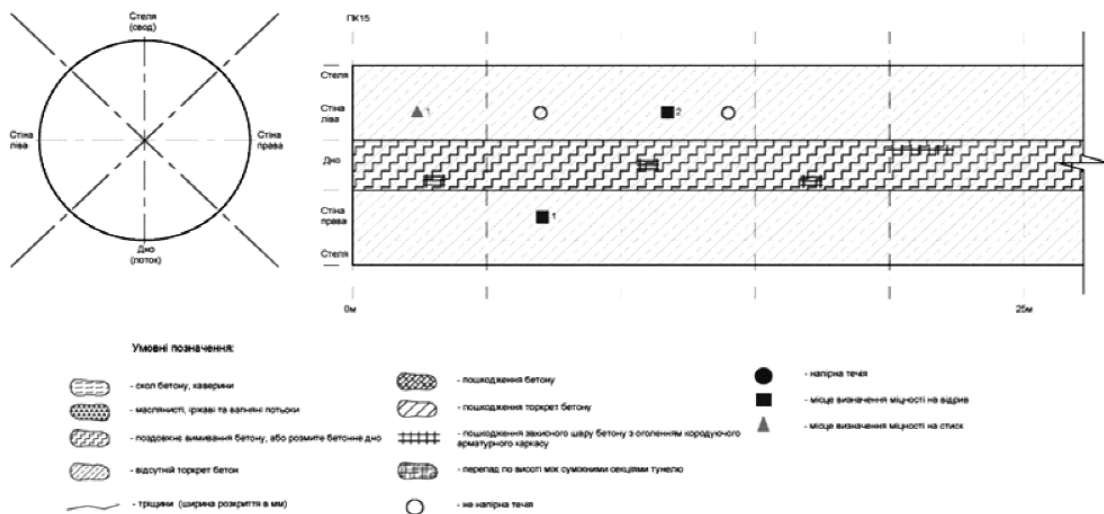


Рис.7. Фрагмент розгортки по внутрішній поверхні тунелю між ПК15 та ПК 14

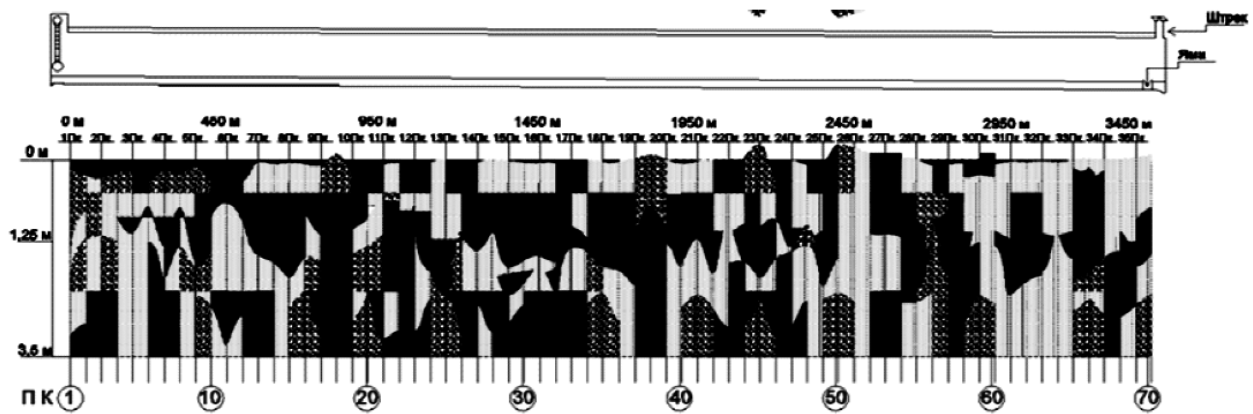


Рис.8. Фрагмент розгортки. Геофізична структура гірського масиву по протяжності днища та верхнього створу на глибинах до 3,5 м.

- – насичені вологою ґрунти, такі як сланці, глини;
- – великоуламкові піщаники і сланці, середнього зволоження ґрунти;
- – скальні породи, незначного зволоження ґрунти

Зокрема вологонасиченні місця ґрунтової основи за межами тунелю запропоновано заповнити по-

лімерними композиціями, що багатократно розширюються з високими показниками міцності, адгезійності та гідрофобності (рис. 9), а саме:

1. При пустотах великих розмірів із застосуванням матеріалів на крупнозернистих заповнювачах застосовується наступна послідовність проведення робіт при пустотах великих розмірів із застосуванням матеріалів на крупнозернистих заповнювачах. Виконується буріння 2-4 отворів діаметром 100-150мм, частина з яких буде використано для ін'єктування, решта як дренажний отвір для виходу рідин при ін'єктуванні. Під тиском нагнітаються крупнозернисті наповнювачі. Монтаж металевих ін'єкторних трубок, закріплення трубок в тілі труби шляхом чеканки отворів швидкодіючими розчинами. Через ін'єкторні металеві трубки діаметром 14\*1 виконується ін'єктування матеріалів для заповнення пустот, витіснення будь-яких рідин із існуючих лінз навколо труби, утворення об'ємної мономолекули. Демонтаж ін'єкторних трубок.

2. При пустотах малих розмірів застосовується наступна послідовність. виконується буріння 2-6 отворів діаметром 12 мм, частина з яких буде використано для ін'єктування, решта як дренажний отвір для виходу рідин при ін'єктуванні. Монтаж ін'єкторів, закріплення їх в тілі труби. Через ін'єктори виконується ін'єктування матеріалів для заповнення пустот, витіснення будь-яких рідин із існуючих лінз навколо труби, утворення об'ємної мономолекули. Демонтаж ін'єкторів.

Для ремонту внутрішньої поверхні тунелю рекомендовано наступні варіанти (рис. 10):

1. Утворення полімерного покриття з використанням модифікованої композиції ЕДМОК з армуванням спеціальними тканинами (склотканини, лавсанові, базальтові, вуглепластик). Як правило, товщина такого покриття від 8 до 20мм в залежності від вимог по міцності та може буди товщиною 1-2мм, якщо всі навантаження приймає на себе стінки тунелю. Даний метод не вимагає великих вимог по підготовці поверхні. Також може бути розглянутий варіант ін'єктування даної композиції в простір утворений опалубкою та стінкою тунелю.

2. Використання композитної суміші Консолід-1 (адгезійна, зміцнююча та гідрофобізуюча функція), як добавок до ремонтних сумішей на основі цементу наприклад, торкретбетон, а також для ремонту мікротріщини.

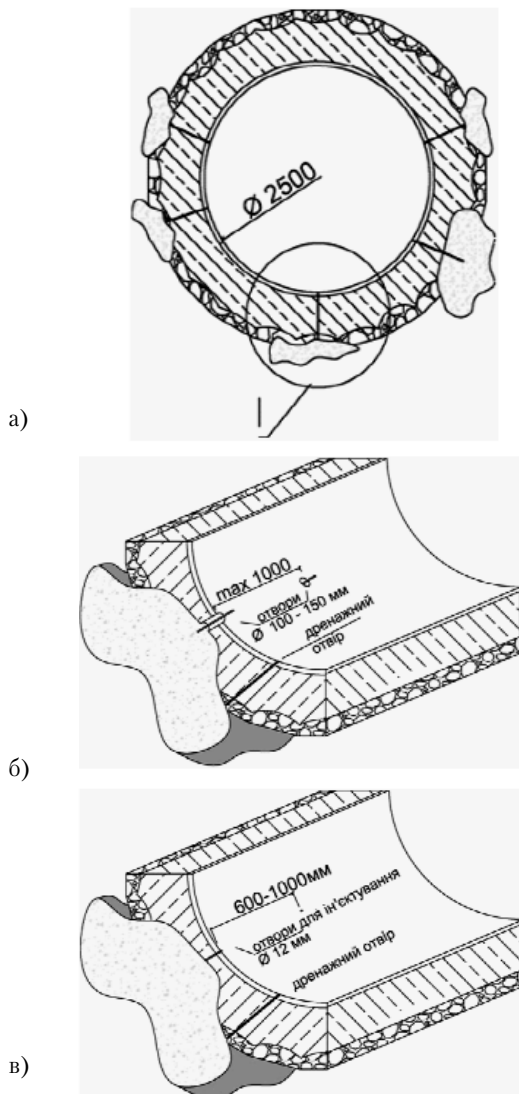


Рис. 9. Схема виконання робіт із заповнення порожнин за стінками тунелю: а – загальний вигляд розрізу тунелю, б – при пустотах великих розмірів, в – при пустотах малих розмірів



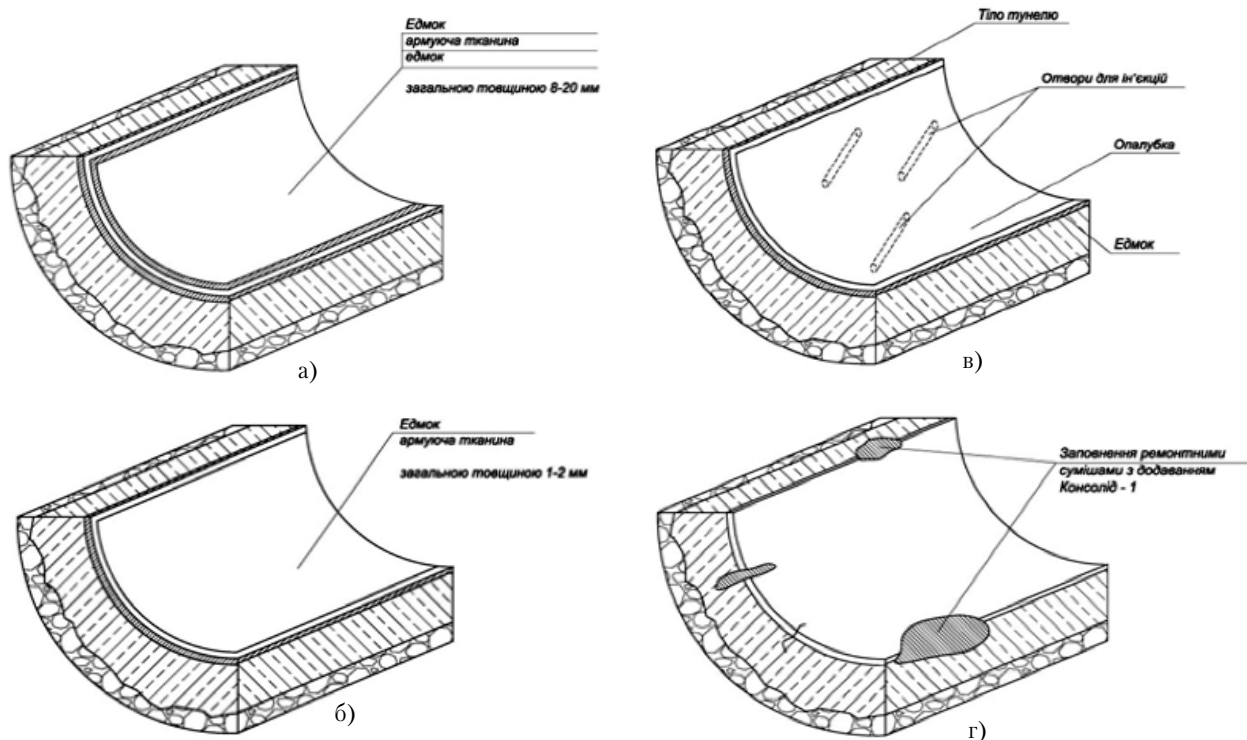


Рис. 10 Схема виконання робіт із ремонту внутрішньої поверхні тунелю: а – з утворенням суцільного захисного покриття з армуванням спеціальними тканинами товщиною 8-20мм, б – з утворенням суцільного захисного покриття з армуванням спеціальними тканинами товщиною 1-2мм, в – з утворенням суцільного захисного покриття ін'єктуванням композитного матеріалу в простір утворений опалубкою та стінкою тунелю, г – додавання полімерної композиції до ремонтних сумішей

### Висновки

1. В процесі планових обстежень дериваційного тунелю Тербле-Ріцької ГЕС в с. Нижній Бистрий, Хустського району, Закарпатської області експлуатуючою організацією встановлено наявність дефектів, що потребують усунення, для забезпечення можливості його експлуатації в звичайному режимі.

2. Для виконання робіт з обстежень була сформульована задача досліджень, що полягає в необхідності виявлення зовнішніх порожнин та місць ослабленого ґрунту для їх ліквідації з метою запобігання аварійної ситуації.

3. Розроблено методика візуально-інструментальних досліджень які дозволили виконати збір вихідних даних для подальшої розробки проекту капітального ремонту або реконструкції.

4. За результатами обстеження встановлено технічний стан тунелю з наведенням обсягів виявлених дефектів та пошкоджень, фізико-механічних характеристик конструктивних елементів. На основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо ремонтно-відновлювальних робіт з герметизації оболонки дериваційного тунелю.

5. Геофізичне обстеження для визначення геоме-

тричних розмірів та місць розташування порожнин та стану породи за оболонкою тунелю виконано у відповідності до розробленого проекту виконання робіт з комплексного візуально-інструментального обстеження.

6. Результати виконання комплексного візуально-інструментального обстеження дериваційного тунелю використано в якості вихідних даних для проектування робіт з капітального ремонту.

7. Результати обстеження представлені у вигляді відомостей дефектів з позначеними місцями виконання інструментальних випробувань на схемах розгортки тунелю.

8. Встановлені розміри та місця розташування порожнин дозволили визначити обсяги ремонтно-відновлювальних робіт.

9. Рекомендації щодо відновлення герметичності оболонки тунелю та ліквідацію порожнин за її стінками передбачають заповнення полімерними композиціями, що багатократно розширюються з високими показниками міцності, адгезійності та гідрофобності. Запропоновано загальні принципи технології виконання робіт ліквідації порожнин та гідроізоляції оболонки тунелю.

### Література

1. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану – [чинний з 01.04.2017] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2017. – 47 с.
2. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції – [чинний з 01.07.2011] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 71 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони правила контролю міцності – [чинний з 22.12.2009] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 27 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. – [чинний з 22.12.2009] – Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009. – 11 с.

5. ГОСТ Р 57208-2016. Тоннели и метрополитены. Правила обследования и устранения дефектов и повреждений при эксплуатации. — Москва, 2017 г. — 32с.
6. СОУ-Н ЕЕ 03.111:2008. Безпечна експлуатація водного господарства, гідротехнічних споруд та гідромеханічного обладнання електростанцій. — Київ, 2008 р. — 109 с.
7. В.Н.Илюшин, к.тех.наук, С.Н.Крылова, инженер. Аварии в подземных водоводах и методы восстановления повреждений. Из опыта зарубежной техники.1993.
8. А.М.Куделя. Оценка радиоволнового метода зондирования
9. Григоровский П.Е., к.т.н., Куделя А.М, к.ф.м.н, Чуканова Н.П., Мурасева Е.В "Обследование конструкций подземного гидротехнического туннеля Теребле-Рицкой ГЭС и прилегающего горного массива радиоволновым методом" журнал Нові технології в будівництві-2018.-№34-стр.32-38.
10. Мурасова О.В., Куролес О.В, Халупка Ю.М "Особенности технологии выполнения вимірювальних робіт під час інструментального обстеження гідротехнічних споруд на прикладі Теребле-рицької ГЕС" №64-2018.

#### Reference

1. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Guidelines for the inspection of buildings and structures for the determination and assessment of their technical condition — [valid from 01.04.2017] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2017 — 47 p.
2. DBN V.2.6-98:2009. Concrete and reinforced concrete structures — [valid from 07/01/2011] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2011. — 71 p.
3. DSTU B V.2.7-224:2009. Building materials. Concrete, rules of strength control — [valid from December 22, 2009] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2009 — 27 p.
4. DSTU B V.2.7-220:2009. Concrete. Determination of durability by mechanical methods of non-destructive testing. — [valid from December 22, 2009] — Kyiv: Ministry of Regional Development and Construction of Ukraine, 2009. — 11 p.
5. GOST R 57208-2016. Tunnels and subways. Rules for inspection and elimination of defects and damage during operation. — Moscow, 2017 — 32 p.
6. SOU-N EE 03.111:2008. Safe operation of water economy, hydrotechnical structures and hydromechanical equipment of power plants. — Kyiv, 2008 — 109 p.
7. V.N. Ilushin, K.Tech.Sci., S.N. Krylov, engineer. Accidents in underground water conduits and methods of damage recovery. From the experience of foreign technology.1993.
8. А.М. Kudelia. Estimation of the radio wave method of sounding Geo Magazine Vol. 36, No. 1, 2014.
9. Grigorovsky P.E., А.М. Kudelia, Chukanova N.P., Muraseva E.V., "Inspection of underground constructions of hydrotechnical tunnel of Terebil-Ritskaya HPP and adjoining rock massive, using radio waves method" magazine New technologies in construction-2018.-№34-p. 32-38.
10. Murasova O.V., Kuroles O.V., Khalupka Yu.M. "Peculiarities of the technology of measuring the performance of the instrumental inspection of hydraulic structures on the example of Terebly-Ritskaya HPP", №64-2018.

**Н.П. Чуканова, О.В. Мурасева, О.В. Куролес, Ю.М. Халупка**

#### МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ОБСЛЕДОВАНИЮ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ДЕРИВАЦИОННОГО ТОННЕЛЯ ТЕРЕБЛЕ-РИЦКОЙ ГЭС

**Аннотация:** В статье приведен практический опыт выполнения измерительных работ при инструментальном обследовании гидротехнических сооружений на примере Теребле-Рицкой ГЭС в с. Нижний Быстрый, Хустского района Закарпатской области. Результаты выполнения работ по обследованию использовались как сбор исходных данных для дальнейшего проектирования капитального ремонта. По результатам комплексного обследования были предоставлены рекомендации из возможных методов ремонтно-восстановительных мероприятий деривационного туннеля Теребле-Рицкой ГЭС.

**Ключевые слова:** разбивка пикетов, обследование конструкций, инструментальные испытания, геофизическое обследование, ремонтные мероприятия, восстановления поверхностей, композитные смеси, полимерные смеси, которые расширяются, адгезионные и гидрофобные свойства, герметичность.

**N.P. Chukanova, O.V. Muraseva, O.V. Kuroles, Yu.M. Halupka**

#### METHODOLOGY AND RESULTS OF INSTRUMENTAL EXAMINATION OF HYDROTECHNICAL SPORTS AT THE EXAMPLE OF THE DERIVATIVE TUNNEL OF THE HEATING-RITCHESHPP

**Abstract:** In the article is given the practical experience of carrying out of measuring works during the instrumental inspection of hydraulic structures on the example of Terebil-Ritskaya HPP in Nijniy Bistry, Khust district, Transcarpathian region. The results of the inspectional work were used as a collection of output data for the further design of major repairs. According to the results of the comprehensive inspection, recommendations were made on possible methods of repair and restoration measures of the Terebil-Ritskaya HPP derivation tunnel.

**Key words:** distribution of pickets, inspection of structures, instrumental tests, geophysical inspection, repair measures, restoration of surfaces, composite mixtures, expanding polymeric mixtures, adhesion and hydrophobic properties, tightness.

Міхал Гроссманн, інженер, MINOVA

## ПЛОМБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО КАР'ЄРУ ДЛЯ ГОТЕЛЮ PURO У ГДАНСЬКУ

*Нове будівництво серед існуючої забудови центральних районів міст викликає проблеми з її проведенням, оскільки вимоги до технічного оснащення цих будівель змушують конструкторів збільшувати обсяги підвальних приміщень. Збільшення глибини підземних частин об'єктів пов'язане з ускладненнями, такими як наявність підземних вод під тиском. Це часто призводить до необхідності застосування технологій санації, які допомагають вирішувати проблеми з геологічними або гідрогеологічними умовами на місці.*



Нове будівництво серед існуючої забудови центральних районів міст викликає проблеми з її проведенням, оскільки вимоги до технічного оснащення цих будівель змушують конструкторів збільшувати обсяги підвальних приміщень. Збільшення глибини підземних частин об'єктів пов'язане з ускладненнями, такими як наявність підземних вод під тиском. Це часто призводить до необхідності застосування технологій санації, які допомагають вирішувати проблеми з геологічними або гідрогеологічними умовами на місці.

### Умови будівництва

Польське портове місто Гданськ пережило досить бурхливу історію, яка, серед іншого, зумовлена стратегічним розташуванням. Зокрема, події війни у XX столітті суттєво змінили міське середовище. Після 1945 року історичне ядро мало бути фактично побудовано практично знову. Проте, навіть через сім-

десять років після закінчення війни, існують великі площі, які не були відновлені і де знаходяться залишки зруйнованих бомбуванням будівель. В даний час ці області стали центром інтересів сучасних забудовників, адже їх розташування робить ці райони дуже прибутковими. Внаслідок бурхливої історії та складних геотехнічних та гідрогеологічних умов на цих ділянках реалізація будівельних робіт не проста.

Для будівництва нового готелю PURO було обрано ділянку, яка з 16 століття слугувала морським внутрішнім комерційним портом і доком. Будівля готелю суттєво дублює план однієї з вже зруйнованих будівель, фундамент якої внаслідок наявності піщаних ґрунтів був закладений на дерев'яних палях. Для того, щоб закріпити будівельний котлован, була спроектована підземна стіна з палів великого діаметру – 600 мм з осовим відстанню 900 мм, і простір між ними заповнювався бетоном. Наявних умови будівництва змушу-





### Проектування та реалізація ущільнювальних робіт

Фундаментальною проблемою для досягнення ущільнення підземної стіни була частота і міцність притоків підземних вод, що ускладнювалась їх низькою температурою разом з низькими температурами навколишнього середовища. Проблеми сталися у другій половині листопада, коли середньодобова температура становила близько  $+5^{\circ}\text{C}$ . Ці явища значно впливали на хід ущільнення робіт, які мали бути адаптовані до існуючих умов.

Технологія хімічної ін'єкції була обрана з використанням матеріалів швидкої реакційної серії CarboPur з поліуретанових смол, які засновані на двокомпонентній основі. Це забезпечує їх безпечний і очікуваний хід реакції, що визначає їх застосування в складних умовах.

Перш за все, де дозволяв приплив води, простір між палями великого діаметру був доопрацьований, щоб доповнити відсутність ін'єкції. Необхідно припустити, що при запечатуванні існуючих водопритоків відбудеться підвищення тиску води за підземною стіною, що може призвести до появи нових місць протікання або незабезпеченого ґрунту в котловані. Подальший процес роботи вже складався з комбінації хімічної – ущільнення і цемент, та заповнення розтину на ділянках витoku загалом 35, розміри будівельного котловану лише 36,5 м / 14,5 м.

Ця комбінована технологія була обрана з економічних причин, оскільки ці роботи не були враховані в комплексі робіт з реконструкції, і в бюджеті будівництва не було створено достатнього фінансового резерву.

Для застосування поліуретанових смол CarboPur бурові роботи проводилися за допомогою інжеційних бурових штанг R25, які були спрямовані в ґрунт навколишнього середовища і під будівництво підземної стіни. Глибина, до якої були спрямовані канавки, коливалася від 2,0 м до 7,0 м нижче рівня дна будівельного котловану. Поступово всі ділянки з відведенням напору підземних вод були ущільнені, на тлі поступового погіршення кліматичних умов. Найнижча виміряна температура, для якої була виконана робота, становила  $-11^{\circ}\text{C}$ . Це, звичайно, вимагало відповідних технологічних заходів для усунення негативного впливу атмосферних умов. Щоб забезпечити герметичність підземної стіни і стійкість навколишніх будівель, необхідно було зробити все.

З кінця листопада 2013 року до початку січня 2014 року ситуація в котловані поступово стабілізувалася в тій мірі, в якій кінцеві земляні роботи могли бути проведені протягом періоду зняття залишкового ґрунту. Після досягнення проектного рівня фундаментного з'єднання бетонну роботу на опорній плиті виконували стандартно. Цей критичний період був подоланий шляхом розгортання GEO-EKSPERT Sp. z o.o. з Гданська, який вже давно є діловим партнером Minova Bohemia s.r.o.

Поєднуючи знання місцевого середовища і технічні консультації постачальника ін'єкційних матеріалів, можна було забезпечити такі умови на будівельному майданчику, щоб робота могла продовжуватися.

вали робити струминні ін'єкції до глибини 16,8 м під від поверхні землі, або на 13,5 м нижче рівня моря. Через всю будівельну ділянку між рівнями від 14,8 до 16,8 м нижче місцевості було впроваджено ін'єкційний кожух з використанням реактивної технологічної затірки. Стійкий рівень ґрунтових вод починався на 1,5 м нижче рівня землі.

Незважаючи на всі заходи по захисту будівельного котловану, під час земляних робіт почали з'являтися притоки ґрунтових вод, які досягали частоти і інтенсивності приблизно 1,0 м до досягнення рівня фундаментного з'єднання, тому роботу потрібно було негайно припинити. За таких умов не можливо було проводити будівельні роботи, тому єдиним можливим способом закріплення дна котловану було негайне звільнення його від води. Причиною цього стану були протікання підземної стіни, і через те, що приплив води з'явився в нижній частині котловану, ймовірно, не вся поверхня ін'єкційної діафрагми була повністю щільною. Протікання підземної стіни були спричинені дерев'яними штабелями з початкової споруди, які не можна було витягти. Вони викликали великі труднощі в бурінні пілотів великого діаметру, і, при виконанні струминних ін'єкцій, вони змогли зупинити ріжучий пучок або відвести зонд таким чином, що створювана колона струминної затірки не знаходилася у вертикальній площині. За таких умов неможливо створити безперервну та стійку підземну стіну.

Витоки води спричинили утворення підстилки ґрунту дна фундаменту, яка складалася з дрібнозернистих пісків. Як наслідок, у підземній стіні були утворилися великі печери, що загрожувало стабільності самого будівельного котловану та прилеглих доріг. Ця надзвичайна ситуація потребувала негайного вирішення.

Міхал Гроссманн, інженер, MINOVA

## РЕКОНСТРУКЦІЯ МОСТУ В КМ 38,816 ЛОВОСИЦЕ – ЧЕСЬКА ЛІПА МОСТОВИХ СТОВПІВ Р3 І Р4

*У 2015 році було проведено комплексну реконструкцію залізничної колії Ловосице – Ческа Ліпа з метою збільшення швидкості руху поїздів у цьому розділі. Всього було реконструйовано дев'ять мостів, були змінені платформи на відповідних залізничних станціях, і водночас замінено залізничний шлях. Найбільш великі і технічно найбільш вимогливі роботи були пов'язані з мостом на ділянці Ловосице – Жальхостице, що перетинає річку Ельбу. Міст складається з семи секцій, три з яких розташовані над річкою та мають 74,4 м кожна. Нижня конструкція складається з двох опор і шести стовпів, розташованих по колу з піщанику. Тіло стовпа заповнено армованим бетоном. Стовпи Р3 і Р4, розташовані в руслі річки, базуються на скелі на глибині близько 11 м нижче дна річки.*



Рис. 1 Загальний вигляд стовпів Р3 і Р4 (далі) від лівого берега Ельби. Всі роботи, у поєднанні з попереднім натягуванням стовпів, проводилися з понтонів, прикріплених до стовпів. На тлі пагорба Radobyl, природного пам'ятника і чіткою домінантою Ловосице і Литомержице. (Foto Minova Bohemia)

### Проект реконструкції

Несучі сталеві конструкції моста були старі та за станом були вже за межами життєвого циклу внаслідок великої корозії та зношенню, що зменшило їхню несучу здатність до такої міри, що міст не досягав необхідних транспортних параметрів. Тому всі сталеві конструкції були замінені новими, тобто 7 мостових секцій загальною довжиною 336 м.

Тільки структура нижньої будови, тобто стовпи і опори, збереглися від початкового моста. Зважаючи на збільшення навантаження, в руслі річки було запропоновано додаткове підкріплення стовпів Р3 та Р4. Через їх глибокий фундамент на скелі не було необхідності вживати жодних заходів проти ризику підземних вод. Навпаки, необхідно було вирішити ризик розсування швів у кладці внаслідок можливо-го виникнення підвищених сил у шарнірах мостів.

Отже, необхідно було забезпечити достатній резерв тиску в кладці шляхом введення попереднього натягу в структуру стовпа. Тому дизайнер запропонував додаткове підкріплення стовпів за допомогою високоміцних анкерних стрижнів, закріплених анкером, а потім додатково завантажених. На кожному стовпі завжди повинні бути 2x10 свердловин глибиною 13,0 м, розташованих уздовж їх більш довгих сторін.

### Буріння з керновим свердлом

Для того, щоб встановити натяжні анкери, необхідно влаштувати бурові колони розміром 13,0 м, оскільки проект передбачав кріплення арматурних елементів до бетонних фундаментів. Необхідна глибина буріння зробила неможливим використання загальної технології свердління, тому була обрана технологія глибокого буріння. Ця технологія використовує товстостінні сталеві труби, з'єднання яких утворює істотно "нескінченне свердло". Бурова колона оснащена спеціальним алмазним буровим долотом зі стрижнем. Цей інструмент забезпечує видалення пробуреного матеріалу, що є необхідною умовою для успішної установки натяжних анкерних брусів.

Для того щоб перевірити якість буріння і отримати інформацію про фактичний стан кам'яної кладки стовпів, обидві випробувальні ями виконувалися на обох стійках Р3 і Р4, все ще перебуваючи в робочому режимі на трасі. Завдяки отриманим даним вибір технології глибокого буріння виявився цілком виправданим. Стіни стійки показали значні неоднорідності в структурі в наслідок того, що будівельний камінь був різної якості і відносно значну наявність порожнин, наприклад, у зв'язку з деградованим і розрядженим кладочним розчином. Завдяки використанню двох типів будівельного матеріалу (стовп –



Рис. 2 Розбирання оригінальної і встановлення нових сталевих конструкцій в середній частині мосту через Ельбу здійснювалися в цілому за допомогою понтона.

(Фото Bilfinger MCE Slany)



Рис. 3 Буріння проводилося двома екіпажами на кожній опорі. Вигляд "Аерофотознімка" заголовка стовпця Р4 дає уявлення про відносно обмежений доступний робочий простір. Він все більш і більш скорочувався у процесі роботи та підйому анкерних стрижнів.

(Фото BBC – Soun)

камінь, основа – бетон), необхідно було застосовувати бурові коронки з різною твердістю.

#### Закріплення, затирка і додаткове напруження стовпів

Знання, отримані від перевірки свердловин, знайшли своє відображення в анкерній технології. Стан кам'яної стіни спричинив вільне надходження води в структуру від річки. Тому після буріння свердловини для анкерного бруска вона була відразу заповнена, аж до рівня, що відповідав рівню води в річці. Внаслідок того, що вся зона закріплення армуючих елементів була вкрита водою, неможливо було застосовувати звичай використовуваний закріплювальний розчин

на основі цементу. З одного боку, існував ризик розрідження суміші, коли вона застосовувалася у заповненої водою свердловини, і тоді не можна було виключити, що така суміш не вийде через вільні шви до річки. У першому випадку це означатиме втрату ефекту закріплення, в другому – пряма загроза навколишньому середовищу в річці. Більше того, наявність води в свердловині означало більш високі вимоги до захисту від корозії елементів анкерів.

Тому в якості в'язучого використовувалася органічна мінеральна смола GEOFLEX. Завдяки своїм властивостям (короткий час реакції, стійкість до розсіювання води) та механічні параметри (наприклад, дуже хороша адгезія до вологих



Рис. 4 Монтаж армованих арматурних елементів з високоміцних прутків СКТ  $\varnothing 28$  мм S 670 Н, захисний рукав HDPE у вільній довжині та шланги високого тиску для хімічного анкерування. Загальна довжина анкерного елемента становила 13,7 м. Збірка проводилася на понтонах на стовпах, а кран був встановлений відразу після буріння свердловин. (Фото Minova Bohemia)



Рис. 5 Подання суміші за допомогою заливки шлангів високого тиску. Внаслідок цих умов застосовувалася двокомпонентна органічна мінеральна смола GEOFLEX. Він призначений для закріплення як в стандартних, так і в складних випадках – закріплених під водою, при несприятливих температурах, збільшені вимоги до навантаження і т.д. (Фото Minova Bohemia)





Рис. 6 Після завершення бурових і анкерних робіт на кожній опорі було встановлено 2х10 штук елементів арматури. Для монтажу нових шарнірів мосту застосовували армування та бетонування залізобетонних основ. (Фото Minova Bohemia)

поверхонь) розроблена для подібних проблемних випадків – вона мінімізує втрати анкерної суміші, гарантує антикорозійний захист сталевих анкерів, не створює небезпеки для навколишнього середовища тощо.

СКТ  $\varnothing$  28 мм S 670 Н (670/800 МПа) з різьбовим кріпленням СКТ використовувалися як арматурні елементи попереднього напруження, оснащені захисною втулкою з вільною довжиною HDPE і встановленим колектором шлангів для застосування смоли GEOFLEX. Загальна довжина анкера становила 13,7 м, з яких довжина кріплення 6,0 м, вільна довжина 7,0 м і 0,7 м для установки натяжного пристрою. Збірка арматурного елемента дозволила вставити її по всій довжині лише в одну робочу операцію, що значно спростило установку.

Попереднє напруження арматурних стержнів можна зробити додатково для всіх брусів одночасно і в системному порядку. Як наслідок, робота прискорила та конструкція не зазнала дії ексцентричного навантаження.

Використання сполуки на основі хімічних речовин замість цементу принесло ще одну перевагу. Істотно спрощені технології, пов'язані з нанесенням в'язучої суміші. Для реагування на будь-які зміни в

організації роботи можна було використовувати мобільне та економічне насосне обладнання.

#### Висновок

Завдяки обраному рішенню для бурових і анкерних робіт вдалося усунути всі негативні наслідки, що виникли внаслідок проблемного стану кладки мостових стовпів. Це також дозволило впоратися з дуже обмеженим робочим простором на стовпах опор, де кілька циклів робіт, пов'язаних з бурінням, закріпленням і підготовкою до наступних професій, чергувалися циклічно. Весь транспорт працівників, матеріалів і технологій був можливий тільки водою, тому що робота відбувалася в той час, коли сталеві конструкції оригінального мосту вже були демонтовані.

Для проведення бурових і анкерних робіт на обох стовпах за графіком будівництва було зарезервовано всього 10 днів, загальна довжина свердловин на обох стовпах – 520 м. Це вимагало одночасного розгортання в цілому чотирьох робочих груп для буріння, для підтримки часу роботи, якщо необхідно вводити безперервно. Робота вимагала не лише реалізації та технічної безпеки, а й дотримання охорони праці та взаємодії окремих працівників. Такі технології буріння, закріплення і затірки дозволили зберегти необхідний час.



УДК 699.8;624.15

**О.І. Гармаш**

завідувач лабораторії покрівельних і гідроізоляційних робіт ДП "НДІБВ", м. Київ

## ОСНОВНІ РИЗИКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ І ВИКОНАННІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДИНКІВ І СПОРУД

**Анотація.** У статті наведено перелік основних ризиків при проектуванні, влаштуванні гідроізоляції підземних конструкцій будівель і споруд. Проаналізовані причини появи ризиків та методи їх зменшення або позбавлення від них.

**Ключові слова:** гідроізоляція, дефекти гідроізоляції, протікання, гідроізоляція підвищеної надійності.

**Постановка проблеми.** Відомо, що зведення підземних споруд у нас в країні супроводжується великою кількістю протікання. Більш того, така ситуація перетворилася в проблему гідроізоляції для країни: витрачені фінансові, матеріальні та людські ресурси, а гідроізоляція - тече.

**Мета роботи.** Для вирішення проблеми необхідно проаналізувати основні ризики появи протікання гідроізоляції підземних частин будівель і споруд. Основні, це ризики:

- при проектуванні;
- при влаштуванні;
- при будівництві будівлі або споруди;
- при експлуатації.

### Результати досліджень.

**Помилки при проектуванні гідроізоляцій.** В першу чергу, вони пов'язані з відсутністю Державних будівельних норм на проектування гідроізоляцій підземних частин будівель і споруд.

Важливим являється вибір підрядника для влаштування гідроізоляції, Замовник та проектувальник при виборі підрядника повинні керуватися такими міркуваннями:

— Діапазон спеціалізації. Чим більше підрядник має досвіду з влаштування гідроізоляції з різних матеріалів (ПВХ, ЕПДМ, ТПО), тим менше ймовірність здійснення помилок з його боку.

— Відгуки та рекомендації. Будь-який сумлінний підрядник завжди прагне отримати відгуки і рекомендаційні листи від клієнтів після виконання їхніх замовлень. Тому завжди необхідно цікавитися не тільки інформацією про об'єкти, які виконав підрядник, але і запитувати письмове підтвердження його кваліфікації з боку інших замовників.

— Обладнання. Будь-який поважуючий себе підрядник прагне мати повний набір обладнання для виконання гідроізоляційних робіт.

— Гарантія. Добросовісний підрядник завжди дає гарантію на свої роботи, а також пропонує послугу з післягарантійного обслуговування гідроізоляції.

Поява помилок при проектуванні гідроізоляції пов'язана з відсутністю у проектувальника повної інформації про фізико-механічні властивості нового гідроізоляційного матеріалу, оптимальних технологічних методах застосування, а також вимогами замовника неодмінно здешевити влаштування гідроізоляції.

У зв'язку з цим є два практичних підходи до проектування гідроізоляційних систем: один — за

вартістю і надійністю; інший — за вартістю і ремонтпридатності. В першому випадку на весь термін служби споруди проектується потужна, надійна, дорога гідроізоляційна система, яка може сприймати деформації, але має низьку ремонтпридатність. У другому — відносно дешева гідроізоляція, яка при незначних пошкодженнях може бути легко відремонтована.

Гідроізоляція споруд — це система, для успішного функціонування якої необхідно орієнтуватися на системний підхід при проектуванні і її створенні. Гідроізоляційна система являє собою сукупність елементів, що захищають споруди від впливу води і вологи. Частиною її є гідроізоляційна мембрана — покриття з різних матеріалів, що наносяться в конструкцію на поверхню споруди або поза нею.

На вибір матеріалу і конструкції гідроізоляційної мембрани впливає величина передбачуваного гідростатичного тиску води, допустимої вологості повітря приміщення, агресивності середовища, деформативності основи під споруду. Особливу увагу необхідно приділити конструктивній схемі герметизації стикових з'єднань, сполучень конструкцій, введення комунікацій, деформативних швів, так як найчастіше відмова гідроізоляції відбувається в результаті деформації окремих елементів і блоків споруди або дефектів в стикових з'єднаннях.

Одна з помилок при проектуванні гідроізоляції підземних частин будівель і споруд — не враховується необхідність безперервності і комплектності гідроізоляційної системи по всій площі підземної частини. Гідроізоляція повинна бути водонепроникною і безперервною, тобто являти собою безперервний водонепроникний контур, так як один неякісний елемент може погіршити або вивести з ладу всю гідроізоляційну систему!

### Помилки при влаштуванні гідроізоляції.

Основна причина таких помилок — спроба економити на вартості робіт. Запрошуються найнижчеоплачувані, а значить, найменш кваліфіковані робітники. У цьому випадку навіть кращий матеріал буде покладений неграмотно і з великою кількістю дефектів.

Помилка — це невиконання вимог проектної документації.

Помилка — це також не представлення фронту робіт, а виконання гідроізоляції окремими ділянками, часто з порушеннями послідовності технологічних операцій та порушенням технологічної спрямо-



Рис. 1. Зворотна засипка виконаної гідроізоляції ґрунтом з включенням каменів

ваності виконання (необхідно назустріч подачі гідроізоляційних матеріалів).

Найчастішою помилкою є відсутність організації контролю якості виконання гідроізоляційних робіт і приймання-здачі виконаної гідроізоляції.

Найпоширеніша помилка — механізована зворотна засипка виконаної гідроізоляції ґрунтів з включенням твердих, важких з відкритими краями предметів. (Рис.1)

Пошкодження гідроізоляції при будівництві будівлі або споруди.

Механічні пошкодження на вже виконаній гідроізоляції з'являються дуже часто, коли при влаштуванні гідроізоляції (або після влаштування) на цій ділянці ведуться інші будівельно-монтажні роботи, при цьому часто відбувається:

- перетягування волоком будь-яких конструкцій;
- перенесення важких конструкцій;
- прохід робочих;
- складування будівельних елементів, комплектуючих, арматури (Рис.2)
- ведення зварювальних робіт;
- пробивання отворів у вже виконаній гідроізоляції (Рис.3)

Негативний ефект від вищенаведених дій може бути збільшений, якщо притягнутий сторонній суб-

підрядник, який не звертає належної уваги на вже змонтовані будівельні елементи.

Єдиний вихід — детальне планування будівельних робіт і виконання захисного покриття виконаної гідроізоляції.

#### **Пошкодження при експлуатації.**

Це дуже поширена причина ушкоджень. Зазвичай в процесі експлуатації гідроізоляції, коли плануються додаткові роботи по встановленню обладнання, замовник не звертається до професіоналів-гідроізолювальників, а працює "швидко, своїми силами". В результаті виникають пошкодження гідроізоляції, в тому числі і дуже значні, на великій площі. Іноді пошкодження намагаються відремонтувати косметично підручними засобами. Коли це не допомагає, і власник викликає фахівців, перед ними постають результати безграмотного вандалізму: акуратно вирізані в гідроізоляції наскрізні отвори для проводів і труб, забиті через гідроізоляцію дюбелі, наслідки транспортування волоком, сліди зварювальних робіт, полімерна гідроізоляція, що залита бітумною мастикою.

Результатом відмови гідроізоляційних систем є збільшення прямих витрат на експлуатацію конструкцій (в 2-5 разів), скорочення терміну служби споруди (в 1,5-2 рази) і експлуатаційного обладнання, зміна експлуатаційного середовища всередині

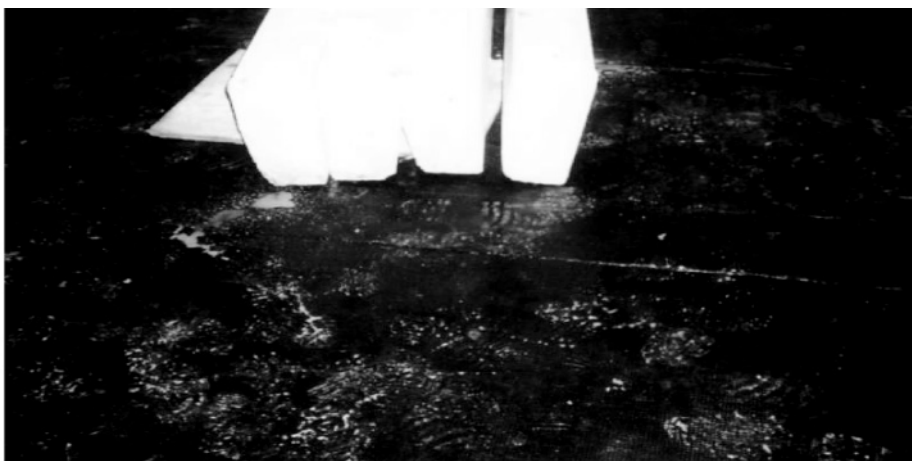


Рис. 2. Складування будівельних матеріалів на виконаній гідроізоляції



Рис. 3. Встановлення нівеліра на виконаній гідроізоляції

споруди, погіршення умов праці та зменшення прибутку від його експлуатації. Збільшуються прямі витрати на проведення поточних і капітальних ремонтів.

**Висновки.** В результаті проведеного аналізу існуючої ситуації в галузі проектування, улаштування та експлуатації гідроізоляції підземних конструкцій

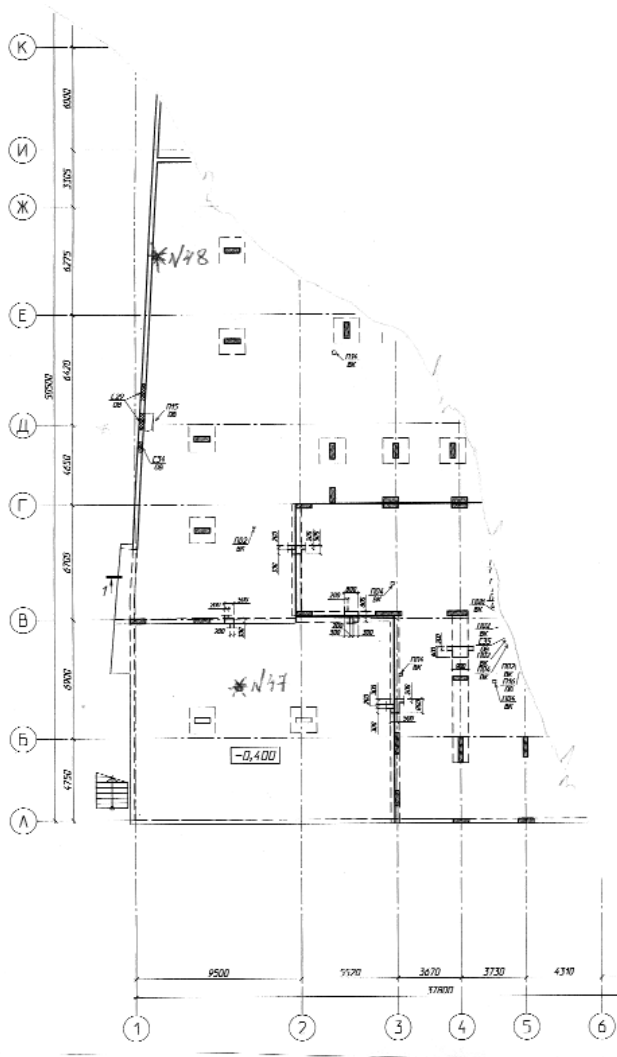


Рис. 4. Приклад плану днища будівлі, на якому зазначені дефекти гідроізоляції

Таблиця 1. Приклад відомості переліку дефектів гідроізоляції

№ з/п	№ дефекту	Дата обстеження	Прив'язка до осей будівлі	Опис дефекту	Можлива причина	Відповідальний виконавець	Примітка
	47	01.07.2017		Повний розрив верхнього мостичного шару. Часткове пошкодження другого шару	Механічне пошкодження	Іванов П.С.	
	48	01.07.2017		Відшарування мастичного гідроізоляційного килима від вертикальної стіни в примиканні	Відсутність адгезії	Іванов П.С.	

встановлений основний перелік ризиків пошкодження гідроізоляції, утворення дефектів, що завдають значної шкоди герметичності, довговічності і надійності такого відповідального будівельного елемента.

Відповідальний за експлуатацію будівлі або

споруди повинен систематично проводити кваліфікований технічний огляд гідроізоляції і в обов'язковому порядку мати план з нанесеними дефектами (Рис.4) та Перелік опису дефектів (Табл.1), що необхідні для прийняття рішень на ремонт.

#### Література

1. А.І. Гармаш; А.М. Галінський, к.т.н.; А.П. Баглай, к.т.н. Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги. К. НДІБВ, 2012.-120 с. : іл.
2. А.І. Гармаш Система багатоступінчастої гідроізоляції підземних частин будівель. Нові технології в будівництві. №2.2002. К. НДІБВ.с.58-60.1 табл.2 мал.
3. Є.К. Карапузов. Технологічні основи підвищення експлуатаційної ефективності систем гідроізоляції.-К. Вища освіта.2-13.-304 с. : іл.
4. В.В. Козлов, А.М. Чумаченко. Гідроізоляція в сучасному будівництві. АСВ. №2.2003.-120 с.
5. В.М. Покровський. Гідроізоляційні роботи-М. Стройиздат, 1985.-320 с.: іл.
6. С.Н. Попченко. Гідроізоляція споруд і будівель.-Л. Стройиздат, 981.-304 с.
7. Н.Г. Ярмоленко, Л.І. Іскра. Довідник по гідроізоляційним матеріалам для будівництва.-К. Будівельник, 1979.-160 с.

#### References

1. AI Garmash; AM Galinsky, Ph.D. ; AP Bagley, Ph.D. Waterproofing of buildings and structures. Modern requirements. K. NDIBV, 2012.-120 pp.: Ill.
2. AI Garmash The system of multistage waterproofing of underground parts of buildings. New technologies in construction. 2002/2002. K. NDIBV.c.58-60.1 table.2 picture
3. E.K. Karapuzov Technological bases for increasing the operational efficiency of waterproofing systems. -K. Higher education.2-13.-304 pp.: Ill.
4. V.V. Kozlov, AM Chumachenko Waterproofing in modern construction. DIA №2.2003.-120 p.
5. V.M. Pokrovsky Hydro-insulating works-M. Stroyizdat, 1985.-320 pp. : Il.
6. SN Popchenko Waterproofing of buildings and buildings. -L. Stroyizdat, 981-304 pp.
7. NG Yarmolenko, LI Spark. Handbook for waterproofing materials for construction. -K. Budivelnik, 1979.-160 p.

А.И. Гармаш

### ОСНОВНЫЕ РИСКИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ВЫПОЛНЕНИИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Аннотация.** В статье приведен перечень основных рисков при проектировании, устройстве гидроизоляции подземных конструкций зданий и сооружений. Проанализированы причины появления рисков и методы их уменьшения или избавления от них.

**Ключевые слова:** гидроизоляция, дефекты гидроизоляции, протекания, гидроизоляция повышенной надежности.

О.І.Garmash

### MAIN RISKS FOR DESIGN AND IMPLEMENTATION OF HYDRO INSULATION OF HOUSEHOLD PARTS OF BUILDINGS AND SPORTS

**Abstract.** The article gives a list of the main risks in the design, installation of waterproofing of underground structures of buildings and structures. The reasons for the emergence of risks and methods of their reduction or elimination from them are analyzed.

**Keywords:** waterproofing, defects of waterproofing, leakage, waterproofing of increased reliability.

УДК 699.8;69:338.45;624.014

**В.І. Савенко**, к.т.н., д-р будівництва, доцент, КНУБА;**Л.М. Висоцька**, директор ПП "Руслан і Людмила";**Д.Я. Кислюк**, к.т.н., доцент, ЛНТУ;**В.В. Клюєва**, асистент, КНУБА;**С.В. Федоренко**, к.т.н., доцент, КНУБА;**С.П. Пальчик**, аспірант, КНУБА, м. Київ

## ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ, МАШИН ТА ВИРОБІВ ШЛЯХОМ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИМИ ЗАСОБАМИ (CONTRRUST)

**Анотація.** Корозія приводить до мільярдних збитків щорічно, які полягають у виведенні з ладу виробів і машин з металу, а також у витратах по захисту і відновленню металевих виробів. Дослідження процесів корозії дає основу стверджувати, що надійний захист від корозії — це в першу чергу правильна підготовка поверхні і тільки потім якісний шар герметиків, фарб або інших типів покриття.

Екологічно чиста речовина рослинного походження, запатентована і випробувана, з назвою "КОНТРАСТ (CONTRRUST)" є ефективним засобом блокування джерел корозії (іржавіння) і підготовки поверхонь до захисних покриттів.

**Ключові слова:** КОНТРАСТ, корозія, іржа, захисні покриття, екологія.

**Постановка проблеми.** Величезні затрати на заміну чи відновлення вражених корозією металевих частин, деталей машин і устаткування, конструкцій будівель і виробів широкого вжитку спонукають людство до пошуків засобів захисту від корозії. Дослідження і досвід багаторічної експлуатації металевих виробів показують, що найважливішим моментом у захисті і запобіганні корозії є надійна і правильна підготовка поверхонь металів до пофарбування. Легше і надійніше запобігти процесу корозії, ніж зупинити і відновити вражені деталі і вироби.

**Аналіз публікацій.** Відомо багато досліджень процесів корозії і улаштування захисних покриттів. Існує також багато речовин для очистки поверхонь, інгібіторів, напилень, домішок і т.п. Екологічно безпечних, ефективних засобів рослинного походження не представлено. Є вже запатентований перетворювач "CONTRRUST" Патент № (11) 61544, автор Висоцька Л.М. Але технологія його застосування і просування на ринку ще іде досить повільно.

**Метою роботи** є вивчення видів корозії і процесів, що випробуються при початку і в ході кородування металів, для знаходження надійних реагентів погашення мікроджерел корозії і створення надійної плівки (захисного шару) на поверхні до пофарбування, під якою неможливий початок корозії під захисним шаром.

**Виклад основного матеріалу.** В силу об'єктивних і суб'єктивних причин; недобросовісної конкуренції, некомпетентності, корупції і т.д. на сучасному етапі розвитку виробництва, науки і техніки втрати від корозії в промислово розвинених країнах досягають 3-5% національного доходу. В Україні проблеми з корозією значно більші внаслідок ряду причин. Більшість споруд, які все ще знаходяться в експлуатації, якраз досягли критичного віку 40-60 років. Фахівці вважають, що об'єкти з таким терміном служби близькі або знаходяться в передаварійному стані. Особливо це стосується металургійних і хімічних під-

приємств, нафто- і газопроводів, плавзасобів, де елементи і конструкції працюють в високоагресивних середовищах. Саме з причини корозії на рік втрачається 1,5 – 2% з 100 млн. тонн конструкцій, що використовуються. Це приводить до мільярдів доларів збитків, виникнення надзвичайних ситуацій, екологічних катастроф.

Особливий збиток приносить корозія металів. Найпоширеніший і найбільш знайомий усім нам вид корозії — іржавіння заліза. Тому арки мостів ферми, балки та інші конструкції і вироби з металу треба захищати комплексно. Корозія — це фізико-хімічна взаємодія металу з середовищем, що веде до руйнування металу. В результаті корозії метали переходять в стійкі сполуки — оксиди або солі, у вигляді яких вони знаходяться в природі. Корозія з'їдає до 10 відсотків виробленого в країні металу. Важко врахувати непрямі втрати від простоїв і зниження продуктивності устаткування, що піддалося корозії, від порушення нормального ходу технологічних процесів, від аварій, обумовлених зниженням міцності металевих конструкцій.

Іржа — це шар частково гідратованих оксидів заліза, що утворюється на поверхні заліза і деяких його сплавів в результаті корозії.

За механізмом корозія буває хімічна, електрохімічна (процес електрохімічної корозії можна уповільнити не лише шляхом безпосереднього гальмування анодного процесу, але також впливаючи на швидкість катодного. Найбільш поширені два катодних процеси: розряд водневих іонів ( $2e + 2H^+ = H_2$ ) і відновлення розчиненого кисню

$$4e + O_2 + 4H^+ = 2H_2O \text{ або } 4e + O_2 + 2H_2O = 4OH,$$

які часто називають відповідно водневою і кисневою деполяризацією, газова, атмосферна корозія, рідинна корозія, підземна корозія (характерною особливістю підземної корозії є різниця в швидкості (в десятки тисяч разів) доставки кисню (основного деполаризатора) до поверхні підземних конструкцій у

різних ґрунтах).

Сучасний захист металів від корозії базується на таких методах:

- підвищення хімічного опору конструкційних матеріалів,
- ізоляція поверхні металу від агресивного середовища,
- зниження агресивності виробничого середовища,
- зниження корозії накладенням зовнішнього струму (електрохімічний захист).

Ідеальний захист від корозії на 80% забезпечується правильною підготовкою поверхні і тільки на 20% якістю лакофарбових матеріалів, що використовуються, і способом їх нанесення.

Тривалість і ефективність покриття по сталевих поверхнях залежать в дуже великій мірі від того, як ретельно підготовлено поверхню для фарбування. Підготовка поверхні полягає в попередній підготовці, що має на меті усунення окалини, іржі та сторонніх речовин, якщо вони є, зі сталеві поверхні перед нанесенням заводської ґрунтовки або праймера. Вторинна підготовка поверхні спрямована на усунення іржі або сторонніх речовин, якщо вони є, зі сталеві поверхні із заводською ґрунтовкою або праймером до нанесення антикорозійної фарбувальної системи.

За останні роки цій проблемі не тільки не приділяється увага на державному рівні, а й практично припинили своє існування галузеві системи нагляду за експлуатацією будівель і споруд. На теперішній час має місце значне відставання як в організаційному плані, так і за рівнем технологій антикорозійного захисту: у нас немає сформованого напрямку і відпрацьованої обов'язкової системи обстеження об'єктів, правил включення інноваційних технологій в проектно-кошторисну документацію та нормативні документи з метою підвищення корозійної стійкості експлуатованих об'єктів, довгобудів і металопрокату на складах. Жорсткі умови експлуатації металоконструкцій і підвищені вимоги їх технічного стану визначають необхідність застосування надійних, екологічно чистих і економічно вигідних засобів для антикорозійного захисту поверхні виробів та зниження швидкості корозії сталевих конструкцій, що експлуатуються в атмосферних умовах і технологічних середовищах.

Для вирішення проблем корозії металоконструкцій, мінімізації шкоди навколишньому середовищу, здоров'ю людини та стану будівель і споруд, зменшенню трудовитрат, строків ремонту та будівництва об'єктів, досягнення високого економічного ефекту винайдений перетворювач іржі. Перетворювач складається з дубильного екстракту, харчової кислоти і води, що містить срібло у складі мас. %: дубильний екстракт 15,0 – 45,0, харчова кислота 3,0 – 2,0, решта – вода з вмістом срібла 0,001–0,05 мг / дм<sup>3</sup>. Якщо товщина іржі перевищує 300 мкм, краще щоб перетворювач містив 0,001–0,005 мас. % гептагерманата натрію (Na<sub>6</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), він сприяє кращому проникненню перетворювача в раковини металу і служить для знищення центрів корозії (**Україна, Патент №61544, С 09 D 5/08 (додаток №1)**; Азербайджан, **Патент №IXTIRA I 2007 0104 (додаток №2)** автор Висоцька Л.М.). Для антикорозійного захисту плавзасобів, а також металоконструкцій, які постійно зна-

ходяться в агресивних середовищах до складу перетворювача можливе додавання 10,0–15,0 мас. % рідкого натрієвого скла (Na<sub>2</sub>O (SiO<sub>2</sub>)).

У патенті UA 61544 розкритий перетворювач іржі, що містить мінімальну кількість компонентів, але має здатність до нанесення на іржаві поверхні, покриті конденсатом, має високу перетворюючу здатність, малий час висихання, що й забезпечує міцність отриманого покриття й стійкість його до впливу води, масла й нафти-сирцю, бензину й інших середовищ, з якими контактує покриття.

Він має такий склад (мас. %):

дубильний екстракт 15,0 – 45,0

харчова кислота 3,0 – 12,0

вода з вмістом срібла 0,001 – 0,05 мг/дм<sup>3</sup> – решта.

Додатково перетворювач іржі може містити 0,001 – 0,005 мас. % гептагерманату натрію (-Na<sub>6</sub>Ge<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) або 10,0 – 15,0 мас. % рідкого натрієвого скла.

Описана композиція найбільш пристосована для виконання певної функції: ґрунту, модифікатора, перетворювача іржі.

В процесі впровадження перетворювача іржі "CONTRRUST" було проведено удосконалення з метою досягнення ще вищого економічного ефекту і просування на міжнародні ринки, враховуючи те, що аналога немає.

Матеріал "КОНТРАСТ" відноситься до засобів для боротьби з іржею, а точніше, до композицій для боротьби з іржею на основі таніну.

Танін є природною дубильною речовиною, що утворює з оксидами заліза нерозчинні танат-комплекси. У композиціях для боротьби з іржею як танін використовують дубильні екстракти деревини (дуб, верба, ялина).

В основі нової технології боротьби з корозією лежить універсальний перетворювач іржі, засіб, який:

- має підвищені проникаючу й перетворюючу здатність і має властивості модифікатора;

- забезпечує утворення міцно зчепленої з основою металоконструкції плівки, яка має ефект інгібітору корозії, може служити як консервант і як ґрунт із підвищеною теплостійкістю й термостабільністю, знижує наводнювання сталі, має фунгіцидні властивості;

- виключає утилізацію відпрацьованих шкідливих для здоров'я й навколишнього середовища матеріалів (оксиди заліза, оксиди кремнію й алюмінію, природний газ, вуглекислий газ), які використовуються при очищенні іржавої поверхні дорогими способами очищення (абразиво-струминний, полум'яний й полум'яно-абразивний, гідробластинг);

- цінною властивістю створеної речовини "КОНТРАСТ" є також можливість створення композиції для приготування перетворювача іржі, яка була б зручна при транспортуванні, зберіганні й приготуванні перетворювача іржі.

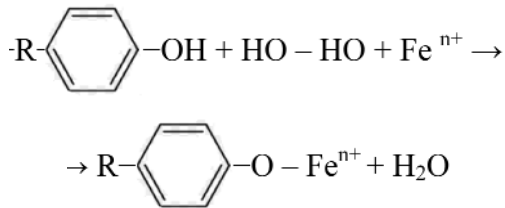
Ще одним важливим моментом є розробка способу приготування перетворювача іржі у вигляді концентрату, і це втілено на підприємстві ПП "Руслан і Людмила"

В перетворювачі іржі модифікації "А" ДСТУ №4372:2005 (додаток №4), що включає дубильний

екстракт, щавлеву кислоту, джерело срібла й воду як джерело срібла використане азотнокисле срібло. Перетворювач додатково містить оксиетилдендифосфонову кислоту-1 і дубильний екстракт.

Дубильні екстракти — це речовини, які екстрагуються паром з дубильної деревини і кори дуба, верби, ялини та ін. В перетворювачі іржі зв'язуючими і пасивуючими іржу є таніни — основний компонент сухої частини дубильних екстрактів. За хімічною будовою таніни — це поліфеноли, будова яких дуже складна.

З іржею і поверхнею металу таніни взаємодіють своїми гідроксидними групами. Хімізм реакції можливо представити таким чином:



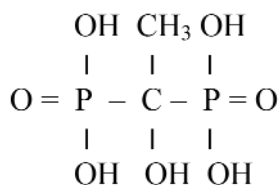
де  $\text{Fe}^{n+}$  — іон заліза наявний в іржі; n може бути рівним 2 або 3 щавлева кислота 3,80 — 7,72

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 - 2\text{H}_2\text{O}$  азотнокисле срібло 0,01 — 0,10  
 $\text{AgNO}_3$  оксиетилдендифосфонову кислоту-1 — 0,15 — 0,67

вода або вода зі спиртом решта

Оксиетилдендифосфонову кислоту-1(ОЕДФ), будучи розчиною у воді, має поверхневу активність, тому сприяє швидкому проникненню перетворювача в пори іржі, навіть найдрібніші. ОЕДФ синергетично підсилює перетворюючу здатність танінів. На основі металокопункції утворюється міцно зчеплена з нею танатна плівка, яка має ефект інгібітору корозії. Плівка знижує наводнювання сталі — небезпечне явище, яке робить сталь крихкою і яке відбувається під впливом на сталь органічних кислот. Плівка служить як ґрунт із високою теплостійкістю й термостабільністю при наступному нанесенні лакофарбових і ізоляційних покриттів.

Проникаючи в пори окалини, ОЕДФ пасивує велику кількість продуктів корозії, що приводить до відшаровування окалини від прокородованого металу й до виникнення адгезивного контакту між ним і ґрунтувальним покриттям. Вступаючи в хімічну реакцію з поверхнею металу, утворює плівку. Плівка, що утворилася, має ефект інгібітору, не дозволяє вступати в реакцію активної поверхні заліза з киснем у вологому середовищі. Поверхня стає більш стійкою до корозії:



Наявність у воді азотнокислого срібла в комбінації з ОЕДФ дозволяє досягати глибокої дифузії перетворювача в шар іржі, що сприяє утворенню міцної плівки з високою адгезією. Одержане покриття має високу стійкість до впливу води, масел, нафти-сирцю й газів, що утворюються під землею при блукаючих струмах.

Завдяки додаванню азотнокислого срібла поверхня металокопункції, оброблена перетворювачем, і сам перетворювач не зазнає біокорозії. Особливо ефективно використання азотнокислого срібла при підвищеному вмісті в контактуючій з металокопункцією воді хлорид іонів, які активізують процеси корозії. Тому, для нейтралізації додається азотнокисле срібло, яке взаємодіє в реакції іонів срібла з іонами хлору  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$  (іони хлору випадають в осад).

Крім того, азотнокисле срібло не випадає в осад при зберіганні перетворювача іржі, що має місце в перетворювачі іржі за патентом UA 61544, у якому використовується колоїдне срібло.

Триполіфосфат натрію, гексаметафосфат натрію й гліоксаль ще більше підсилюють інгібіторні властивості плівки, що надалі запобігає загальнокорозійному процесу.

Лимонна кислота підсилює консервуючі властивості перетворювача іржі й він може успішно застосовуватися як консервант для запобігання корозії при зберіганні металопродукату й металевих елементів і копункцій.

В композиції для приготування перетворювача іржі, що включає дубильний екстракт, щавлеву кислоту й срібло, як джерело срібла використане азотнокисле срібло, і вона додатково містить оксиетилдендифосфонову кислоту-1 при такому співвідношенні компонентів, у мас. % (модифікація "Б" (пастоподібна суміш) ДСТУ 4372:2005) :

дубильний екстракт 49,00 — 76,00

щавлева кислота 23,00 — 47,00

азотнокисле срібло 0,05 — 0,60

оксиетилдендифосфонову

кислоту-1 0,95 — 4,00.

Краще, щоб композиція містила також такі компоненти, мас. %

триполіфосфат натрію 0,40 — 1,30

гексаметафосфат натрію 0,40 — 1,30

гліоксаль 3,10 — 3,45

Композиція може містити також 0,90–3,50 мас. % лимонної кислоти.

Композиція може містити воду в пропорції: на одну масову частину композиції 0,20 — 0,50 масових частин води.

Згідно з винаходом третє завдання вирішується тим, що описану вище композицію змішують із водою в пропорції на одну масову частину композиції 5 — 6,25 масових частин води. При необхідності 0,10 — 0,30 мас. % води замінюють спиртом.

Композиція для приготування перетворювача іржі згідно з винаходом може бути або у вигляді сухої суміші, або у вигляді пастоподібної суміші. Для одержання сухої суміші (модифікація "В" ДСТУ 4372:2005) порошкоподібні компоненти змішують у необхідних кількостях і фасують у паперову або полімерну упаковку. Вагу сухої суміші в упаковці розраховують на певну кількість води, яка необхідна для одержання перетворювача іржі, готового до застосування модифікації "А" рідина.

Готовий перетворювач іржі являє собою рідину коричневого кольору, що має такі характеристики:

рН 0,5 — 2,2 моль/л

в'язкість за ВЗ при 20 ± 20С 9 — 12 сек.

питома вага 1,08 г/см<sup>3</sup>

витрата 40 — 120 г на 1 м<sup>2</sup>



Перетворювач іржі "КОНТРАСТ" модифікації "А", "Б", "В", починаючи з 2000 року, пройшов успішні випробування і отримав позитивні відгуки від споживачів, має нагороду.

Існує велика кількість різних станів металевих поверхонь, що вимагають очищення перед фарбуванням. Насамперед, це стосується ремонту раніше пофарбованих об'єктів. Вік об'єкта і його розташування, якість вихідної поверхні, властивості старого лакофарбового покриття і кількість дефектів, тип попередніх і майбутніх агресивних умов і передбачувана система захисних покриттів – все це впливає на вибір методів майбутньої підготовки поверхні перед фарбуванням. При виборі методу підготовки поверхні слід враховувати необхідний ступінь очищення і шорсткості поверхні, відповідні системи покриття. Ступінь підготовки поверхні вибирається з метою підвищення надійності та якості покриття, зниження вартості робіт.

Металеві поверхні, що підлягають очищенню, класифікують за ступенем окислення за стандартами ISO 8501-01-1988 і ISO 8504-1992. Характеристика окислення поверхні визначається ступенем окислення:

А – поверхня сталі майже повністю покрита міцно зчепленою з металом прокатною окалиною. На поверхні майже немає іржі;

В – поверхня сталі почала іржавіти, від неї починає відшаровуватися прокатна окалина;

С – поверхня сталі, з якої в результаті корозії майже повністю зникла прокатна окалина, або з якої прокатна окалина може бути легко видалена. На поверхні сталі при візуальному огляді спостерігаються невеликі прояви корозії;

Д – поверхня сталі, з якої в результаті корозії прокатна окалина зникла і на якій спостерігається виразкова корозія на всій поверхні при візуальному огляді.

Широко відомий недолік заліза і сталі полягає в тому, що ці матеріали іржавіють, тобто піддаються одній з форм корозії. Для того, щоб продовжити термін служби дорогого устаткування і створити умови для оптимальної віддачі від капіталовкладень, залізні і сталеві частини конструкцій зазвичай піддаються антикорозійній обробці за допомогою нанесення на них одного або декількох захисних шарів фарби та інших матеріалів. При цьому потрібно враховувати стійкість покриттів до впливу сукупності кліматичних факторів, значення яких обумовлені нормальними значеннями на відкритому повітрі різних макрокліматичних районів і категоріями розміщення пофарбованих поверхонь.

Позначення умов експлуатації за ГОСТ 9.104-79, макрокліматичних районів за ГОСТ 15150-69: помірний (У1, У2, УХЛ4, В5); холодний (ХЛ1, ХЛ2, УХЛ4, В5); тропічний сухий і тропічний вологий (-Т1, Т2, Т3, В5); морський помірно холодний (ОМ1, ОМ2, ОМ3, В5) і морський тропічний (ОМ1, ОМ2, ОМ3, В5).

Перед нанесенням захисного шару необхідно провести ретельну обробку поверхні з метою отримання найкращого зчеплення фарби з поверхнею.

Існує ряд способів очищення поверхні перед фарбуванням: абразиво-струминне очищення, полум'яне і полум'яно-абразивне очищення, гідробластинг, в яких використовуються дорогі і шкідливі для

здоров'я людини та навколишнього середовища матеріали (оксиди кремнію, оксиди алюмінію, оксиди заліза, природний газ, вуглекислий газ). Поховання відпрацьованих матеріалів приводить до підвищення собівартості робіт в десятки разів.

Одним з найбільш ефективних методів підготовки поверхонь є струминне очищення із застосуванням абразивів. Іншими методами попередньої обробки поверхонь є очищення ручне і механічне, термічне очищення та очищення із застосуванням хімічних препаратів (травлення). Останні вищезгадані методи мають різні недоліки, такі як недостатня ступінь чистоти поверхні, нанесення шкоди здоров'ю людини і навколишньому середовищу. Ретельна попередня обробка поверхні дуже важлива. Навіть найкращі методи нанесення захисних покриттів по своїй дії ніколи не перевершують значення якості попередньої обробки поверхні. У більшості випадків причиною передчасного виходу з ладу захисних покриттів є недостатня (або не відповідає вимогам) попередня підготовка поверхонь, осмос та не заблоковані центри корозії в раковинах металу.

Стандарт ISO визначає сім ступенів підготовки поверхні:

– ISO-St Обробка вручну і електроінструментами.

Підготовка поверхні вручну і за допомогою електроінструментів: скріблення, зачистка дротяними щітками, механічними щітками і шліфування – позначається буквами "St".

Перш, ніж почати очищення вручну або електроінструментами, товсті шари іржі мають бути видалені способом обрубки. Видимі забруднення від масла, жиру і бруду теж повинні бути вилучені. Після очищення вручну та електроінструментами поверхня повинна бути очищена від фарби і пилу.

– ISO-St2 Ретельне очищення вручну та електроінструментами.

При поверхневому розгляді неозброєним оком, підкладка повинна виглядати очищеною від видимих слідів масла, жиру і бруду і від погано прилеглої окалини, іржі, фарби та сторонніх речовин.

– ISO-St3 Дуже ретельне очищення вручну та електроінструментами – те ж саме, що і для St2, але підкладка має бути очищена набагато більш ретельно, до появи металевих блисків.

– ISO-Sa Піскоструминне очищення.

Підготовка поверхні способом піскоструминної обробки позначається буквами "Sa". Перш ніж приступити до піскоструминного очищення, товсті шари іржі мають бути видалені методом обрубки. Видимі масляні, жирові забруднення і бруд теж повинні бути усунені. Після піскоструминної обробки підкладка має бути очищена від пилу та сміття.

– ISO-Sa1 Легке піскоструминне очищення.

При перевірці неозброєним оком поверхня повинна виглядати зачищеною від видимих масляних, жирових плям і бруду і від окалини з поганим приляганням, іржі, фарби та інших сторонніх речовин.

– ISO-Sa2 Ретельне піскоструминне очищення.

При перевірці неозброєним оком поверхня повинна виглядати зачищеною від видимих масляних, жирових плям і бруду і від більшешої частини окалини, іржі, фарби та інших сторонніх речовин. Кожне залишкове забруднення повинно мати щільне прилягання.

– ISO-Sa2,5 Дуже ретельне піскоструминне очищення.

При перевірці неозброєним оком поверхня повинна виглядати зачищеною від видимих масляних, жирових плям і бруду і від більшої частини окалини, іржі, фарби та інших сторонніх речовин. Всі залишкові сліди зараження повинні виявлятися тільки у формі ледь помітних плям і смуг.

– ISO-Sa3 Піскоструминне очищення до візуальної чистої сталі.

При перевірці неозброєним оком поверхня повинна виглядати зачищеною від видимих масляних, жирових плям і бруду і від більшої частини окалини, іржі, фарби та інших сторонніх речовин. Поверхня повинна мати однорідний металевий блиск.

У відповідності до ГОСТ 9.402-80:

– пункт 3.9.2.6 прим.2: "Кварцовий пісок застосовується тільки при струменево-абразивній обробці";

– пункт 3.9.2.7: "Струменево-абразивну обробку виконують суспензією піску або електрокорунду у воді під тиском 0,3-1,0 МПа (3,0-10,0 кгс / см<sup>2</sup>), об'ємне відношення абразиву до води має становити від 1:6 до 1:1. ";

– пункт 3.9.2.8: "Для запобігання корозії чорних металів в суспензію ще вводять один з компонентів: танін 20-30 кг. м<sup>3</sup>; діохромат калій (натрій) 0,5-1,0; кальциновану соду 1,5-2,5; азотистокислий натрій 2,0-10,0";

З практики видно низьку антикорозійну ефективність компонентів. Після очистки дуже швидко проходить реакція між "голим" металом + кисень + вода і утворюється іржа. Тому необхідно заблокувати центри глибинної корозії в раковинах металу.

При використанні струменевого очищення металевих конструкцій у кварцовому піску знаходиться набагато більше 1% вільного кремнезему, зазвичай 80-90%. У процесі струменевої обробки поверхні зерна піску розщеплюються на дуже дрібні мікро-частинки. Ці частинки, розміром менше 5-10 мікрон (Е) і майже невидимі, часто ще дуже довгий час залишаються в навколишньому повітрі і вдихаються робітниками і всіма, хто знаходиться поблизу місця проведення очисних робіт. Накопичуючись і затвердіваючи в легенях, викликають пошкодження легеневої тканини, що в свою чергу веде до появи респіраторних проблем. Подібний стан може перейти в силікоз (також відомий, як "хвороба запарованих легень"), хвороба, яка може завершитися фатальним результатом. Тому в багатьох країнах світу піскоструменева обробка заборонена законом.

– пункт 3.9.3: Травлення. В залежності від групи металевих виробів (1,2,3) залежить стан розчинів для травлення, в який входять: сірчана кислота, соляна кислота, інгібітор (катанін, ПБ-6, ХОСП-10), хлористий натрій, ортофосфорна кислота, азотна кислота, хлористе залізо, уротропін, формалін та інші високо небезпечні сполуки;

– пункт 3.9.3.6: При підготовці поверхні виробів, призначених для умов експлуатації У1, У2, У3, УХЛ4, застосовують ґрунтівки – перетворювачі іржі для поверхонь зі ступенем окислення "А" при неможливості застосування струменево-абразивної очистки або інших методів, що забезпечує більш високу довговічність покриття.

Але ж при цьому ГОСТ 9.402-80 вказує на те, що

застосований перетворювач іржі – ґрунт не повинен шкодити металевій поверхні. Якщо агресивну кислоту нанести на металеву поверхню і не змити її після реакції, то такий перетворювач іржі розчинить не тільки іржу, а і нанесе велику шкоду металевій конструкції, навколишньому середовищу і здоров'ю людини.

Діючі стандарти не передбачають застосування танінних модифікаторів іржі в процесі підготовки поверхні під покриття.

Були підготовані матеріали на розроблення ISO "Підготовка сталевих поверхонь під консервування, міжопераційне ґрунтування, фарбування, обшивку, ізоляцію, герметизацію, бетонування та інші покриття за допомогою танінного перетворювача іржі "CONTRRUST", а також згідно з ДСТУ БВ.2.7.-77-98 "Мастики герметизуючі бутылкачукові" (у співавторстві Баглай А.П. Чернішов В.М., Гутніченко Т.П., Савенко В.І. та ін.) та ДБН В.2.6-22-2001 "Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей" (у співавторстві Шейніч Л.О. Савенко В.І. та ін.).

Розроблено наукові засади, методологію, ДСТУ 4372:2005 "Перетворювачі іржі на основі деревинної речовини", чинний від 2006-04-01 (додаток ВСТУП), в основу якого закладено патент №61544 та нормативну базу для забезпечення антикорозійного захисту металевих елементів та конструкцій ефективними екологічно безпечними засобами.

Проведено наукові дослідження особливостей експлуатації захисних покриттів. Створено комплекс нових протикорозійних та ізоляційних матеріалів, інноваційних технологій і технологічних процесів підготовки поверхні та нанесення покриттів, методів контролю та діагностики протикорозійного захисту, технологій, методик і технічних засобів з підвищенням надійності експлуатації протикорозійного захисту об'єктів, впровадження яких забезпечує підвищення терміну безаварійної роботи, зниження затрат на ремонтно-відновлювальні роботи, продовження строку експлуатації лакофарбових та ізоляційних покриттів та будівель.

Застосуванням перетворювача іржі "CONTRRUST" забезпечується високоякісна підготовка поверхні до завершальних робіт (застосовується в будь-якому пору року для обробки сталевих труб, кабельного оплетення, дахів, арматурної сітки в бетон, вузлів сполучення, під сандвіч-панелі, емностей, резервуарів, магістральних трубопроводів перед встановленням підсилювальних елементів, металевих конструкцій у шахтах, на електростанціях, на АЕС, в авто-сервісі, у судноремонті й суднобудуванні (баластні танки, трюми), вагоноремонті, метрополітені, на устаткуванні харчової промисловості, яке неможливо захистити від пилу, піску, іржі, при виробництві особливо чистих вибухових речовин і медичних препаратів, на металокопункціях, призначених для експлуатації контрольно-вимірювальних приладів, для виявлення гнізд корозії в балонах високого тиску й конструкціях зі спеціальних виробів, зокрема з нержавіючої сталі, а також мікротріщин і поверхневих раковин під час виготовлення сталевих матеріалів спеціального призначення, хімічної, вугільної, нафтогазової промисловості, на об'єктах військових підприємств, на металевих конструкціях, де конструктивно використовуються накладні деталі з перери-

вчастими зварними швами, тобто в місцях, де між з'єднаними деталями утворюються мікротріщини, у яких швидкість корозії в десятки разів більше, ніж на відкритій поверхні, при хімізахисті, вогнезахисті не-сучих металоконструкцій, на газопроводах без зупинки (додаток ДБН ін-т електрозварювання ім. Є.О. Патона) та в інших галузях).

Перш ніж приступити до підготовки поверхні, потрібно:

- обстежити об'єкт;
- провести дефектоскопію на предмет товщини поверхні, не зруйнованої іржею;
- і згідно з проектно-кошторисною документацією та інструкцією виробника, під авторським наглядом, нанести перетворювач іржі "CONTRRUST".

Перетворювач іржі наносять на іржаву поверхню суцільним рівномірним шаром, без підтьоків будь-яким способом (безповітряне розпилення, шприц та ін.). Рекомендується наносити щіткою, при цьому втираючи перетворювач у поверхню.

Якщо товщина іржі понад 150 мкм і після нанесення першого шару перетворювача іржі плями іржі проявляються, треба на уражені місця нанести перетворювач іржі повторно до утворення суцільної блискучої дрібно- або крупнокристалічної антикорозійної темно-синьої плівки-грунту, яка має високу адгезію з покриттями, а після реакції на поверхні і в мікроглинах та висихання перетворювача (120 хв.) покрити шпаклівкою, герметиком та пофарбувати.

Нові вироби обробляють перетворювачем іржі з метою попередження корозії в порах і на швах металу. Час висихання перетворювача іржі при температурі +20°C складає 120 хвилин. Якщо він висихає менш, ніж за 120 хвилин, необхідно зволожувати поверхню водою шляхом напилювання або розбризкування. Якщо висихання відбувається більш, ніж за 120 хвилин, допускається сушіння теплим повітрям (обдуванням) або нанесення перетворювача іржі на розігріту поверхню.

Нанесення перетворювача іржі в теплому вигляді підвищує дифузійні властивості (змішування води і компонентів, втирання і розчеплення продуктів корозії) у 4 рази.

При нанесенні перетворювача іржі на відкритому повітрі необхідно уникати попадання опадів (туман, дощ, сніг) на поверхню до повного висихання перетворювача іржі.

На сталеві конструкції, які є постійно під впливом конденсату, перетворювач іржі наносять також способами, описаними вище. Для таких конструкцій з метою одержання гарної адгезії рекомендується надалі застосовувати покриття, які можуть наноситися на вологу поверхню, наприклад, гліфталеві фарби.

Універсальний перетворювач іржі відноситься до композицій, які наносяться на іржу й не змиваються. Не потрібна утилізація відходів як при його

виробництві, так і при застосуванні.

Перетворювач іржі при його застосуванні утворює плівку товщиною 30 – 50 мкм і має такі експлуатаційні властивості:

- він заміняє ступінь механічного очищення прокородованої поверхні до стану SA 2,5 за стандартом ISO 8501-1 і забезпечує один шар ґрунту;
- його перетворююча здатність при середній товщині іржі 300 мкм становить 100%;
- він не токсичний і не пожежонебезпечний;
- стійкість плівки при 200°C до впливу води становить 72 години, трансформаторного масла – 96 годин, нафти-сирцю – 96 годин;
- проникнення через плівку газів під землею не спостерігається;
- відшаровування плівки під землею під впливом блукаючих струмів до 1,2 вольт і при тиску 200 кгс/см<sup>2</sup> не спостерігається;
- міцність плівки при ударі не менша 4 Дж;
- адгезія плівки до лакофарбових покриттів 1–2 бали;
- при рН 0,5 – 2,2 моль/л утворена плівка-ґрунт не викликає кислотної корозії при експлуатації, так як кислотність нейтралізується при взаємодії компонентів з продуктами корозії і тонатами.

Ці й інші властивості модифікатора іржі забезпечують його технічну й економічну ефективність.

При необхідності, шпателем наноситься двокомпонентна шпаклівка (склад шпаклівки: поліефірна смола, цемент, пісок, перетворювач іржі "КОНТРАСТ" модифікація "В", затверджувач типу гіпарис) в щілини та вм'ятини протягом 30 хвилин і залишається для затвердіння на 24 години (автор Смик Л.П.).

Перспективними для використання в антикорозійному захисті є модифіковані покриття холодного нанесення на основі водних бітумних емульсій – бітумно-латексні емульсії [1]. Матеріалами для модифікації бітумів і бітумних емульсій та отримання на їх основі емульсій з покращеними властивостями є латекси з додаванням модифікатора іржі "КОНТРАСТ" модифікації "В" можуть використовуватись мастики герметизуючі бутилкаучукові згідно з ДСТУ Б.В.2.7 – 77 – 98 або для захисту арматури та закладних і накладних деталей сухих сумішей згідно з ДБН В 2.6 – 22 2001 "Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей" під загальною редакцією Лівінського О.М.

Для перевірки впливу рівня та якості підготовки поверхні на захисні властивості покриттів їх наносили на металеві пластинки з низьковуглицевої сталі, поверхні яких було підготовано такими способами: 1) механічна очистка (Ra=10-12мкм); 2) піско-струменева очистка (Ra=50-75мкм); 3) дробоструменева очистка (Ra=125мкм); 4) підготовка поверхні перетворювачем іржі "КОНТРАСТ" модифікації А". На рис. 1 наведено зовнішній вигляд даних поверхонь.

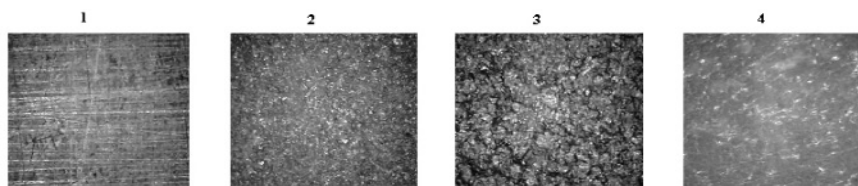


Рис. 1.

Таблиця 1. Результати випробувань адгезії покритву до сталі при різних способах підготовки поверхні

№ пор.	Спосіб підготовки поверхні	Адгезія до сталі, Ра				
		Кількість SBR, мас.%				
		3%	5%	7%	10%	15%
1	Механічна очистка	1,8	2,8	1,8	1,6	1,7
2	Піскоструменева очистка	1,9	2,9	1,8	1,6	1,7
3	Дробоструменева очистка	1,9	2,8	1,8	1,6	1,7
4	Перетворювач іржі «КОНТРАСТ» модифікація «А»	1,7	2,9	1,7	1,5	1,6

Однією із найважливіших фізико-механічних властивостей покриттів для протикорозійного захисту є адгезія покритву до основи, яку ми обрали за критерій оцінки впливу рівня та якості підготовки поверхні на захисні властивості систем покриттів. Дослідження показали приблизно однакові результати, тобто нанесення покритву не вимагає ретельної підготовки поверхні. Результати випробувань адгезії покритву до сталі при різних способах підготовки поверхні наведено у табл. 1.

Проаналізувавши отримані результати, для подальшої роботи обрано покритв, що містить 7% латексу стирол-бутадієнового синтетичного каучуку та розроблено 3 системи покриттів на основі водних бітумно-латексних емульсій для протикорозійного захисту, емульсії на основі полістирольного лаку і т.д. Наприклад, система захисту трубопроводів. Їх наведено на рис. 2.

Призначенням протикорозійного покриття (або системи покриттів) є недопущення контакту агресивних ґрунтів із сталеву поверхнею трубопроводу або іншого металевого виробу та попередження утворення джерел корозії.

На підготовлену поверхню перетворювачем іржі "КОНТРАСТ" можуть бути нанесені різні покриття. Економічний ефект від застосування перетворювача іржі "КОНТРАСТ" визначається індивідуально до об'єкту. "КОНТРАСТ" впроваджено на багатьох об'єктах в різних організаціях і країнах. Загальний економічний ефект від його впровадження складає понад 60 млн. грн. на об'єктах в Україні, в тому числі

таких, як "Карпатнафтохім", Українська стрічкова фабрика, "Плавзасоби України", ВАТ "ДБК-3", ПАТ "ДБК-4" та багатьох інших.

Аналіз результатів випробувань показав, що в зразках з гладкою арматурою відбулось висмикування арматурних стержнів з бетонної призми. Середнє значення сили, при якій відбулось висмикування арматурних стержнів, для зразків з необробленою та обробленою антикорозійним засобом "Construst" відповідно становила 23,38 кН та 23,39 кН. У зразках з ребристою арматурою відбулось руйнування бетонних призми (розколювання на дві частини). Середнє значення сили, при якій відбулось розколювання бетонних призми, для зразків з необробленою та обробленою антикорозійним засобом "Construst" відповідно становила 29,88 кН та 30,08 кН.

У результаті виконаних випробувань встановлено, що обробка арматурних стержнів антикорозійним засобом "Construst" не погіршує зчеплення арматури з бетон

**Висновки.**

1. Фізико-механічні властивості консерванта перетворювача іржі "КОНТРАСТ" та покриттів на основі водної бітумно-латексної емульсії, бутылкаучукових мастик, сухих будівельних сумішей та ін. дозволяють перетворити іржу (навіть шліпину і у важкодоступних місцях) в хелатні метало полімери, які надійно блокують міця корозії і під фарбовими покриттями корозія металу не відбувається.

2. Досліджено вплив рівня та якості підготовки поверхні на захисні властивості покриттів. Результа-

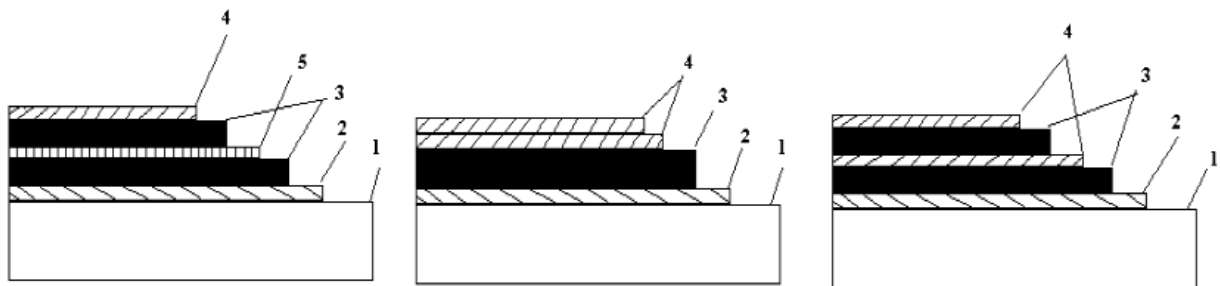


Рис. 2. Конструкції систем покриттів:

1 -сталева основа; 2– ґрунт "КОНТРАСТ", 3 – покриття бутылкаучуковою герметизуючою мастикою або спеціальним покриттям при потребі; 4 – армувальна сітка згідно з ДСТУ БВ.2.7.-77-98 "Мастики герметизучі бутылкаучукові" (в співавторстві Баглай А.П., Савенко В.І., Гутніченко Т.П. та ін..) або ДБН В.2.6 – 22 – 2001 Улаштування покриттів із застосуванн Рисунок 2. Конструкції систем покриттів: 1 -сталева основа; 2– ґрунт "КОНТРАСТ", 3 – покриття бутылкаучуковою герметизуючою мастикою або спеціальним покриттям при потребі; 4 – армувальна сітка згідно з ДСТУ БВ.2.7.-77-98 "Мастики герметизучі бутылкаучукові" (в співавторстві Баглай А.П., Савенко В.І., Гутніченко Т.П. та ін..) або ДБН В.2.6 – 22 – 2001 Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей (в співавторстві Шейніч Л.О., Савенко В.І. та ін..) з відповідним герметиком і фарбуванням 5-фарбуванням сухих будівельних сумішей (в співавторстві Шейніч Л.О., Савенко В.І. та ін..) з відповідним герметиком і фарбуванням 5-фарбування



Фото 2. Дослідні зразки з гладкою арматурою до випробування (з ліва) та після випробування (з права)



Фото 3. Дослідний зразок з гладкою арматурою після випробування



Фото 4. Дослідний зразок з ребристою арматурою після випробування

ти дослідження вказують на те, що покриття на основі бітумно-латексних емульсій бутилкаучукових мастик та сухих сумішей розробленого складу не потребують трудомісткої технологічно складної ретельної підготовки поверхні перед нанесенням.

3. Проведені дослідження та випробування довели, що запропоновані конструкції систем покриттів відповідають необхідним нормативним вимогам для забезпечення антикорозійного захисту нафтогазопроводів, машин та інших металовиробів і можуть мати великі перспективи, в першу чергу, для ремонту вже існуючих об'єктів.

4. Проведені дослідження в лабораторіях КНУБА та ЛНТУ показали, що у арматури, обробленої модифікатором КОНТРАСТ зчеплення з бетоном в залізобетонних конструкціях не погіршується. Це дає можливість в разі необхідності ( в підземних спорудах, у воді , в агресивному середовищі і т.д.) захищати арматуру , закладні та накладні деталі, труби , корпуси резервуарів тощо від корозії.

5. Загальний економічний ефект від впровадження роботи складає понад 60 млн. грн. (додаток 8) в тому числі: м. Київ, вул. Солом'янська 2а, замовник – апеляційний суд, проєктант – ЗАТ "ГІПРОЦивіль-промбуд" -економічний ефект – 30,0 млн.грн.; ПАТ "ПВІ-ЗІТ Нафтогазізоляція" як виконавець на газопроводах Кутаїсі-Абаша (Грузія) – 10,2 млн. грн., Львів– Бобрівка – 0,743 млн. грн., Брест (Білорусія) – 0,739 млн.грн; Кампанія "Лукойл" – "Карпатнафтохім" – 6,41 млн.грн; Харків, Сумський ринок – виконавець ТОВ "Спецбудмонтаж – Україна" – 5,8 млн.грн; Храм, м.Київ, вул.Мічуріна 64 – 981 тис.грн., об'єкти оборонного комплексу України, в тч. Житомирський БТЗ, Шепетівській РЗ, Миколаївський БЗ, та інші.

**Література**

1. Ковалець С.І. Метали та їх властивості / С.І. Ковалець. — К., 1983. — 126 с.
2. Хомченко Г.П., Цитович И.Г. Неорганическая химия / Г.П. Хомченко, И.Г. Цитович. — М.: Высшая школа, 1987. — 464 с.
3. Фримантл М. Химия в действии. В 2-х ч. -ч.1. / М. Фримантл — М.: Мир, 1998. — 528 с.
4. ТУУ 14333-082/001-98 "Перетворювач іржі "КОНТРАСТ" — К., 1998
5. ДСТУ 4372:2005 "Перетворювач іржі на основі деревинної речовини. Технічні вимоги." — К., 2005
6. Патент № (11) 61544 "Перетворювач іржі "КОНТРАСТ"
7. Техника борьбы с коррозией: Пер. с пол. / Р. Юхневич, В. Богданович, Е. Валашковский и др.; под ред. А.М. Сухоти-на. — Л.: Химия, 1980. — 224 с.
8. Розенфельд И. Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями / И. Л. Розенфельд, Ф. И. Рубинштейн, К. А. Жигалова. — М.: Химия, 1987. — 222 с.
9. Петров Л. Н. Коррозионно-механическое разрушение металлов и сплавов / Л.Н. Петров. — К.: Наук. думка, 1991. — 215 с.
10. Шлугер М. А. Коррозия и защита металлов: учеб. пособие для вузов / М. А. Шлугер, Ф. Ф. Ажогин, Е. А. Ефимов. — М.: Металлургия, 1981. — 215 с.

**References**

1. Kovalec SI Metals and their properties / SI Kovalec - K., 1983. - 126 p.
2. Khomchenko GP, Tsitovich IG Inorganic chemistry / gp Khomchenko, IG Tsitovich - M.: Higher school, 1987 - 464 pp.
3. Fremantle M. Chemistry in action.: In 2 hours.-1. / M Fremantle - M.: World, 1998. - 528 pp.
4. TUU 14333-082 / 001-98 "Rust Converter" CONTRAST "- K., 1998
5. DSTU 4372: 2005 "Rust converter on the basis of wood material. Technical requirements. "- K., 2005
6. Patent № (11) 61544 "Rust Converter" CONTRAST "
- 7.Техника fight against corrosion: Per. from the floor / R. Yukhnevich, V. Bogdanovich, E. Valashkovsky and others; ed. AM Sukhotina - L.: Chemistry, 1980. - 224 pp.
8. Rosenfeld IL Protection of metals from corrosion by varnish coatings / I. L. Rozenfeld, F. I. Rubinshtein, K. A. Zhigalov. - Moscow: Chemistry, 1987. - 222 p.
9. Petrov L. N. Corrosion-mechanical destruction of metals and alloys / L.N. Petrov - K.: Science. opinion, 1991. - 215 p.
10. Schluer MA Corrosion and metal protection: study. allowance for high schools / MA Shluger, FF Azhogin, EA A. Efimov. - Moscow: Metallurgy, 1981. - 215 p.

**В.И. Савенко, Л.М. Висоцкая, Д.Я. Кислюк, В.В. Ключева, С.В. Федоренко, С.П. Пальчик**

**ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ, МАШИН И ИЗДЕЛИЙ ПУТЕМ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ СРЕДСТВА (CONTRRUST)**

**Аннотация.** Коррозия приводит к миллиардным убыткам ежегодно, которые заключаются в выводе из строя изделий и машин из металла, а также в издержках по защите и восстановлению металлических изделий. Исследование процессов коррозии дает основу утверждать, что надежная защита от коррозии - это в первую очередь правильная подготовка поверхности и только потом качественный слой герметиков, красок или других типов покрытия.

Экологически чистое вещество растительного происхождения, запатентована и испытана, под названием "КОНТРАСТ (CONTRRUST)" является эффективным средством блокировки источников коррозии (ржавления) и подготовки поверхностей к защитным покрытиям.

**Ключевые слова:** КОНТРАСТ, коррозия, ржавчина, покрытия, экология.

**V.I. Savenko, L.M. Vysotskaya, D.Ya. Kislyuk, V.V. Klyuev, S.V. Fedorenko, S.P. Palchik**

**ECONOMIC EXPEDIENCY OF EXTENSION OF TERMS OF USING OF METAL CONSTRUCTIONS, MACHINES AND PRODUCTS BY PROTECTION FROM CORROSION WITH ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTS (CONTRRUST)**

**Abstract.** Corrosion leads to billions of losses each year, consisting in putting down articles and machines made of metal, as well as the costs for the protection and restoration of metal products. Investigation of corrosion provides a basis to assert that the corrosion protection — is primarily a correct surface preparation and then a layer of high-quality sealants, paints or other types of coverage.

Environmentally friendly plant substance, patented and tested, with the name "CONTRRUST" is an effective means of blocking sources of corrosion (rust) and surface preparation for protective coatings.

**Keywords:** CONTRRUST, corrosion, rust, protective coatings, ecology.

**В.О. Галушко**, докт.техн.наук, доцент,

**О.М. Галушко**, канд.техн.наук, доцент,

**І. В. Колодяжна, Д.Ю. Уваров, А.С. Уварова,**

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса

## СУЧАСНІ СПОСОБИ УКРІПЛЕННЯ ҐРУНТУ ПРОТИ ЗСУВУ

**Анотація.** В статті розглянута проблема території під приватне житлове будівництво, яка наразі є однією з актуальніших. У минулому столітті велося масове будівництво будинків і споруд на таких територіях. Міста розрослися й території під забудову займалися поблизу балок, водоїм. Для садибного будівництва нахилені поверхні себе добре зарекомендували, тому малоповерхове будівництво житлових поселень на схлонах є достойною альтернативою. Несвоєчасні ремонти трубопроводів, викидання сміття в прилеглі балки і, як наслідок, підйом рівня ґрунтових вод призвели до виникнення зсувів на таких територіях. Метою даної статті є вибір ефективного методу закріплення схилу від зсувів. Тому завдання зводиться до вибору ефектвної технології для зміцнення ґрунту проти зсуву.

**Ключові слова:** сучасні технології закріплення ґрунтів, способи та методи укріплення ґрунтів, зсув.

**Вступ.** Проблема території під приватне житлове будівництво наразі є однією з актуальніших. Центральні частини населених пунктів вже забудовано і земельні ділянки для забудови пропонується на окраїне. Альтернативою є забудова склонів в межах населених пунктів, на берігах річок та схлонах.

Для садибного будівництва нахилені поверхні себе добре зарекомендували, тому малоповерхове будівництво житлових поселень на схлонах є достойною альтернативою.

До основних недоліків склонів відноситься в більшості випадків складні ґрунтові умови, що потребує закріплення ґрунтових мас. З одного боку — це збільшує собівартість житла, а з іншого — дає можливість створення оптимальних архітектурних рішень в плануванні територій.

Геоформування ухилів відбувалося на різних територіях за різних обставин, тому і методи закріплення ґрунтів відрізняються та залежать від конкретної геології. Це також дає можливість створення варіативних архітектурних рішень у плануванні територій.

При виборі ефективного способу для укріплення ґрунту необхідно розглянути в комплексі основні показники такі як: стан ґрунтів, провівши інженерно-геологічні вишукування, розглянути технологічні процеси з можливими механізмами, які можливо виконати для конкретного об'єкта, їх вартість і тривалість.

Тому актуальність полягає в комплексному підході вибору ефективного способу зміцнення схилів.

### Аналіз досліджень і публікацій з проблеми.

Укріплення схлонами занимались наступні вчені і фахівці різних країн в тому числі — Терьохін Є. Ф., Авербах І.В., Гладкий В.М., Саприкін Л.Д., Філахтов А.Л., Янкулін М.Г., Давидов Г.Д., Дмитрієв С.А., Мулин Н.М., Баженов Ю.М., Баранов В.С., Горчаков Г.І., Алімов Л.А., Воронін В.В., Захаркін В.М., Розумний В.В., Копейко В.Я., Мещеряков А.Н., Хейфец В.Б., Перлей Е.М., Раюк М.І., Шик С.П., Ржаніцин Г.А., Горбунов-Посадов М.І., Іллічов В.А., Крутов В.І., Сорочан Е.А., Трофіменков Ю.Г., Гольдштейн М.Н., Дудінцева М.О. і ін.

Українські вчені: Філахтов А.Л., Ткаченко Р.Н., Янкулін М.Г., Писанко Н.В., Чернухін А.М., Шейнблом В.М., Менейлюк А.І., Бічев І.К і ін.

Закордонні фахівці: Parkas J., Hujecsek O., Balko C., Sloboda P., Bolton M.D., Cheney J.A., Kutter B.L., Cundall P. A., Drescher A., O. D. L. Strack., Dysli M. та інші.

**Постановка завдання.** Мета полягає в розгляді сучасних способів зміцнення схилів як для окремо вартих будинків, так і зведених на схилах уздовж берегової лінії.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання: вивчити існуючі сучасні способи зміцнення схилів, вказавши їх область застосування, розробити класифікацію способів і методів зміцнення, зрівняти техніко-економічні показники.

**Основна частина.** Зсув — відрив ґрунтового масиву та шарових новоутворених ґрунтів та зміщення їх по схилу під дією сил тяжіння.

На підставі літературних джерел, інженерних розв'язків складена класифікація способів зміцнення схилів рис. 1, 2. До основних технологій закріплення схилів відносяться наступні методи та технології, які вказані у класифікації, що наведено нижче 1, 2, 3 :

Нижче розглянемо структури зміцнення схилів рис. 3.

Як приклад розглянемо котеджне селище в зсувній зоні побудований на ріці Дніпро м. Запоріжжя. Із представлених структурних схем зміцнення схилів у нашому випадку підходить варіант b (утримання висоти схилу). Даний метод дозволяє виконувати вертикальне закріплення двома способами: стіна в ґрунті й підпірна стіна. Альтернативним варіантом може бути в нашому випадку - d (комбіновані методи). У цьому випадку ми можемо використовувати вже кілька способів зміцнення схилів. А саме: стіна в ґрунті, підпірна стіна, габіони, контрбанкети й контрфорси. Нижче розглянемо кожний із цих варіантів указавши їх область застосування й техніко-економічні показники. На рис. 4 показаний план розташування котеджного селища.



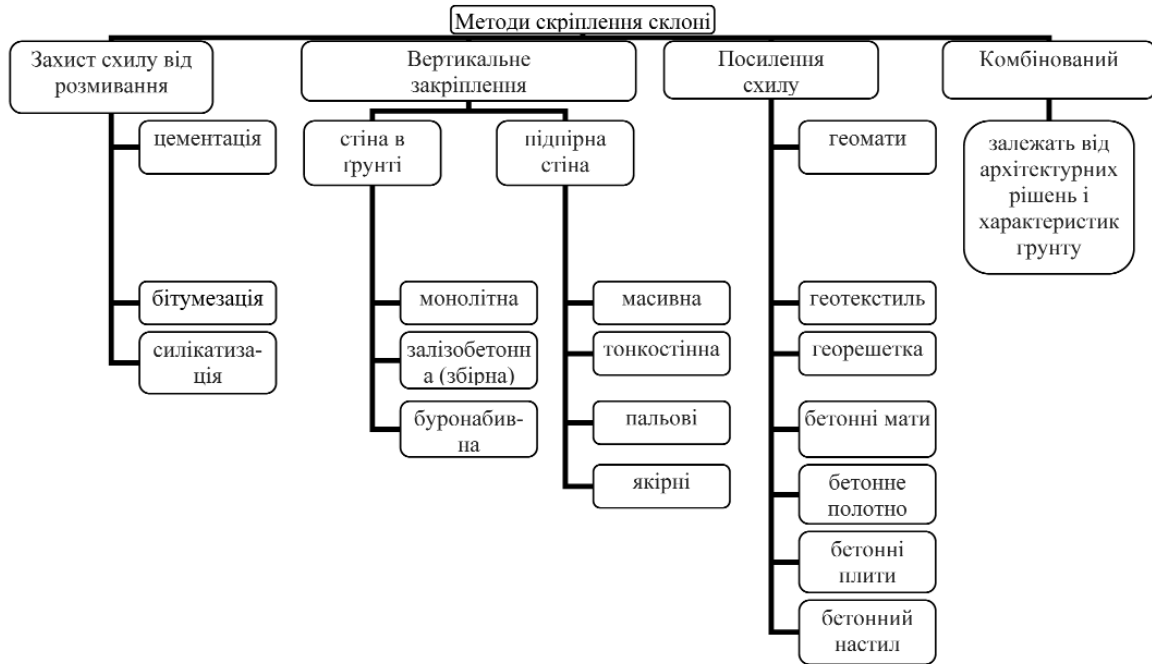


Рис. 1. Класифікація методів скріплення схилів

Розглянута ділянка складається із чотирьох майданчиків різних рівнів. Для втримання масиву ґрунту й запобігання зсуву розглянемо способи зміцнення схилів.

Одним з відомих способів зміцнення схилів є "Стіна в ґрунті".

Технологія зведення "Стіни в ґрунті" складається з наступних процесів: 1. буріння шпар, свердловин; 2. розробка траншеї (шириною 0,4-1,0 м), з глини-

стим розчином; 3. монтаж арматурних каркасів; 4. монтаж монолітної труби або збірного залізобетону; 5. подача бетонної суміші.

На рис. 5 представлені фрагменти виконання стіни в ґрунті. [6]

Технологія "Стіна в ґрунті" може бути виконана декількома способами: траншейним і пальовим.

Так як котеджне селище зведене на штучно створеному схилі, ефективним способом в нашому

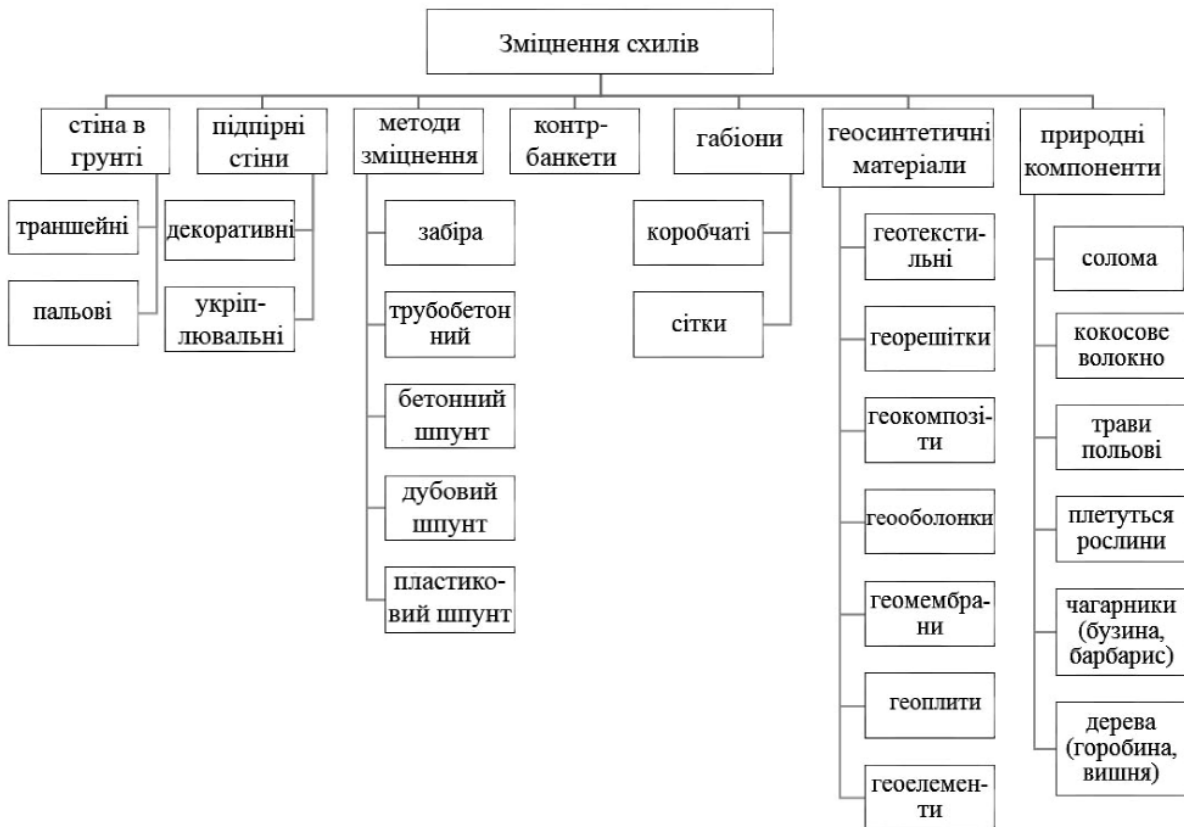


Рис. 2. Класифікація способів зміцнення схилів і берегових ліній

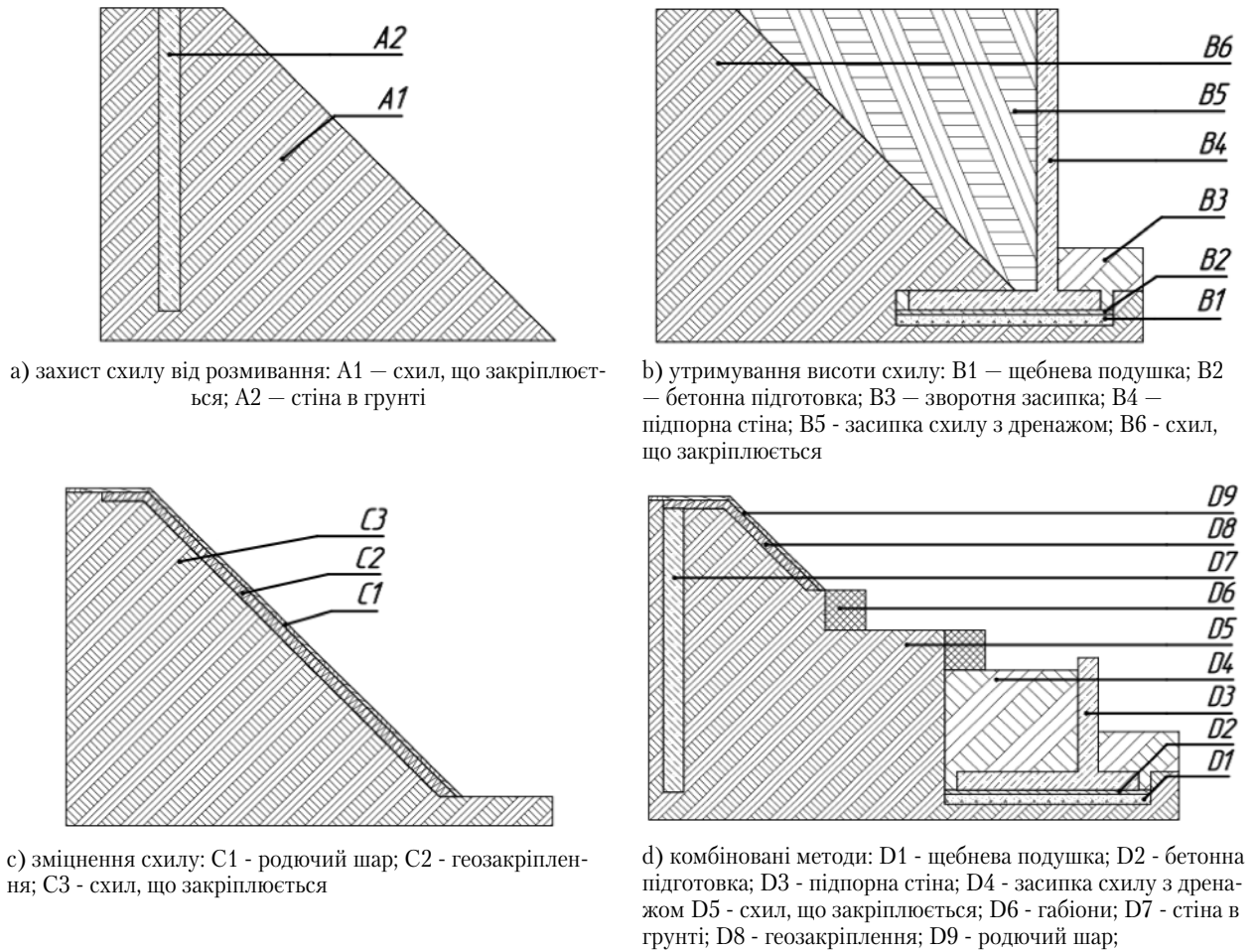


Рис. 3. Структури скріплення схилів

випадку буде пальовий.

Траншейний спосіб виконується з використанням монолітного бетону й залізобетонних секцій, за допомогою яких формується єдина стіна.

Пальовий спосіб виконується з буронабивних опор, які розташовуються одна до одної в ряд. Вони

дозволяють сформувати міцну конструкцію, що огорожує відповідну ділянку (рис. 5).

Техніко-економічні показники на пристрій " - Стіна в ґрунті" на 1м становлять:

- Вартість робіт – 9500 грн./м<sup>3</sup>
- Працевзатрати робітників – 3,88 чіл.-дн.

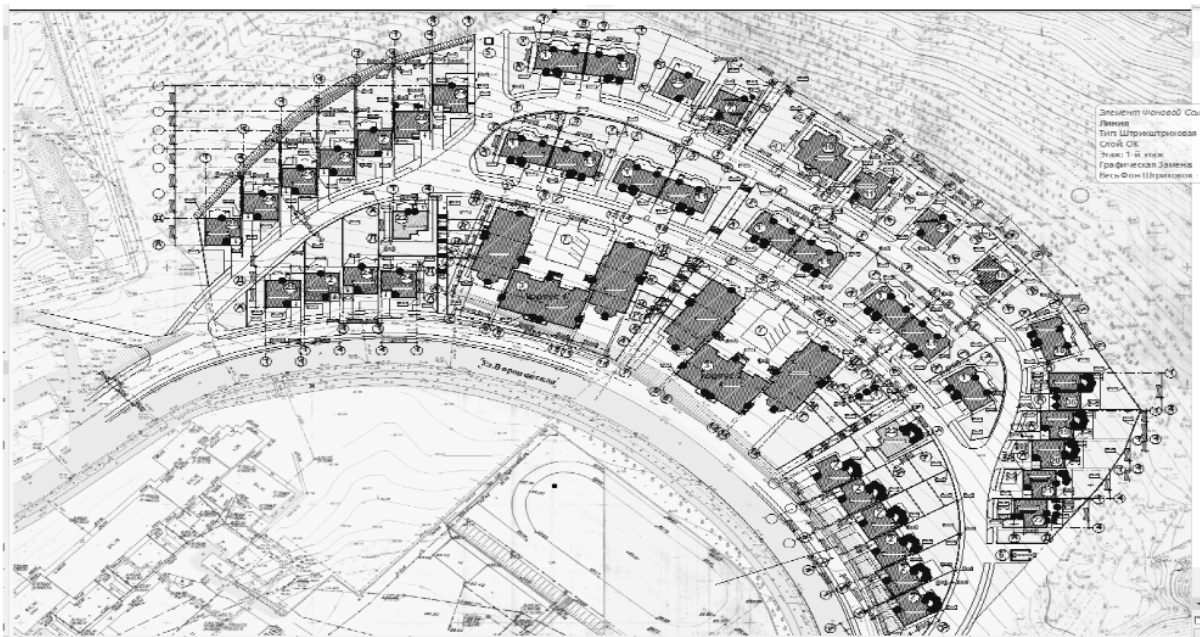


Рис. 4. План розташування кожного селища

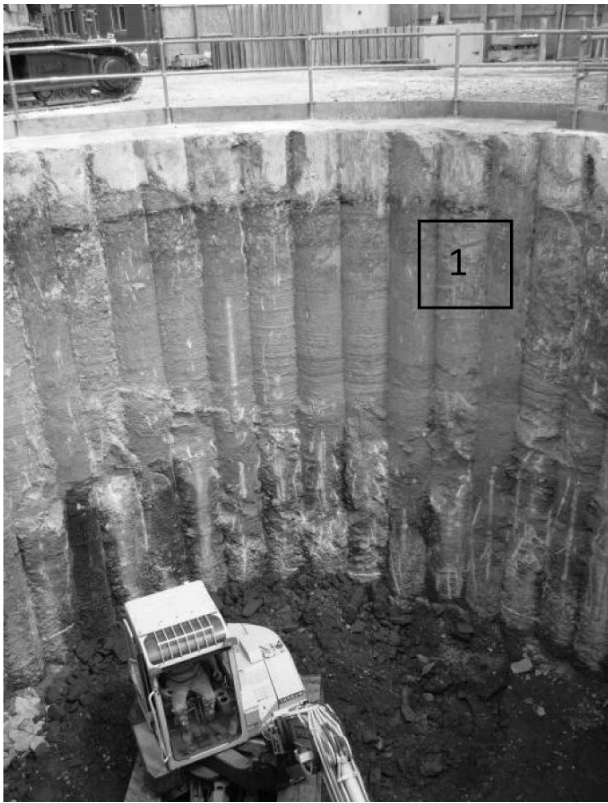


Рис.5. Фотофрагмент виконання готового зміцнення стіни в ґрунті пальовим способом 1 - палі

- Машинного часу – 1,58 маш.-змін.
- Виріток на один робітника – 0,26 маш.-змін.
- Тривалість виконання робіт – 68,8 ч-см.

Наступним є спосіб зміцнення схилів підпірними стінами. Незалежно від призначення, підпірна стіна має 4 елементи: 1– фундамент; 2 – тіло; 3 – дренажну систему; 4 – систему водовідведення.

По способу виконання підпірної стінки діляться на:

- виконання основи без підготовки (штучний мареріал бут);
- виконуються на попередньо підготовленій основі;

- виготовляються на стрічкових фундаментах (фундамент мілкового закладення);
- виготовлення на фундаментах глибокого закладення (пальові фундаменти).

У нашому прикладі технологія зведення "підпірної стіни" складається з наступних процесів:

I. Підготовчі роботи

- геодезична розбивка осей на місцевості;
- розробка ґрунту;
- планування підстави котловану;
- пристрій дренажної системи;
- влаштування вкладишів обалубки для пристрою бетонної підготовки;
- пристрій бетонної підготовки під підпірну стіну;

II. Роботи із пристрою фундаменту й нижньої частини підпірної стіни:

- установка опалубки під пристрій фундаменту й виготовлення нижньої частини стіни;
- установка арматурної сітки й каркаса фундаменту й виготовлення нижньої частини стіни;
- подача бетону в опалубку для виготовлення фундаменту й нижньої частини стіни;
- ущільнення бетонної суміші;
- разопалубовання щитів для виготовлення фундаменту й нижньої частини стіни;

III. Роботи із пристрою підпірної стіни верхньої частини:

- установка опалубки для виготовлення верхньої частини стіни;
- установка арматурного каркаса для виготовлення верхньої частини стіни;



Рис. 6. Фото-фрагменти виготовлення підпірної стіни

- подача бетону в опалубку для виготовлення верхньої частини стіни;
- ущільнення бетонної суміші;
- розопалубованні щитів для виготовлення верхньої частини стіни;

У запропонованому способі при влаштуванні підпірної стіни використовувався порталний пристрій розроблений авторами. На рис. 7 представлений пересувний порталний пристрій, що полягає з 2-х модулів.

Для вільного переміщення по місці виконання робіт "Портал" переміщається по рейках, які укладаються на шпали, покладені на схилі.

У верхній частині балки "Порталу", встановлюються переносні домкрати. "Портал" має градуйований елемент у вигляді зубчастої півсфери, на ходовому візку, до якого можуть кріпитися ківш для видалення ґрунту й гаки при монтажі опалубки й арматурної сітки 7.

По проекту передбачене двох-ярусна підпірна стіна. У зв'язку із цим конструктивні елементи нарощуються, з'єднуючи нижній ярус підпірної стіни з верхнім.

Виконання такелажних робіт здійснюється за допомогою лебідки, з остановами, які включають храпове колесо, вал, собачку, вісь, пружину, різного типу захвати й ін. Ці пристрої не перешкоджають підйому вантажу, але виключають можливість його непередбаченого спуску під дією власної ваги (рис. 8, 9).

З метою кріплення опалубки в проектне положення, встановлюють по верхньому поясу полиці, так званий, монтажний домкрат, а під ним, впритул, технологічний домкрат. У цьому випадку один домкрат забезпечує тверде кріплення порталу при роботі, а другий забезпечує вертикальне положення опалубки при подачі бетонної суміші. Таке з'єднання на майданчику не має потреби в додатковому посиленні несучої конструкції.

Технологія роботи з "Порталом" наступна. Для виготовлення нижньої частини підпірної стіни до порталу кріпиться ківш, що дозволяє видаляти зайвий ґрунт. Далі за допомогою лебідки встановлюється опалубка, у яку опускається сітка. Після подається бетон (рис. 10).

При підйомі щитів опалубки й арматурної сітки, для втримання використовуються кліщі, лебідки або захвати (рис. 8, 9).

Для втримання вантажу у висячому положенні використовують фіксатор (рис. 9), наявний на лебідці.

Переваги розробленого конструктивно-технологічного рішення полягають у наступному:

- підвищуються продуктивність праці й ступінь механізації виробничих процесів, знижуються витрати;

- вага "Порталу" дозволяє робітникам виконувати монтаж конструктивних елементів вручну без механізмів;

- завдяки можливості переміщати його в зборі по рейках при переході на іншу стоянку не потрібен демонтаж і монтаж;

- наявність шарнірного з'єднання блоку й підлоги-блоку дозволяє виконувати роботи одночасно з декількох стоянок;

- завдяки наявності навісного устаткування, можливо, виконувати повністю підпірну стіну не залучаючи інші механізми.

Техніко-економічні показники на пристрій підпірної стінки становлять:

- Вартість робіт – 7000 грн
- Працевитрати робітників – 1936,6 чіл.-год.
- Машинного часу – 438,14 маш.-год.
- Виробіток на один робітника – 1,57 м/змін.
- Тривалість виконання робіт – 36 зміни.

Спосіб зміцнення схилів габіонами. Габіонні конструкції є одними із традиційних способів захис-

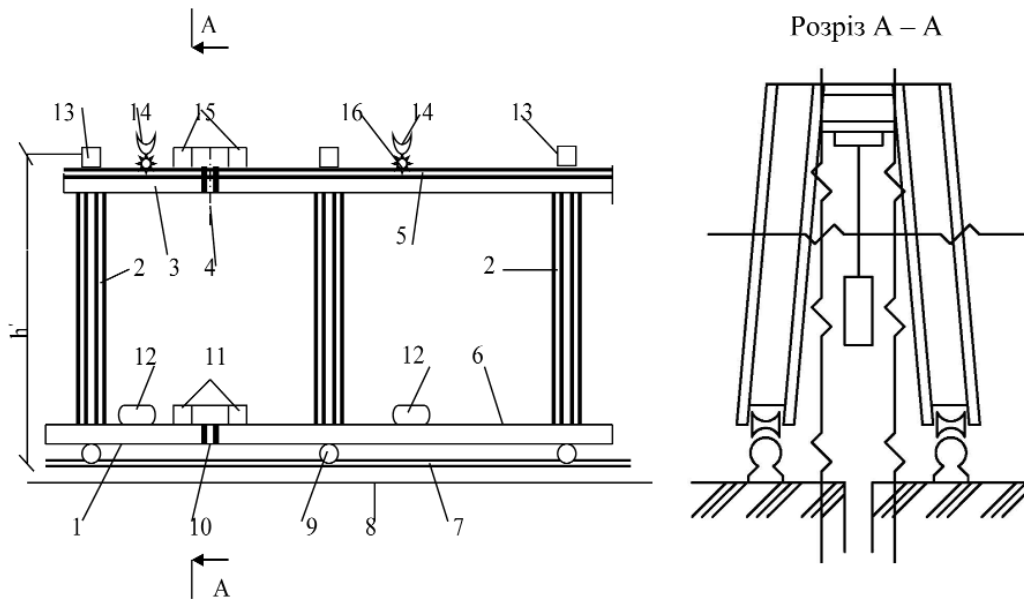


Рис. 7. Пересувний порталний пристрій складається з 2-х модулів:

- 1 – нижня жорстка полиця, 2 – стійка, 3 – портал (1/2, 1/4)М, 4 – шарнірне з'єднання верхня, 5 – портал (М1), 6 – сполучна нижня полиця, 7 – рейки, 8 – шпали, 9 – колесо, 10 – шарнірне з'єднання нижнє, 11 – сполучні планки, 12 – захват, 13 – домкрати, 14 – градуйований елемент, у вигляді зубчастої півсфери, буровий пристрій, 15 – сполучні планки, 16 – ходові візки, 19 – стійка з нахилом, 20 – лебідка, 21 – верхня підсилююча балка – полиця

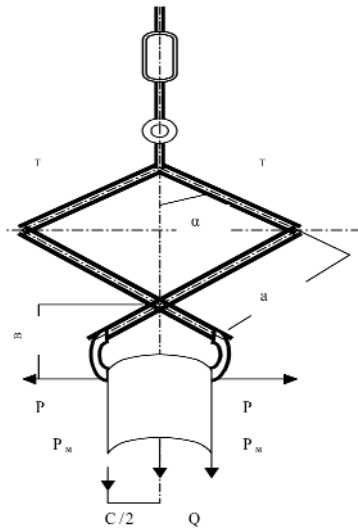


Рис. 8. Захвати кліщі

ту земель порушених водною ерозією, які використовуються вже більш 100 років. Вони призначені для захисту земель і споруд від небезпечних природних гідрометеорологічних, геологічних і антропогенних процесів, у т.ч. руслової, схильної, ярижної й хвильової ерозії, зрушень 4.

Технологія зведення "габіонами" складається з наступних процесів: 1 – Зрізка укосу; 2 – Розробка ґрунту згідно із проектом; 3 – Доставка коробчатих габіонів; 4 – Монтаж коробчатих габіонів у проектному положенні; 5 – Кріплення коробчатих габіонів металевими анкерами; 6 – Заповнення коробчатих конструкцій каменем; 7 – Зворотне засипання пазах.

Техніко-економічні показники на пристрій габіонів становлять:

- Вартість робіт – 10710 грн.
- Працевзатрати – 480,00 чіл.-год.
- Машинного часу – 153,00 маш.-год.
- Виробіток на один робітника – 1,3 м/зміну.
- Тривалість виконання робіт – 15,4 зміни.

Спосіб зміцнення схилів контрбанкетами. Контрбанкет – інженерне спорудження з каменю або

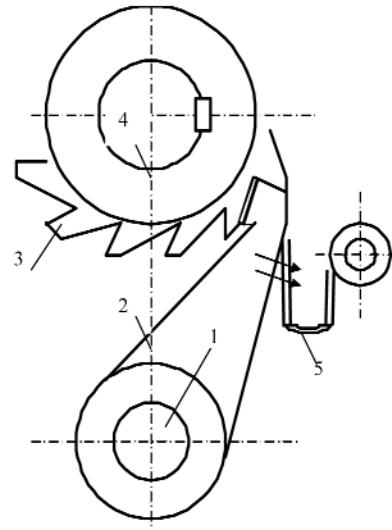


Рис. 9. Лебідки останови:

- 1 – вісь, 2 – собачка, 3 – храпове колесо, 4 – вал, 5 – пружина

ґрунту, що влаштовується у вигляді присипки до насипу замість підпірних стін.

Технологія зведення "контрбанкета" складається з наступних процесів:

Підготовчі роботи: 1 – Проведення інженерно-геологічних вишукувань; 2 – У нижній частині ковзання зсуву зрізується частина ґрунту; 3 – Доставка щебенів для зміцнення нижньої частини; 4 – Пошарове засипання схилу щебенями або гравієм; 5 – Пошарове ущільнення щебенів або гравію; 6 – Доставка дренального ґрунту до місця; 7 – Пошарове засипання схилу із дренального ґрунту; 8 – Ущільнення дренального ґрунту; 9 – Влаштування контрбанкета ухилом 1:3

Техніко-економічні показники на пристрій контрбанкета становлять:

- Вартість робіт – 400 грн.
- Працевзатрати робітників – 5,94 чіл.-год.
- Машинного часу – 5,94 маш.-год.
- Виробіток на один робітника – 333 м<sup>2</sup>/зміну.
- Тривалість виконання робіт – 26 зміни.

Спосіб зміцнення схилів контрфорсами. Кон-

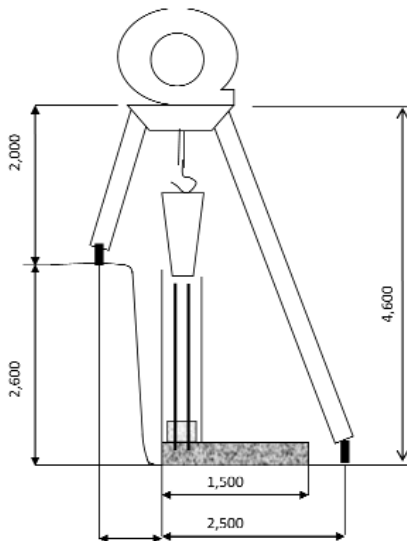


Рис. 10. Загальний вигляд зведення підпірної стіни з використанням "портала"



Рис. 11. Фото-фрагменти виготовлення габіонів

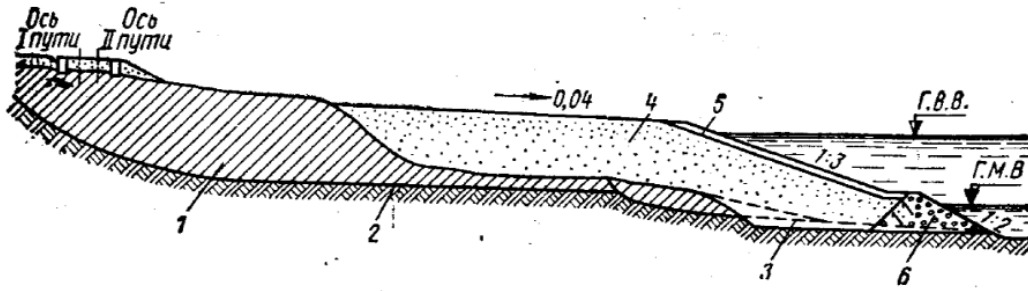


Рис. 12. Протизсувних контрбанкетів:

- 1 – зсув, 2 – поверхня ковзання, 3 – вирізана частина ґрунту, 4 – контрбанкет із дренауючого ґрунту, 5 – зміцнення укосу контрбанкетів, 6 – кам'яне накидання

трфорси є стовпи з бутового мурування на цементному розчині або довгі поздовжні (уздовж по оползлеву схилу) стрічки кам'яної кладки на розчині або насухо.

Технологія зведення "контрфорса" складається з наступних процесів: 1 – Зрізка укосу; 2 – Розробка ґрунту згідно із проектом; 3 – влаштування залізобетонного лотка; 4 – влаштування дерев'яних опалубок; 5 – Подача бетону в опалубку; 6 – Ущільнення бетонної суміші; 7 – Розопалубування; 8 – влаштування дренажної труби; 9 – Укладання буту на розчині; 10 – влаштування цементної стяжки; 11 – Розрівнювання поверхні.

Техніко-економічні показники на пристрій "контрфорсу" становлять:

- Вартість робіт – 450 грн
- Працезатрати робітників – 69,89 чіл.-година.
- Машинного часу – 120,5 маш.-година.
- Виробіток на один робітника – 2,8 м<sup>2</sup>/зміну.
- Тривалість виконання робіт – 18 зміни.

Занесемо основні показники в загальну таблицю 4. Можна побачити з розглянутих варіантів за вартістю й тривалості для зміцнення схилу виходить контрбанкет. Але враховуючи умови будівництва цей вид виявився в нашому випадку неприйнятним. Тому порівнялися три варіанти: стіна в ґрунті, підпірна стіна й габіони. За розглянутими показниками був обраний другий варіант – підпірна стіна вартість 1м – 7000 грн, а тривалість будівництва – 36 зміни.

**Висновки:**

На підставі літературних джерел і відомих сучасних способів зміцнення схилів були розроблені класифікації по методах і способам зведення.

Представлені методи зміцнення схилів дозволяють правильно підібрати способи з обліком їх області застосування, технологічних процесів і техніко-економічних показників.

У розглянутому прикладі найбільш ефективним виявився спосіб пристрою підпірної стіни з використанням розробленого встаткування.

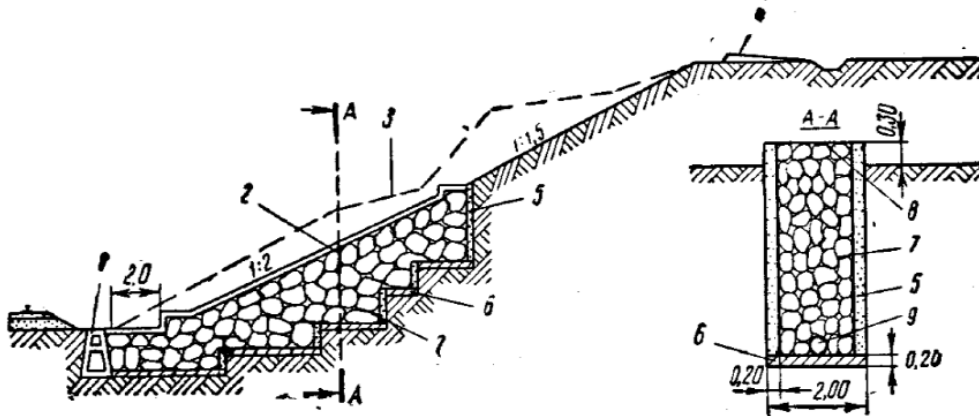


Рис. 13. Поперечний профіль контрфорсу для зміцнення укосу виїмки, що зсувається:

- 1 – залізобетонний лоток; 2 – контрфорсна дренажна проріз; 3 – контур уположиваюмого укосу; 4 – банкет; 5 – грубозернистий пісок; 6 – бетон; 7 – суха кладка; 8 – цементне стягування; 9 – дренажна труба діаметром 15 см (труби може и не бути)

Таблиця 4. Техніко-економіческие показатели по вариантам

№	найменування	од. вим.	варіанти				
			Стіна в ґрунті	Підпірна стінка	Габіонов	контрбанкета	«контрфорса»
1	Вартість робіт	грн	9500	7000	10710	400	450
2	Тривалість виконання робіт	зміни	68,8	36	15,4	26	16
3	Виробіток на одного робітника	м./зміна	0,26	1,57	1,3	333	2,8



Рис. 14. Вартість робіт від розглянутих способів

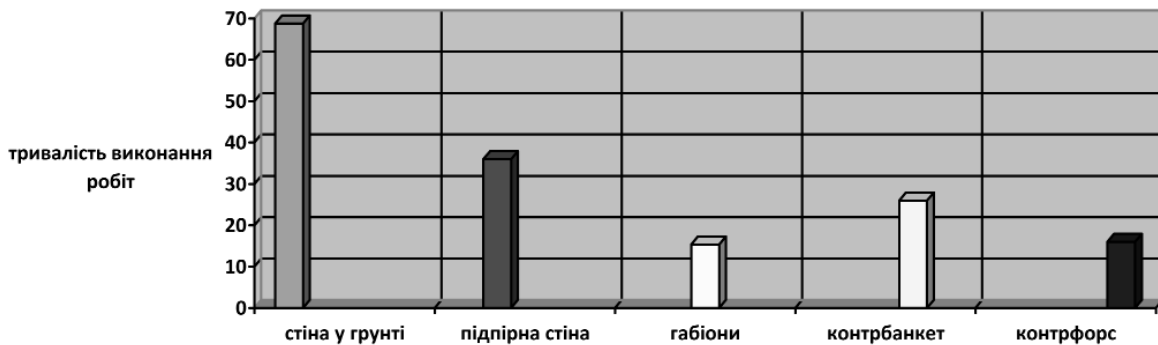


Рис. 15. Діаграма тривалості виконаних робіт від розглянутих способів

#### Література

1. *Енциклопедія по машиностроению XXL. оборудование, материаловедение, механика (Электронный ресурс)*-  
<http://mash-xxl.info/page/>
2. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. М. Недра, 1972 г. — 312 с.
3. Корнилов А.Г., Петин А.Н., Сергеев С.В., Погорелов Ю.С., Тохтарь В.К., Присный А.В., Мартынова Н.А., Дроздова Е.А. Геозекологические проблемы оптимизации и биорекультивации отвалов вскрышных пород железорудных месторождений КМА. Белгород ИД "Белгород" НИУ "БелГУ" — 2013 г. — 124 с.
4. Патент № 97133 Система розгортання габіону. Хеселден Джеймс. Заявл. 17.12.2007, Опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1 — 16с.ил.
5. Глебчук Г. О. Аспекти комплексного впливу підтоплення земель та сейсмопроцесів на регіональну активізацію зсувоутворення/ Г.О. Глебчук, Є.О. Яковлев // Будівельні конструкції.: зб. наук. пр. — К. : ДП НДППК, 2012. — Вип. 76. — С. 300 — 306.
6. Трофимчук А. Н. Надежность систем сооружение — грунтовое основание в сложных инженерно-геологических условиях/ А. Н. Трофимчук, В. Г. Черный, Г. И. Черный. — К. : ПолграфКонсалтинг, 2006. — 248 с.
7. Патент № 45279 Портал для виконання ремонтно-відновлювальних робіт. Галушко В.О. заявл. 21.05.2007; Опубл. — 10.11.2009, Бюл. № 21 — 10с.ил.

#### References

1. *Entsyklopediya po mashynostroenyiu XXL. oborudovanye, materyalovedenye, mekhanyka [Encyclopedia of mechanical engineering XXL. equipment, materials science, mechanics]. Available at: <http://mash-xxl.info/page/> (accessed 5 February 2019).*
2. Emelianova E.P. *Osnovnyye zakonomernosty opolznevykh protsessov [The main laws of landslide processes]. Moscow, Nedra, 1972. 312 p.*
3. Kornilov A.H., Petyn A.N., Serheev S.V., Pohorelov Yu.S., Tokhtar V.K., Prysnyi A.V., Martynova N.A., Drozdova E.A. *Neokolohycheskiye problemy optymyzatsyy u byorekultyvatsyy otvalov vskryshnykh porod zhelezorudnykh mestorozhdeniy KMA [Geocological problems of optimization and bioremediation of overburden dumps of KMA iron ore deposits]. Belhorod, "Belhorod" NYU "BelHU", 2013. 124 p.*
4. Heselden D., e. a. *System of deployment of gabion. Patent UA, no. 97133, 2012.*
5. Hlebchuk H. O. *Aspekty kompleksnoho vplyvu pidtoplennia zemel ta seismoprotsesiv na rehionalnu aktyvizatsiiu zsuvoutvorennya [Aspects of integrated influence of groundwater flood and seismic processes on regional activation of landslide formation]. Kyiv, Budivelni konstruksii.: zb. nauk. pr. №76, 2012. 432 p.*
6. Trofymchuk A. N. *Nadezhnost system sooruzhenye — hruntovoe osnovanye v slozhnykh ynzhenerno-heolohycheskykh uslovyakh [Reliability of systems construction — soil foundation in difficult engineering and geological conditions]. Kyiv, Polhraf-Konsaltnh, 2006. 248 p.*
7. Galuchko V., e. a. *Portal dlia vykonannia remontno-vidnovliualnykh robіt [Portal for repair and restoration works]. Patent UA, no. 45279, 2009*



**В.А. Галушко**  
**А.М. Галушко**  
**И. В. Колодяжная**  
**Д.Ю. Уваров,**  
**А.С. Уварова**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса

## **СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА ПРОТИВ СМЕЩЕНИЯ**

***Аннотация.** В статье рассмотрена проблема территории под частное жилищное строительство, которая сейчас является одной из актуальнейших. В прошлом веке велось массовое строительство зданий и сооружений вблизи балок, водоемов. Для усадебного строительства участки выделялись неровные. По истечению ряда лет, в последствии, такие участки себя хорошо зарекомендовали. Поэтому малоэтажное строительство жилых поселений на склонах, на сегодняшний день является достойной альтернативой. Несвоевременные ремонты трубопроводов, выбрасывание мусора в близлежащие балки и, как следствие, подъем уровня грунтовых вод привели к возникновению оползней на таких территориях. Целью данной статьи является выбор эффективного метода закрепления склона от оползней. Поэтому задача сводится к выбору эффективной технологии для укрепления грунта против смещения.*

***Ключевые слова:** современные технологии закрепления грунтов, способы и методы укрепления грунтов, смещение.*

**V. Halushko,**  
**A. Halushko,**  
**I. Kolodyazhna**  
**D. Uvarov**  
**A. Uvarova**

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture Odessa

## **MODERN METHODS OF STRENGTHENING THE SOIL FROM MOVEMENT**

***Abstract.** The problem of territory under private housing construction is currently one of the most urgent in the article was shown. In the last century there was mass construction of buildings and constructions near beams, reservoirs. For the construction of the mansion were provided areas with uneven surface. For many years such territories have proven themselves well. Therefore low-rise construction of residential settlements on the slopes to date is a worthy alternative. The untimely repair of pipelines the dumping of garbage in adjacent girders and consequently the rise of groundwater levels led to landslides in such areas. The aim is selecting an effective method for fixing the slope from landslides. Therefore the task is to choose an effective technology to strengthen the soil against landslide.*

***Key words:** modern technologies of consolidation of soils, methods and methods of strengthening of soils, landslide.*

УДК 699.8;693.6

**О.О. Попов** 1\* к.т.н., доцент**І. М. Бабій** 2\* к.т.н., доцент**Є. Ю. Кальченя** 3\* аспірант**А. М. Гострик** 4\* аспірант

1\* Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 65029, Одеса, Україна, тел. +38(048) 7236151, e-mail: oleg.a.popov@gmail.com, ORCID: 0000-0003-4021-5199

2\*Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 65029, Одеса, Україна, тел. +38(048)7716969, e-mail: igor7617@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751

3\*Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: yevhenii.kalchenya@gmail.com

4\*Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: anna.gostryk16@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1638-0912

## ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ УЛАШТУВАННЯ ТЕПЛО- ТА ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЛОГИ

***Анотація.** В статті розглянуто вирішення важливої проблеми вибору раціональних технологічних рішень улаштування тепло-, та звукоізоляції підлог у житловому будівництві шляхом проведення порівняльного аналізу. Для цього використовувалися результати порівняльного аналізу організаційно-технологічних показників при влаштуванні звукоізоляції підлоги з використанням різних матеріалів і їх конструктивних особливостей. Порівняльний аналіз технологій улаштування звукоізоляції підлоги дозволив визначити раціональний варіант, згідно єдиної бальної шкали, яким є конструктивно-технологічне рішення багатопарової системи звукоізоляції підлоги на основі матеріалу Isolon 500 - Тип 1.*

***Ключові слова:** звукоізоляція підлоги, повітряний шум, ударний шум, порівняльний аналіз, багатопарова система.*

**Постановка проблеми.** Робота присвячена вирішенню важливої проблеми вибору раціональних технологічних рішень улаштування тепло-, та звукоізоляції підлог у житловому будівництві шляхом проведення порівняльного аналізу. Для цього використовувалися результати порівняльного аналізу організаційно-технологічних показників при влаштуванні звукоізоляції підлоги з використанням різних матеріалів та їх конструктивних особливостей.

**Аналіз публікацій.** Однією з важливих технологічних задач сьогодення в будівництві є захист від різноманіття шумів. Тому одним з важливих будівельних процесів є улаштування звукоізоляції стін, перегородок, перекриттів і покриттів для створення комфортних умов перебування людини в приміщеннях різного призначення. Вібрація, викликана надмірним шумом, поширюється по всіх взаємозалежних між собою несучих та огорожувальних конструкцій і проникає в усі приміщення будинку.

У свою чергу при будівництві чи опорядженні житлових будинків особливу увагу необхідно приділити звукоізоляції внутрішніх стін і перекриттів. Їх часто влаштовують з традиційних матеріалів не достатньої товщини, що не є суттєвою перешкодою для повітряних шумів. Слід відзначити, що для вирішення питань звукоізоляції необхідно перш за все чітко уявляти з якими видами шумів необхідно боротися, та по-друге — для яких конструкцій будинків чи споруд використати ту чи іншу систему звукоізоляції.

В будинках, що будуються, так і в раніше збудованих будівлях, все більше місце займає проблема міжповерхової ізоляції перекриття. В значній мірі це відноситься до нових житлових будинків з вільним плануванням [1]. На етапі будівництва небезпека влаштування неправильної ізоляції ударного шуму набагато менша. Тому комплексне рішення питання влаштування звукоізоляційної стяжки по всіх площах будівлі в цілому, значно спрощує створення комфорту в житлових та офісних приміщеннях, що в невеликому ступені може призводити до збільшення конкурентоспроможності приміщень житлового та ділового призначення [2, 3]. Але, не завжди ці проекти ефективні, тому що не до кінця дослідженні всі можливості по оптимізації як в організації проектів, так і при виборі технологічних рішень [4].

Шум, проникаючий із сусідніх по вертикалі приміщень, буває повітряним, ударним та структурним [5]. Конструкція підлоги, розміщеного над перекриттям, мало впливає на загальну величину звукоізоляції. Тут, перш за все, важлива величина загальної масивності  $1\text{м}^2$  перекриття з підлогою, і якщо вона більша  $350\text{кг}/\text{м}^2$ , то потрібна звукоізоляція повітряного шуму в цілому забезпечується. Для ізоляції ударного шуму також важлива масивність перекриття, але для забезпечення нормативів вона повинна бути в декілька разів більше, ніж для нормативів по повітряному шуму, що ні технічно, ні економічно край не раціонально. Для ізоляції ударного шуму більш ефективне використання спеціальних конструкцій підлог [5, 6].

**Ціль роботи.** Ціллю даної роботи являється вибір і обґрунтування конструктивно-технологічних рішень тепло-, та звукоізоляції підлог у житловому будівництві на основі порівняльного аналізу.

**Виклад матеріалу.** Відомо [7, 8], що в перекритті, ефективність захисту від повітряного шуму в більшості залежить від маси матеріалу конструкції на одиницю її площі. Тобто необхідний рівень ізоляції від повітряних шумів досягається конструкцією самого монолітного залізобетонного перекриття. Навпаки, вирішити проблему ізоляції від ударних і структурних шумів самим лише монолітним перекриттям чи способом потовщення його не являється можливим. Це конструктивно-технологічне рішення може спровокувати значну матеріалоемність та матеріальні витрати, а також привести до значного навантаження на фундаменти та основу. Тому для ізоляції від ударного і структурного шуму необхідний пошук більш ефективних конструктивно-технологічних рішень підлог.

Порівняльні дослідження на основі багатокритеріального аналізу проводились з використанням конструктивно-технологічних рішень підлог на основі різних інноваційних матеріалів для тепло-, та звукоізоляції. в натурних умовах в приміщеннях збудованої будівлі між другим та третім поверхом, в яких підлога влаштована без фінішного оздоблення з декількома різними конструктивно-технологічними рішеннями на основі наступних матеріалів, рис.1:

– рулонний матеріал "Акуфлекс", основу якого складають спеціально оброблені поліефірні волокна, розроблені у відповідності актуальним вимогам по акустиці приміщень і служать для поглинання ударного шуму. Матеріал використовується в якості звукоізоляційної підкладки в конструкціях плаваючих підлог, яка являється шаром між стяжкою та фінішним покриттям підлоги (лінолеум, ламінат, паркет). Окрім цього, "Акуфлекс" може служити пружним шаром під вирівнюючою стяжкою для додаткової ізоляції від ударного шуму;

– еластичний закритопористий пінополіетилен із зшитою молекулярною структурою Isolon 500, представлений в широкому діапазоні товщин (0,8-50 мм) і густини (від 25 до 20 кг/м<sup>3</sup>), наділений унікальним поєднанням фізичних та хімічних властивостей. Переваги Isolon 500 над мінераловатними плитами, які традиційно застосовуються, пінополістиролом, екструдованим полістиролом, пінополіуретаном, м'якими дерево-волокнистими плитами та іншими, полягає, насамперед, в необхідній меншій товщині

матеріалу, в екологічній чистоті і збереженні стабільності всіх основних експлуатаційних властивостей (теплоізоляційних і акустичних показників, вологостійкості і гідрофобності, пружності та еластичності) на довготривалий період часу при різних умовах експлуатації;

– шумоізоляційний шар на основі матеріалу Gum Gum Spray. Використовують для звукоізоляції від ударних шумів.

Для визначення показників, а саме індексу приведенного ударного шуму, дБ, та індексу ізоляції повітряного шуму, дБ, що застосовуються в багатокритеріального аналізу проводилися, як зазначалося раніше, натурні дослідження.

Таким чином, були влаштовані наступні конструктивно-технологічні схеми підлог, а саме: Тип 1 (76 мм – ц/п стяжка М 150, плівка РЕ, 8 мм – підкладка Isolon 500 (1 шар – 4 мм), 180 мм – з/б плита); Тип 2 (75 мм – ц/п стяжка М 150, плівка РЕ, 6-8 мм – Gum-Gum Spray, 180 мм – з/б плита; Тип 3(70 мм – ц/п стяжка М 150, 10 мм – підкладка Акуфлекс, 180 мм – з/б плита).

Згідно ДБН В.1.1-31:2013 "Захист територій, будинків і споруд від шуму" міжповерхове перекриття повинно мати індекс ізоляції повітряного шуму  $R_w \geq 52$  дБ, а індекс приведенного рівня ударного шуму під перекриттям  $L_{nw} \leq 55$  дБ.

Вимірювання звукоізоляції приведенного ударного шуму складаються з наступних етапів: підготовка до дослідів приміщень; вимірювання рівнів ударного и повітряного шуму під перекриттям при проведенні над ним ударних дій; обробка результатів вимірювань.

Створення повітряного шуму в приміщеннях з влаштованими конструкціями підлоги проводилось з допомогою багатоспрямованого джерела звуку OED-SP360 зі штативом TRP005R. В свою чергу імітація ударного шуму проводилась з допомогою ударної машини УМ-10. Вимірювання шумів проходило з допомогою шумоміра "Екофізика-110А".

Досліди проводились за декілька етапів. На першому етапі були визначені показники індексу приведенного ударного і повітряного шумів. Було встановлено, що конструктивно-технологічні рішення підлог перекриття на основі досліджуваних матеріалів мають, практично, однакові показники. При цьому необхідно відзначити, найменшим індексом звукоізоляції від ударних шумів характеризується система підлоги на основі матеріалу Isolon 500 і дорівнює 46 дБ. Отримавши дані показники, представляло інтерес обрати раціональну схему влашту-

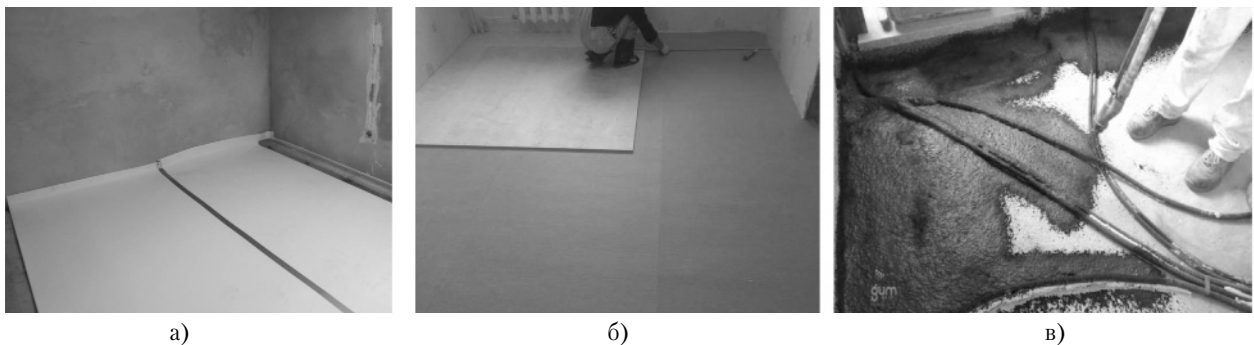


Рис. 1. Влаштування систем тепло-, та звукоізоляції на основі наступних матеріалів: а) підкладка Isolon 500; б) підкладка Акуфлекс; в) Gum-Gum Spray



Рис.2. Діаграма порівняння за балами

вання підлог на основі багатокритеріального аналізу.

На наступному етапі обрані критерії порівняння обраних інновацій методів звукоізоляції підлог. Проведена якісна і кількісна оцінка технологічних альтернатив, за які прийнято наступні: трудоємність виробництва робіт, люд-зм.; необхідна кваліфікація робочих, середній розряд; індекс приведенного ударного шуму, дБ; індекс ізоляції повітряного шуму, дБ; горючість матеріалу; опір теплопередачі, Вт/(м<sup>2</sup>\*К).

Критерії вибору мають багаторівневий підхід, який передбачає рішення багатьох задач: технічних, технологічних, експлуатаційних, економічних і екологічних.

Наступним етапом порівняльного аналізу являється отримання аналітичної залежності, яка відображає ступінь впливу вагомості критеріїв на раціональний вибір технологічного рішення [3].

Порівняння обраних технологій влаштування тепло-, та звукоізоляції підлог за приведеними критеріями здійснюється за допомогою діаграм, рис.2. Натуральні значення критеріїв переводяться в бали від 1 до 5, де найгіршим та найкращим значенням присвоєні бали 1 і 5 відповідно. Інші бали порашовані з допомогою інтерполяції. Технології, критерії і при-

своєні їм бали представлені на діаграмі, що зображена на рисунку 2.

Аналіз даних діаграми дозволив встановити, що влаштування тепло-, та звукоізоляції із застосуванням Gum Gum Sprau по обраних критеріях якості має показники, що значно поступаються показникам інших матеріалів для вирішення певних задач. При цьому потрібно вказати на його значну вартість у порівнянні з іншими розглянутими матеріалами. В свою чергу слід відзначити, що за обраними критеріями як кількісних, так і якісних показників найкращим рішенням буде влаштування підлог з використанням матеріалу Isolon 500 ? Тип 1.

#### Висновки і перспективи подальших дослідів.

1. Порівняльний аналіз технологій влаштування звукоізоляції підлоги дозволив визначити найбільш раціональний варіант, згідно єдиної бальної шкали.

2. Результати дослідів на основі порівняльного аналізу дозволило визначити конструктивно-технологічне рішення багатопарової системи підлоги на основі матеріалу Isolon 500 – Тип 1.

3. В подальшому передбачається дослідження технологічних систем підлоги на основі інших матеріалів, наприклад, гумової крихти.

#### Література

1. Дідковський В.С. Оцінка ізоляції повітряного шуму огорожувальних конструкцій в розширеному діапазоні частот/ В.С. Дідковський, В.П. Заєць, Н.О. Самойленко// *Електроніка і зв'язь*. – 2011. – №1(60). – С. 164–168.
2. Бабий І.Н. Использование новых энергосберегающих технологий в проектируемой бизнес-гостинице "Аэропорт" / И.Н. Бабий, О.Ю. Багмет, Р.А. Яковенко // *Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки) "Будівельне виробництво"* НДІБВ, Київ, 2017. – Вип. №62/1 – С.64–70.
3. Менейлюк А.И. Выбор эффективных организационно-технологических решений возведения жилых зданий / А.И. Менейлюк, И.С. Чернов // *міжвідомчий наук.-техн. зб. "Будівельне виробництво"*. – Вип. 53. – Київ: НДІБВ, 2012. – С. 93–97.
4. Сенан А.М. К оценке звукоизоляции междуэтажных перекрытий / А.М. Сенан // *Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. Спецвыпуск*. 2006. – С. 151–153.
5. Звукоизоляция и звукопоглощение. / Л.Г. Осипов, В.Н. Бобылев, Л.А. Борисов и др.; Под ред. Г.Л. Осипова, В.Н. Бобылева. М.: Изд-во Астрель, 2004. – 450 с.
6. Иванова Н.В. Социальная эффективность акустической комфортности жилья // *"Вісник ХХІІІ"*. – Вип.1. – 3-с. -Харків: МОУ, ХХІІІ. –1999. – С.324–326.

**References**

1. Didkovs'kyi V.S. Otsinka izolyatsiyi povitryanoho shumu ohorodzhuvalnykh konstruksiy v rozshyrenomu diapazoni chastot/ V.S. Didkovskyy, V.P. Zayets, N.O. Samoilenko // ?lektronyka y svyaz?. — 2011. — №1(60). — S. 164- 168.
2. Babyi Y.N. Yspol'zovanye novykh nerhosberehayushchykh tekhnolohyy v proektyruemoy byznes-hostynytse "Aeroport" / Y.N. Babyi, O.YU. Bahmet, R.A. Yakovenko // Mizhvidomchyy naukovy-tekhnichnyy zbirnyk (tekhnichni nauky) "Budivvel'ne vyrobnytstvo" NDIBV, Kyiv, 2017.- Vyp. №62/1- S.64-70.
3. Menelylyuk A.Y. Vybor efektyvnykh orhanyzatsyonno-tekhnolohycheskykh reshenyy vozvedenyya zhylykh zdanyy / A.Y. Menelylyuk, Y.S. Chernov // mizhvidomchyy nauk.-tekhn. zb. "Budivvel'ne vyrobnytstvo". — Vyp. 53. — Kyiv: NDIBV, 2012. — S. 93-97.
4. Senan A.M. K otsenke zvukoyzolyatsyy mezhduetazhnykh perekrytyy / A.M. Senan // ekolohycheskyi vestnyk nauchnykh tsentrov Chernomorskoho ekonomycheskoho sotrudnychestva. Spetsvyypusk. 2006.-S. 151-153.
5. Zvukoyzolyatsyya y zvukopohloshchenye. / L.H. Osypov, V.N. Bobylev, L.A. Borysov y dr.; Pod red. H.L. Osypova, V.N. Bobyleva. M.: Yzd-vo Astrel, 2004.-450 s.
6. Yvanova N.V. Sotsyal'naya efektyvnoste akustycheskoy komfortnosti zhyleya // "Visnyk KHKHPI". -Vyp.1. -3s. -Kharkiv: MOU, KHKHPI. -1999. -S.324-326.

**О. А. ПОПОВ** 1\*, к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0003-4021-5199  
**И. Н. БАБИЙ** 2\* к.т.н., доцент, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751  
**Е. Ю. КАЛЬЧЕНЯ** 3\* аспирант  
**А. Н. ГОСТРИК** 4\* аспирант

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ТЕПЛО- И ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ПОЛА**

**Аннотация.** В статье рассмотрено решение важной проблемы выбора рациональных технологических решений устройства тепло- и звукоизоляции полов в жилищном строительстве путем проведения сравнительного анализа. Для этого использовались результаты сравнительного анализа организационно-технологических показателей при устройстве звукоизоляции пола с использованием различных материалов и их конструктивных особенностей. Сравнительный анализ технологий устройства звукоизоляции пола позволил определить рациональный вариант, согласно единой балльной шкалы, которым является конструктивно-технологическое решение многослойной системы звукоизоляции пола на основе материала Isolon 500 — Тип 1.

**Ключевые слова:** звукоизоляция пола, воздушный шум, ударный шум, сравнительный анализ, многослойная система.

**О.О. ПОПОВ** 1\* Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor ORCID: 0000-0003-4021-5199  
**І. N. БАБІЙ** 2\*, Cand. Sc. (Tech.), Associate Professor ORCID ID: 0000-0001-8650-1751  
**Е. Yu. KALCHENYA** 3\*, Graduate student  
**А. N. HOSTRYK** 4\*, Graduate student

**CHOICE OF THE RATIONAL CONSTRUCTION AND TECHNOLOGICAL SOLUTION OF THE SUBMISSION OF HEAT AND SOUND INSULATION OF THE FLOOR**

**Abstract.** The article deals with the solution of an important problem of choosing rational technological solutions for the arrangement of heat and sound insulation of floors in residential construction through comparative analysis. For this purpose, the results of the comparative analysis of organizational and technological indicators for the installation of sound insulation of the floor using different materials and their design features were used. The comparative analysis of the technologies of the sound insulation of the floor flooring allowed to determine the rational variant according to the single point scale, which is the constructive and technological solution of the multilayer sound insulation system of the floor based on the material Isolon 500 — Type 1.

**Key words:** floor sound insulation, air noise, shock noise, comparative analysis, multilayer system.

УДК 699.8;624.15;624.13

**С.А. Марчук, О.М. Чернухін**

ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва", м. Київ, Україна

## ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ ДРЕНАЖІВ ГЛИБОКОГО ЗАКЛАДАННЯ

**Анотація:** В статті розкриті особливості влаштування дренажів глибокого закладання з метою забезпечення більш надійної гідроізоляції палевих підірних стін на зсувонебезпечних схилах Черепанової гори у м. Києві.

**Ключові слова:** ГІДРОІЗОЛЯЦІЯ, ДРЕНАЖ, ПІДПІРНІ СТІНИ, СХИЛИ ГОРИ.

В умовах щільної забудови в підніжжі зсувонебезпечних схилів та за наявності високого рівня ґрунтових вод, коли неможливо виконати гідроізоляцію з зовнішнього боку підземної споруди, гідроізоляцію виконують з середини споруди. В такому випадку виникає небезпека відриву або пошкодження гідроізоляції під тиском ґрунтових вод. Знизити рівень ґрунтових вод дозволяє дренаж, який закладається нижче підшви споруди.

Влаштування дренажу не залежить від стану поверхні споруди і не потребує її ретельної підготовки і очищення, як це необхідно робити при влаштуванні гідроізоляції. Дренаж влаштовується з зовнішнього боку підземної споруди і, за необхідності, може виключатися з роботи за допомогою зсувок, які встановлюються в усті дрени.

Технологія влаштування дренажу глибокого закладання з зовнішнього боку підземної споруди наведена на прикладі влаштування дренажу за палевими підірними стінами ПС-5 та ПС-10, ПС-11, які були побудовані на зсувних схилах Черепанової гори при реконструкції НСК "Олімпійський" в м. Києві.

Територія НСК "Олімпійський" розташована біля підніжжя пі-внічно-західного схилу Черепанової гори і частково охоплює надзаплавну терасу р. Либідь. Перепад позначок поверхні землі до підніжжя схилу сягає 58 м. Схили складені зсувними алювіально-делювіальними ґрунтами, які представлені переважно суглинками з коефіцієнтом фільтрації  $K_{\phi} = 0,1$  м/добу. Ґрунти підтоплюються потужним водоносним горизонтом та верховодкою.

Об'єднаний водоносний горизонт живиться за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, поверхневого стоку та витоків з водонесучих комунікацій. Горизонт — безнапірний, але в місцях розташування на його шляху лінз з водотривких ґрунтів, спостерігається поява місцевого напору до 2 м. Аналіз інженерно-геологічних умов показав, що на схилах гори рівень ґрунтових вод — невитриманий /1/.

При розширенні території стадіону у бік Черепанової гори виникла необхідність в підробці існуючих схилів. Для утримання нових вертикальних відкосів висотою до 6 м були побудовані палеві підірні стіни. Палі перетинали 20-метровий шар слабодіючих алювіально-делювіальних ґрунтів і на 2 м занурювалися в водотривкий шар глин. Така перешкода могла викликати підняття рівня ґрунтової води на 1–2 м вище існуючого, який за даними інженерно-геологічних вишукувань розташовувався на 1,5 м вище дна котловану попереду стінки. Підняття рівня ґрунтових вод могло привести не тільки до збільшення нава-

нтажень на підірну стіну, але й до появи на її лицевій поверхні небажаних витоків та замокань на більш високих відмітках.

Одним із способів запобігання підняттю рівнів ґрунтових вод є влаштування дренажів, які необхідно виконувати на глибині нижче майдану зони гостинності, в нашому випадку — на глибині 5 м від верху підірної стінки.

При будівництві звичайних підірних стін дренаж виконується у відкритому котловані. При влаштуванні дренажу за палевою стінкою — такої можливості немає. Траншею для дренажу доводиться відривати після завершення будівництва паль з застосуванням багатоярусного кріплення її стінок, а при високому рівні ґрунтових вод ще і з використанням водовідливу, або водозниження. Розміщення траншеї за палевою стінкою в основі схилу додатково потребує подальшої підробки схилу і його закріплення. Після влаштування дренажу виникає необхідність демонтажу багатоярусного кріплення, яке може заважати притоку ґрунтової води до дренажу. Виконання вказаних робіт потребує значних затрат часу, додаткових допоміжних трудових і матеріальних витрат.

Будівництво палевих підірних стін навколо будівельних котлованів та в якості підземних частин будинків стає все більш поширеним в зв'язку освоєнням підземного простору, будівництвом багатопверхових підземних паркінгів тощо. Тому досвід влаштування дренажів за палевими підірними стінами на такому відповідальному об'єкті, як НСК "Олімпійський", може бути корисним для застосування на інших будівництвах.

В статті наведений приклад влаштування дренажів за палевими підірними стінами, що розташовані впоперек і вздовж схилів: ПС-5 (рис. 1) та ПС-10, ПС-11 (рис. 2).

Згідно з проектом ДП "НДІБВ" конструкція і технологія влаштування дренажів в палевих підірних стінах відрізнялися в залежності від їх напрямку по відношенню до схилу. При розташуванні палевої підірної стіни поперек схилу (ПС-5) дренаж на довжині 280 м виконувався з габіонів, а при розміщенні палевих підірних стін ПС-10 та ПС-11 загальною довжиною 42 м вздовж схилу — з коротких променів.

Конструкція підірних стін в обох випадках була однаковою. Обидві підірні стінки були виконані з двох рядів паль. Відстань між рядами паль складає 2 м. Діаметр буронабивних паль — 1000 мм, крок паль в ряду — 2 м.



Рис. 1. Загальний вигляд палевої підпірної стіни ПС-5, що виконана поперек схилу  
1 – палева підпірна стіна ПС-5, 2 – балки, що утримують круті відкоси за палевою стінкою,  
3 – Косий капонір, 4 – покриття майдану зони гостинності

Виконані інженерно-геологічні вишукування і гідрометеорологічні спостереження показали, що вода до підпірних стін може потрапити двома шляхами: постійна ґрунтова – зі слабо фільтруючого лесового суглинку та інфільтраційна – під час рясних атмосферних опадів.

З виконаних ДП "НДІБВ" розрахунків слідує:

1. Питомий приток ґрунтової води до підпірної стінки ПС-5, яка розташована поперек схилу, знаходимо за відомою залежністю /2/ :

$$q_5 = K \cdot (H^2 - h^2) / 2 \cdot R, = 0,1 \cdot (7^2 - 2^2) / 2 \cdot 130 = 0,1 \cdot 45 / (2 \cdot 130) = 0,017 \text{ м}^3 / \text{добу} \quad (1),$$

де:

$q^5$  - питомий приток ґрунтової води до дренажу, м/доб.;

$K$  – коефіцієнт фільтрації суглинків, 0,1 м/доб.;

$H$  – 7 м та  $h=2$ м – напори ґрунтової води;

$R$  – радіус кривої депресії ґрунтового потоку за формулою Кусакіна, 130 м.

2. Питомий приток інфільтраційної води  $q^5$  до підпірної стіни ПС – 5 знаходимо з загального притоку  $Q_p$ , який знаходимо за /3/:

$$Q_p = w \cdot F \cdot (1-a) / L = 8985,6 \cdot 5600 \cdot 0,36 / 10000 \cdot 280 = 6,47 \text{ м}^3 / \text{добу} \quad (2),$$

де:

$w$  – гранична інтенсивність дощу тривалістю 20 хв. для м. Києва за даними /4/ прийнято:  $w = 104 \text{ л/с} = 8985,6 \text{ м}^3 / \text{добу}$  на 1га (10000 м<sup>2</sup>);

$a$  - коефіцієнт поверхового стоку для паркової зони, 0,64;

$L$  - довжина, 280 м;

$F = L \cdot b$  – водозбірна площа, 280\*20=5600 м<sup>2</sup>.

$b$  - ширина водозбіру, м.

$q^5 = Q_p / L = 6,47 / 280 = 0,023 \text{ м}^3 / \text{добу}$ .

З розрахунків видно, що найбільший приток води очікується внаслідок інфільтрації, тому було прийнято рішення виконати водозбірну частину дренажу палевої підпірної стіни ПС-5 з габіонів. Воду з



Рис. 2. Палеві підпірні стіни ПС-10 та ПС-11, що влштовані вздовж схилу  
1 – крутий схил, 2 – палеві підпірні стіни ПС-10 та ПС-11, 3 – парапет з зовнішнього боку дробини,  
4 – покриття майдану зони гостинності



габйонів передбачено відводити за допомогою патрубків, виконаних з дренажної труби Ельпласт – 110, яка обгорталася геотекстилем Тупар-40.

У зв'язку зі значним ухилом поверхні ґрунту у напрямку вздовж підпірних стін ПС-10 та ПС-11 загальною довжиною всього 42 м з коефіцієнтом поверхового стоку  $a > 0,95$  очікувати питомий приплив інфільтраційної води в такій же кількості, як до підпірної стіни ПС-5, підстав не було.

Тому в рахунок був використаний приплив лише ґрунтової води, а дренаж в підпірних стінах ПС-10 та ПС-11 виконувати з коротких променів, які протикають стіну біля її підніжжя.

Короткі промені представляють собою дрена довжиною 3 м, яка складається з трубофільтра "Полісток"-160 довжиною 1500 мм та дренажної труби.

У випадку використання коротких променів, які конструктивно вкладалися між палями з кроком 2 м, виникло два питання: водозбірної спроможності променю перехопити ґрунтовий потік та глибини його закладання, яка обумовлена необхідністю недопущення появи витоків ґрунтової вище підніжжя стіни.

Існує декілька методів розрахунку водозбірної спроможності таких променів. Ми використали розрахунок, який запропонований Ю. Пономаренко /4/.

В основу розрахунку водозбірної спроможності короткого променю покладена гіпотеза, що вона буде більшою ніж вертикальної свердловини таких же розмірів.

Приплив до вертикальної свердловини знаходимо за відомою залежністю:

$$Q = k \cdot H \cdot S / \Phi = 0,1 \cdot 1,5 \cdot 1,5 / 3,64 = 0,12 \text{ м}^3/\text{доб.}, \quad (3)$$

де:

$K$  - 0,1 м/доб., коефіцієнт фільтрації лесового ґрунту;

$H$  - 1,5 м, середня глибина рівня ґрунтових вод над променем, м;

$S$  - 1,5 м, потрібний рівень зниження ґрунтової води, м;

$\Phi$  – функція опору для стрічкового недосконалого дренажу, яка визначається за формулою:

$$\Phi = (2 \cdot H / 3,14) \cdot \ln H / 3,14 \cdot r_h + r_d) / L_p,$$

де:

$r_d$  - 10 м, радіус впливу короткого променю на зниження рівня ґрунтової води в лесовому суглинку;

$r_h$  - 0,16 м, діаметр фільтра короткого променю;

$L_p$  - 3 м, довжина променю.

$$\Phi = ((2 \cdot 1,5 / 3,14) \cdot \ln (1,5 / 3,14 \cdot 0,16 + 10)) \cdot 1/3 = ((0,95 \cdot \ln (1,5 / 3,14 \cdot 0,16) + 10)) \cdot 1/3 = (0,95 \cdot 1,09 + 10) \cdot 0,33 = 3,64.$$

Після підстановки даних у формулу 3, отримаємо, що водозбірна спроможність короткого променю такого же розміру, як і вертикальна свердловина, буде  $Q = 0,12 \text{ м}^3/\text{доб.}$

Кожна коротка променева дрена перехоплює ґрунтову воду, яка стікає до неї з довжини 2 м поперек схилу, тому приток буде складатися з двох питомих притоків, які надходять до палевої підпірної стінки ПС-5:

$$q_p = q \cdot 2 = 0,017 \cdot 2 = 0,034 \text{ м}^3/\text{доб.}$$

Водозбірна здатність короткої променевої дрена виявляється в  $Q/q_p = 0,12 / 0,034 = 3,5$  разів більша за обсягу ґрунтової води, яка може потрапити зовні до підпірних стінок ПС 10 та ПС-11.

При використанні коротких променевих дрена в підпірних стінках виникає також необхідність (у порівнянні з дренажами з габйонів) виконувати розрахунок положення максимальних рівнів кривих депресії суміжних коротких променів біля підпірної стіни, щоб уникнути появи витоків води вище покриття майдану зони гостінності.

Розташування максимального рівня кривої депресії біля витоків води в просторі між суміжними дренами ( $Z$ ), при кроці променів в 2 м, знаходимо за залежністю /5/:

$$Z^2 = w (L_k - r_d)^2 / k + h^2 = 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot (2 - 0,16)^2 / 0,1 + 0,082 = 0,12 + 0,0064 = 0,1264 \text{ м}^2,$$

де:

$L_k$  - прийнятий крок променів вздовж стінки – 2 м;

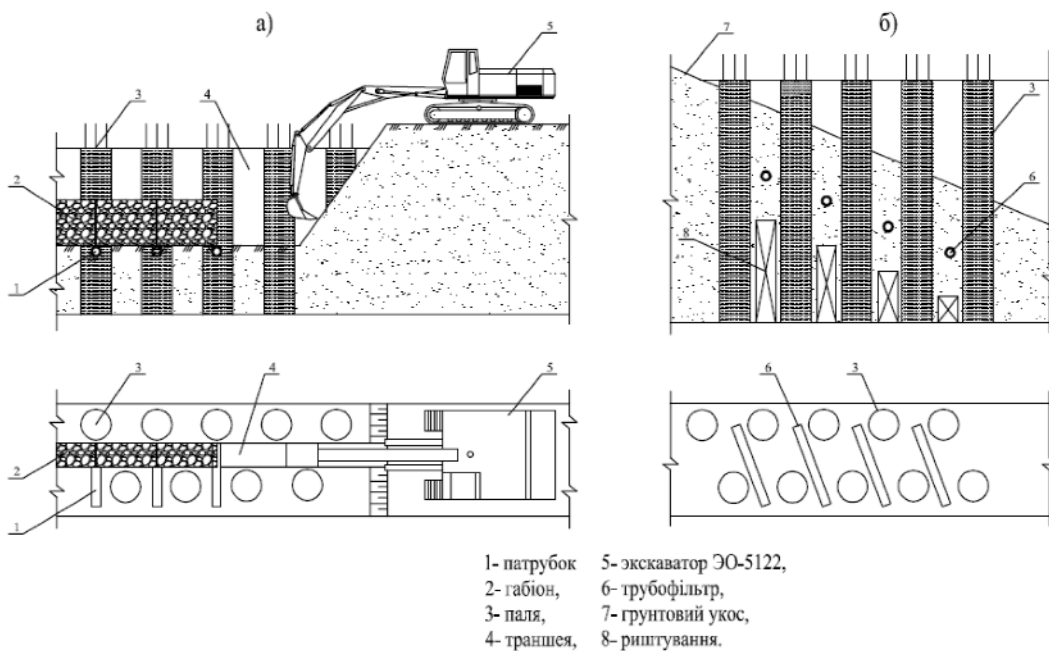


Рис. 3. Схеми влаштування дренажів за палевими підпірними стінами, які розташовані поперек (а) та вздовж (б) схилу

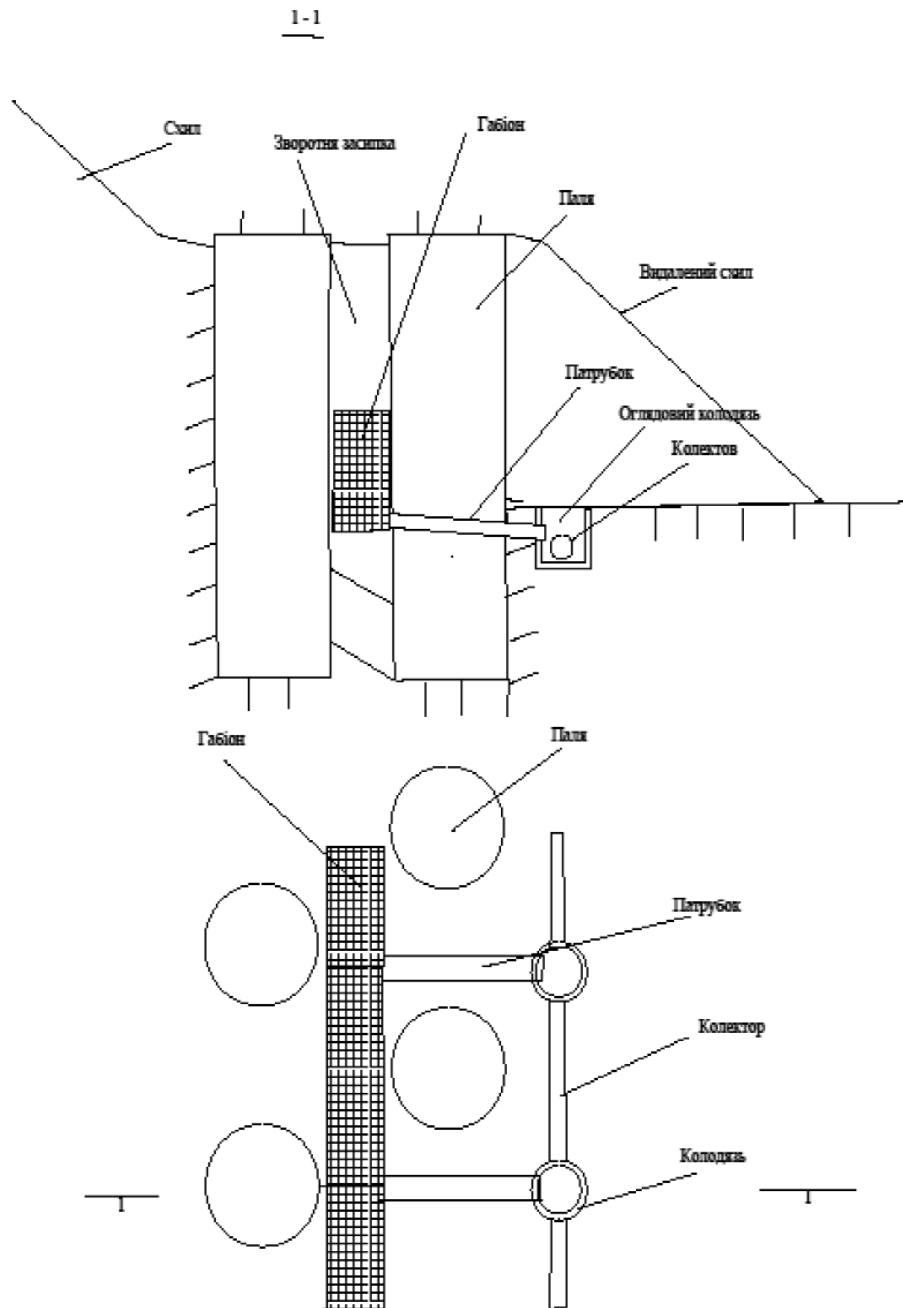


Рис. 4. Схема відводу дренажної води з габіонів в збірничій колектор

$r_d$  – діаметр короткої променевої дрени – 0,16 м;  
 $k$  – коефіцієнт фільтрації ґрунту – 0,1 м/доб;  
 $h$  – розрахункова висота води в дрени – 0,08 м.  
 $Z=0,1264=0,36$  м.

Таким чином, щоб не допустити появи витоків ґрунтової води вище покриття майдану зони гостинності, глибина закладання променів повинна бути на 0,36 м нижче його покриття.

На рисунку 3 зображені схеми влаштування дренажів за палевими підпірними стінами ПС-5 та ПС 10, 11. На рис.3,а зображена конструкція і технологія влаштування дренажу з використанням габіонів, а на рис. 3,б – з коротких променевих дрен.

Габіони за проектом являли собою сітчасті металеві кошики прямокутної форми. Розмір кошика обумовлювався відстанню між палями в ряду (2 м), найменшою шириною ковша екскаватора, що розробляв траншею (в нашому випадку 0,6 м), та вантажопідйо-

вністю крана, що вкладав габіон в траншею. Особливі вимоги до розміру фракцій щебеню в габіоні не висувалися, тому розмір фракцій був прийнятий у межах від 70 до 150 мм. Зазвичай, металеві кошики розміром 2x0,6x0,6 м заповнювалися щебенем безпосередньо в місцях закладання в траншею. Для утворення перехідної контактної зони між щебенем та ґрунтом, кошик перед опусканням в траншею з повздовжніх сторін обгортався геотекстилем "Тупар" SF-40.

Схема відведення ґрунтової води з габіонів за допомогою патрубків зображена на рисунку 4.

Із рисунку 4 слідує, що одним кінцем патрубок притуляється до габіону, а другим вставляється в оглядовий колодезь. З колодезя вода по колектору відводиться до прийомного зумпфу, а з нього скидається у дощову каналізацію.

Патрубки і відвідний колектор з колодезями влаштовувалися у другу чергу будівництва підпірної

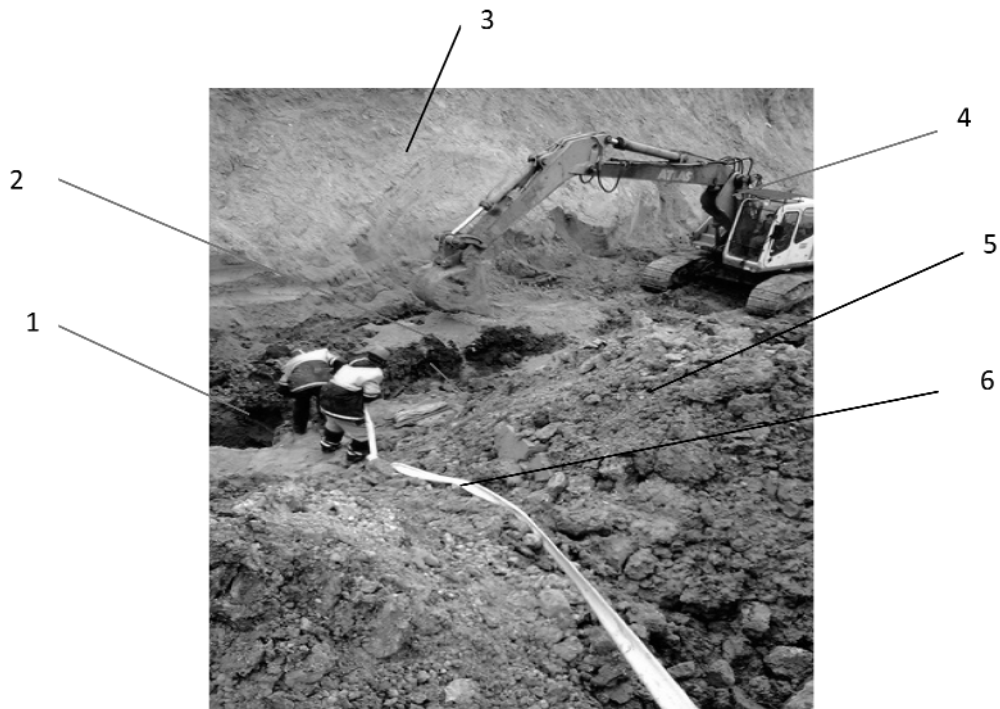


Рис. 5. Розробка траншеї екскаватором "зворотна лопата"  
 1 – траншея; 2 – насип над палами; 3 – крутий схил Черепанової гори; 4 – екскаватор "зворотна лопата";  
 5 – залишки схилу, який буде розроблятися у другу чергу будівництва пальової стінки;  
 6 – шланг для відкачки ґрунтової води з дна траншеї

стіни, після того, як вона звільнялася від залишків ґрунту з зовнішнього боку.

Роботи з будівництва дренажу з габіонів виконувалися в наступній послідовності.

Траншея для вкладання габіонів на глибину від 5 до 5,3 м відривалася екскаватором HYUNDAI R1160LC 95-9S з обладнанням "зворотна лопата". Екскаватор пересувався зверху над палевою стінкою таким чином, щоб випуски арматури з паль залишалися у нього проміж треків. Для того, щоб попередити можливість утворення водонепроникної перегородки між габіонами, внаслідок обвалу ґрунту з боків

траншеї, відстань підлоги забою екскаватора від торця укладеного габіону обмежувалася 2-2,5 м. При чому, щоб скоротити час вистоювання незаповненої траншеї, і тим самим попередити можливе обрушення ґрунту зі стінок траншеї, подальше просування забою допускалося лише після повного заповнення кошика щебенем. У випадках, коли ґрунт все ж обвалювався, подальше просування забою не дозволялося доки не буде зачищений торець засипаного габіона.

Вага габіона зі щебенем коливалася у межах від 1,0 до 1,4 т., тому для його укладання в траншею можна було використовувати звичайні пересувні крани, у



Рис. 6. Видгляд траншеї перед вкладанням габіонів.  
 1 – траншея; 2 – залишки ґрунтової води; 3 –забій екскаватора; 4 – залишки насипу ґрунту над палами



Рис. 7. — Утворення свердловини за допомогою ручного буру з подовжувачем  
1 — патрубок обгорнутий геотекстилем; 2 — облицювання стіни; 3 — свердловина; 4 — ручний бур

тому числі і автокрани, з відповідною вантажопідйомністю. Виліт стріли не мав суттєвого значення, оскільки кран міг стояти при монтажі впритул до зовнішнього ряду паль.

Габіони вкладалися в траншею торцями один до одного таким чином, щоб стик між ними був розташований в палевому просторі зовнішнього ряду. В це місце після видалення ґрунту з зовнішньої сторони пальної підпірної стінки, тобто в другу чергу будівництва пальної підпірної стінки, буде вставлений патрубок для відводу ґрунтової води з кожного габіону

Ґрунтова вода, яка накопичувалася на дні траншеї, перед вкладанням габіонів видалялася шламовим насосом "ГНОМ" — 10 (Рис. 5)

Відрита траншея перед вкладанням габіону мала вигляд показаний на рисунку 6.

Металеві кошики для габіонів доставлялися на майданчик в готовому стані. На майданчику вони обгорталися геотекстильним матеріалом і заповнювалися щебенем, який завозився автосамоскидами по

мірі необхідності.

Готові габіони автомобільним краном вантажопідйомністю 10 т обережно опускалися на дно відкритої траншеї і вкладалися впритул один до одного.

Покладені габіони засипалися бульдозером ґрунтом зворотної засипки. При технологічних перервах в роботі торець останнього габіону захищався тимчасовим екраном від можливого обвалу ґрунту зі стінки траншеї.

Після об'єднання голів паль ростверком і вивільнення зовнішнього ряду паль від ґрунту (залишків схилу) та після влаштування забірок між палями з залізобетонних панелей, з'являлася можливість влаштування патрубків.

Патрубки представляли собою перфоровані дренажні труби діаметром 110 мм і довжиною 2150 мм, які обгорнуті двома шарами геотекстилю "Тупар" SF-40.

Для влаштування патрубків між суміжними палями зовнішнього ряду пальної підпірної стіни, утворювалася горизонтальна свердловина довжиною



Рис. 8. Променеві дрени перед монтажем в палеву підпірну стіну ПС-10  
1 — променева дрена в зборі; 2 — риштування; 3 — зовнішній ряд паль

до 2,5 м. Для вибурювання ґрунту використовували звичайний ручний шнековий бур діаметром 160 мм з подовженою рукояткою (рис. 7).

В свердловину впритул до габіону спочатку вставлявся тимчасовий захисний металевий кожух довжиною 2,5 м і діаметром 130 мм. Потім, за допомогою високонапірного струменю води, ретельно очищалося місце контакту кожуха до габіону. В очищений таким чином кожух вставлявся патрубок, а кожух видалявся. Вставляння кожуха, його видалення і установку патрубка виконувала ланка у складі 4-х робітників. За зміну вдавалося вкласти таким чином до 6 патрубків.

Короткі променеві дрени в підпірні стіни ПС-10 та ПС-11 влаштовували за тією ж технологією, що і патрубки в дренажах з габіонів. Різниця полягала лише в тому, що проміль вкладався під кутом (у плані) біля 45 градусів до ліцевої поверхні підпірної стіни, а початок дренажної труби захищався постій-

ною заглушкою від потрапляння ґрунту всередину труби. У зв'язку зі значною крутизною схилу для влаштування патрубків були використані риштування.

Загальний вигляд ділянки з влаштування дренажу з коротких променевих дрен показаний на рисунку 8.

П'ятирічна експлуатація дренажів з використанням габіонів і коротких променевих дрен показала їх надійність.

Переваги влаштування дренажів наведеними способами полягають в наступному:

1. Немає потреби додатково порушувати стан ґрунтів зсувонебезпечних схилів, які утримуються палевими підпірними стінами;

2. Палі підпірних стін використовуються в якості конструкцій, що утримують стінки глибоких траншей на період улаштування дренажів;

3. Влаштування дренажів на глибині виконується дистанційно без доступу робітників в монтажну зону.

#### Література

1. Ю.С. Слюсаренко, О.В. Шимановський, О.М. Галінський. *Науково технічний супровід реконструкції НСК "Олімпійський" в Києві* — К.: "Сталь", 2013р.;
2. *Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод. СНиП 2.06.14-85.* — М.: Стройиздат;
3. *Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях (справочное пособие к СНиП 2.06.15-85)* — М., Стройиздат. 1991 г.;
4. Ю.В. Пономаренко, В.Е. Анпилов. *Лучевой дренаж застроенных территорий* — М. "Недра", 1989 г.
5. М.Д. Чертоусов. *"Гидравлика"* — М.: Энергоиздат, 1959 г.

#### References

1. Yu.S.Slyusarenko, O.V.Shy`manovs`ky`j, O.M.Galins`ky`j. *Naukovo texnich`ny`j suprovod rekonstrukcii NSK "Olimpijs`ky`j" v Ky`yevi* — K.: "Stal", 2013r.;
2. *Zashhy`ta gornyx vyrobotok ot podzemnyx y` poveryxnostnyx vod. SNy`P 2.06.14-85.* — M.:Strojy`zdat;
3. *Prognozy podtoplenu`ya y` raschet drenazhnyx sy`stem na zastray`vaemyx y` zastroennyx terry`tory`yah (spravochnoe posoby`e k SNy`P 2.06.15-85)* — M.,Strojy`zdat. 1991 g.;
4. Yu.V. Ponomarenko, V.E.Anpy`lov. *Luchevoj drenazh zastroennyx terry`tory`j* — M. "Nedra", 1989 g.
5. M.D. Chertousov. *"Gy`dravly`ka"* — M.: Energoy`zdat, 1959 g.

С.А. Марчук, О.М. Чернухин

### ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНОЙ СООРУЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ДРЕНАЖА ГЛУБОКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ

**Аннотация:** В статье раскрыты особенности устройства дренажей глубокого заложения с целью обеспечения более надежной гидроизоляции подпорных стен на оползневых склонах Черепановой горы в Киеве.

**Ключевые слова:** ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ, ДРЕНАЖ, ПОДПОРНЫЕ СТЕНЫ, СКЛОНЫ ГОРЫ.

S.A. Marchuk, O.M. Chernuhin

### "INCREASING RIENESS OF WATERPROOFING OF UNDERGROUND STRUCTURES WITH DEEP DRAINAGE"

**Abstract:** The article reveals the features of deep drainage arrangements in order to provide a more reliable waterproofing of the false retaining walls on the landslide slopes of the Cherepanova mountain in Kyiv.

**Key words:** HYDRO INSULATION, DRAINAGE, SURFACE WALLS, GORE FLOWS.

**В.О. Басанський**, зав. сект., ст. наук. співр. ORCID ID 0000-0002-7850-7798

**Л.М. Грубська, К.В. Гаєва** інж.

ДП "НДІБВ", м. Київ,

## ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ТИПУ ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ В СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

**Анотація:** При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. Оптимізація конструктивно-технологічних рішень на етапі зведення інженерних споруд може призвести до зменшення капіталовкладень у постійні конструктивні елементи, що забезпечують стійкість конструкції.

**Ключові слова:** ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ, ОПТИМАЛЬНА СХЕМА

Актуальним питанням сучасного містобудування є раціональне використання території відведеної під будівництво. Розробка підземного простору дозволяє ефективно використовувати земельні ресурси.

Територія Києва і багатьох міст України має достатньо нерівномірний рельєф і складні гідрогеологічні умови, звичайно за таких умов зведення заглиблених конструкцій і експлуатація зсувних ділянок схилів у міських умовах потребує значних ресурсних витрат.

При виборі способу будівництва заглиблених споруд необхідно враховувати умови, в яких зводиться конструкція. Оптимізація конструктивно-технологічних рішень на етапі зведення інженерних споруд може призвести до зменшення капіталовкладень у постійні конструктивні елементи, що забезпечують стійкість конструкції.

При виборі конструктивно-технологічної схеми влаштування огородження котлованів в залежності від гідрогеологічних умов ділянки забудови рекомендується враховувати рекомендації наведені на рис. 1.

У наведеній схемі конструкції, що не мають достатньої щільності примикання елементів огородження (шпунти та огородження з паль) не рекомендується застосовувати для влаштування котлованів з рівнем ґрунтових вод вище дна котловану. Засто-

сування цих типів огородження у таких умовах може призвести до протікань ґрунтових вод у котлован, суфозії часток ґрунту, що примикає до огородження котлованів і відповідно в якому погіршуються фізико-механічні характеристики. Особливо ці явища можуть мати негативний прояв в умовах міської ущільненої забудови, де погіршення міцнісних характеристик ґрунтів основи оточуючої котлован забудови може призвести збільшення осідань і деформацій цих будівель і споруд.


Також на вибір типу огородження у складних інженерно-геологічних умовах та в умовах ущільненої забудови впливають додаткові фактори, що характеризують різні типи огородження котлованів, а саме:

- ґрунтові умови ділянки забудови (типи ґрунтів);
- водопроникливість огородження;
- міцність і жорсткість огородження;
- поглинання шуму та вібрації;
- вплив на оточуючу забудову;
- можлива глибина котловану;
- швидкість будівництва;
- можливість сприйняття навантаження від будівлі;
- економічність.



Рис. 1. Алгоритм вибору конструктивно-технологічного типу огородження котловану в залежності від рівня ґрунтових вод

Тип огороження	Грунтові умови				Водопроникливість	М'якість та жорсткість	Шум та вібрація	Вплив на оточуючу забудову	Можлива глибина котловану	Швидкість будівництва	Можливість прийняття навантаження від будівлі	Економічність
	Слабкі ґрунти	Вологі піски	Водонасичені піски	Гравелісти та скельні ґрунти								
Огородження з металевих елементів з забірною												
Шпунтове огороження												
Стіна в ґрунті												
Огородження з палів												
Огородження з застосуванням струменевої чи зміпувальної технології												



Добре      Задовільно      Погано

Рис. 2. Співставлення техніко-економічних показників типів огороження котлованів

Перелічені фактори суттєво впливають на техніко-економічні показники типів огороження котлованів. На рис. 2 наведено співставлення техніко-економічних показників різних типів огороження в залежності від перелічених умов.

**Висновки:** Застосування наведеного співставлення дозволяє прийняти рішення про застосування оптимальної конструктивно-технологічної схеми влаштування огороження котлованів в залежності від гідрогеологічних умов ділянки забудови та інших факторів.

**Література**

1. Возведение сооружений методом "стена в грунте". Под ред. докт. техн. наук проф. А. Л. Филахтова. Киев — 1976.
2. Портовые гидротехнические сооружения. Под ред. проф. В.Е. Ляхницкого. Москва — 1968.
3. Справочник проектировщика. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Москва — 1985.

**Reference**

1. The construction of structures by the "Wall in the ground." Ed. Dr. tech. Sciences prof. A.L. Filakhtova. Kiev — 1976.
2. Port hydraulic structures. Ed. prof. V.E. Lyakhnitsky. Moscow — 1968.
3. Reference Designer. Foundations, foundations and underground structures. Moscow — 1985.

**В.А. Басанский**, ORCID ID 0000-0002-7850-7798, зав. сект. ГП "НИИСП", г. Киев

**ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ТИПА ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОДЗЕМНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

**Аннотация:** При выборе способа строительства заглубленных сооружений необходимо учитывать условия, в которых сводится конструкция. Оптимизация конструктивно-технологических решений на этапе возведения инженерных сооружений может привести к уменьшению капиталовложений в постоянные конструктивные элементы, обеспечивающие устойчивость конструкции.

**Ключевые слова:** ОГРАЖДЕНИЯ КОТЛОВАНОВ, ОПТИМАЛЬНЫЕ СХЕМЫ

**V.O. Basanskyi**, ORCID ID 0000-0002-7850-7798, Head of the sector

**FEATURES OF THE SELECTION OF THE TYPE OF PROTECTION OF KITCHENS FOR THE CONSTRUCTION OF UNDERGROUND CONSTRUCTION OBJECTS IN COMPLEX ENGINEERING-GEOLOGICAL CONDITIONS**

**Annotation:** When choosing a method for constructing buried structures, it is necessary to consider the conditions in which the structure is reduced. Optimization of constructive-technological solutions at the stage of construction of engineering structures can lead to a decrease in investment in permanent structural elements that ensure the stability of the structure.

**Key words:** COILED FENCES, OPTIMAL SCHEMES



**О.С. Молодід**, ORCID ID: 0000-0001-8781-6579, канд. техн. наук, доцент, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

**І.В. Резніченко**, інженер

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ СТИКІВ МАТЕРІАЛАМИ ПОЛІУРЕТАНОВИМИ SPT RESINS

**Анотація.** Наведені результати досліджень технології герметизації стиків між збірними залізобетонними конструкціями за допомогою нагнітання в порожнини поліуретанового матеріалу SPT Resins. Для виконання експериментальних досліджень було запроєктовано та створено спеціальний стенд за допомогою якого створювалися умови близькі до реальних. Основна задача досліджень полягала у підготовці нижньої частини стиків до початку ін'єктування поліуретанового матеріалу для попередження його витікання. Для цього нижні частини швів між перетинками були завчасно заповнені різними матеріалами, зокрема ущільнювачем поліуретановим  $\varnothing$  10 мм та  $\varnothing$  20 мм, кутиком металевим 25x25x3, L=1010, клеєм будівельним швидкозатвердуючим (на основі цементу) або піною монтажною. В результаті досліджень встановлено, що при правильній підготовці нижніх частин стиків при нагнітанні в порожнини поліуретанового матеріалу SPT Resins, можна досягти хорошого результату, а саме заповнити порожнини на 95 - 99 %.

**Ключові слова:** герметизація, стик, шов, поліуретан, підготовка шва, технологія.

### Постановка проблеми.

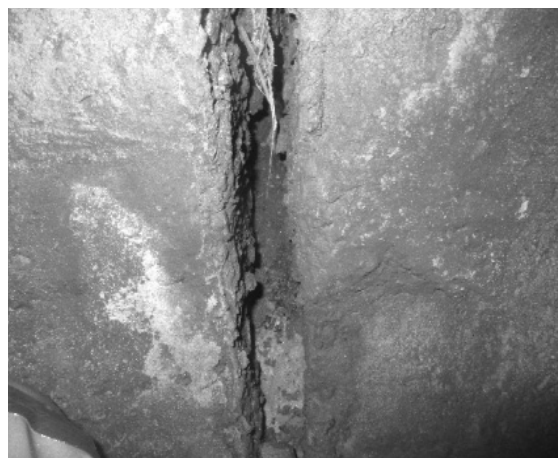
Комунальні та приватні підприємства, що займаються експлуатацією і обслуговуванням підземних переходів, каналізаційних колекторів, тунелів метро та інших будівель і споруд зі збірного залізобетону постійно стикаються з проблемою розгерметизації стиків між окремими елементами таких конструкцій. Поширеною проблемою підземних переходів є втрата функціональних властивостей зовнішньої гідроізоляції в результаті чого через стики між плитами покриття протікає вода та пошкоджує внутрішнє опорядження. Подібна проблема спостерігається і в тунелях метро, коли через щілини або тріщини в огорожувальних конструкціях протікає вода з вимиванням ґрунтів в середину тунелю. При розгерметизації стиків між залізобетонними кільцями колекторів спостерігається зворотна ситуація коли каналізаційні стоки через стики потрапляють у ґрунт та підземні води.

Отже, зазначена проблема є актуальною та потребує наукового підходу для її вирішення.

**Аналіз останніх джерел.** При новому будівництві підземних споруд нормативними документами на їх проектування, зазвичай, передбачається влаштування зовнішньої гідроізоляції та герметизація стиків між збірними елементами. Зокрема для тунелів метрополітену передбачається зовнішня обклеювальна гідроізоляція та пружні компенсатори в деформаційних швах [1]. Каналізаційні тунелі слід захищати від інфільтрації поверхневих і ґрунтових вод, а також ексфільтрації стічних вод. Водонепроникність облицювань потрібно забезпечувати застосуванням відповідних матеріалів, обклеюванням облицювань гідроізоляційними матеріалами, влаштуванням металоізоляції, ущільненням прилеглого до тунелю ґрунтового масиву цементациєю, глинізацією, силікатизацією або іншими методами, нагнітанням за облицювання спеціальних розчинів, закладенням швів і отворів із зачekanенням швидкозатвердуючими матеріалами або пневмобетоном [2]. Сучасний будівельний ринок пропонує широкий вибір матеріалів та технологій влаштування нової гідроізоляції при зведенні



а



б



в

Рис. 1. Фото протікань води через розгерметизовані стики: а – підземний перехід; б – каналізаційний колектор; в – тунель метро

будівель і споруд. Проте, конструктивно-технологічні рішення з відновлення стиків між збірними елементами які були б рекомендовані нормативною або науково-технічною літературою фактично відсутні. Існуючі рішення з відновлення стиків призначені для герметизації конструкцій панельних житлових та промислових будівель [3], деформаційних швів у протифільтраційних облицюваннях каналів і водоемів [4], ремонту тріщин [5]. Технології, які можна було б використовувати при герметизації стиків зазначених раніше споруд, занадто трудомісткі, тривалісні та виконуються з пошкодженням конструкцій, що є неприпустимим [6]. Тому, дослідження технології герметизації стиків між залізобетонними елементами матеріалами поліуретановими SPT Resins є метою даної статті.

**Результати досліджень.** Експериментальні дослідження технології герметизації стиків між залізобетонними елементами з використання матеріалів поліуретанових SPT Resins проводили у спеціально обладнаній лабораторії, в умовах близьких до натурних.

В якості залізобетонних елементів, між якими герметизували стики, використовували залізобетонні перетинки марки 1 ПБ 10-1.

Для виконання експериментальних досліджень було запроєктовано та створено спеціальний стенд з опалубних конструкцій (рис. 2, 3).

При створенні стенду було використано наступне обладнання: опалубка; залізобетонні перетинки марки 1 ПБ 10-1; пісок дрібнозернистий; поліетиленова плівка; вода; ущільнювач поліуретановий Ø 10, та Ø 20; кутик металевий № 6, L=1010; клей будівельний; піна монтажна.

Стенд складався з опалубних телескопічних металевих стійок на які монтували дерев'яні головні та другорядні балки. На поверхню другорядних балок вкладали суцільний лист фанери в якому завчасно вирізали отвори шириною 30 мм та довжиною 950 мм (в місцях вказаних на рис. 3). Вздовж отворів попарно вкладали залізобетонні балки так, щоб грані балок, з розмірами 1030 мм х 65 мм, лягали на фанеру. При цьому, проміжок між балками залишався рівним по всій довжині та висоті балок і становив 10 мм і імітував стик між двома залізобетонними елементами. Далі збирали короб із дерев'яних балок, які розташовувалися за межами вкладених перетинок та слугували обмежувачами для всипаного піщаного ґрунту. Посередині стенду вертикально встановлювали лист фанери, який виконував функцію перетинки між сухим та мокрим ґрунтом.

По зовнішньому периметру балочки фіксували металевими кутиками, щоб виключити їх зміщення під час розширення полімеру.

Експериментальний стенд запроєктовано таким чином, щоб можна було дослідити технологію герме-

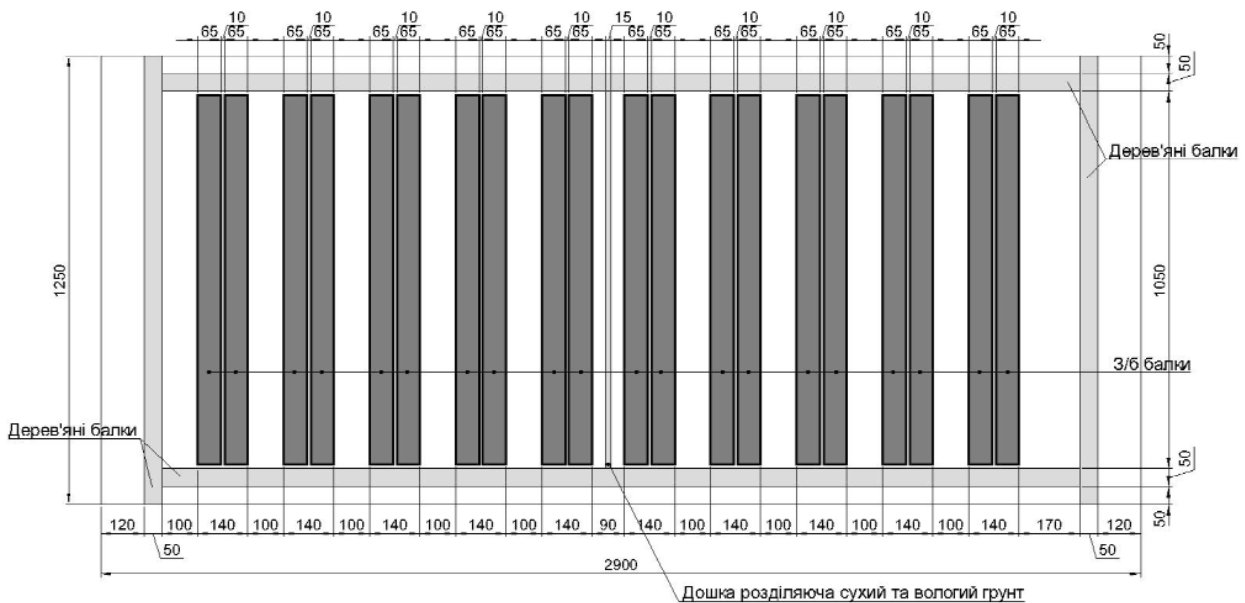


Рис. 2. Схема експериментального стенду

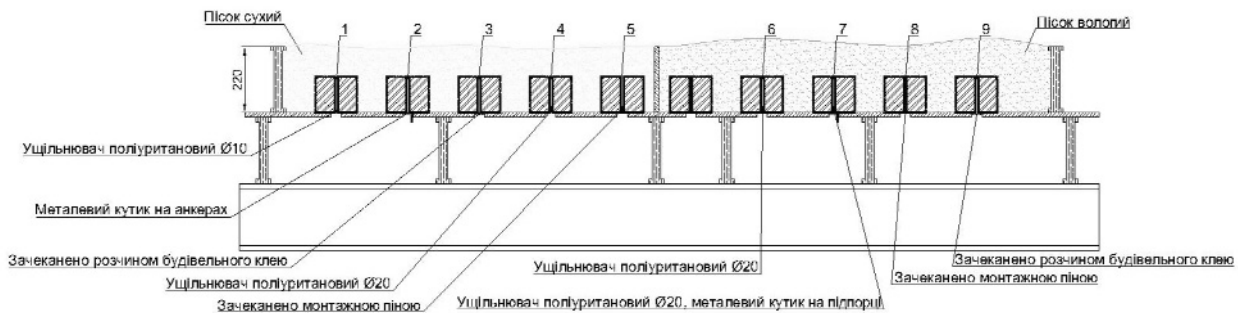


Рис. 3. Експериментальний стенд. Розріз

тизації стиків між сухим та мокрим залізобетонними елементами. Для цього половину стенду було вкрито поліетиленою плівкою та прорізано в ній отвори в місцях "стиків" між конструкціями. Після цього конструкції було засипано піском на висоту 220 мм. За 30 хв до початку експериментальних досліджень у частину стенду, дно якої було вкрито поліетиленою плівкою, рівномірно вилили 40 л води.

Безпосередньо перед початком експериментальних досліджень з нагнітання матеріалу SPT Resins в стики, поверхню ґрунту накривали суцільним листом фанери та встановлювали на нього вантаж масою 350 кг. Таку дію виконували для того, щоб під час розширення, поліуретановий матеріал не вийшов на поверхню та не піднімав верхній, легкий, шар ґрунту.

Основна задача дослідження технології герметизації стиків полягала у підготовці їхньої нижньої частини до початку ін'єктування поліуретанового матеріалу. Для цього нижні частини швів між перетинками були завчасно заповнені різними матеріалами, зокрема ущільнювачем поліуретановим Ø 10 мм та Ø 20 мм, кутиком металевим 25x25x3, L=1010, клеєм будівельним швидкотверднучим (на основі цементу) або піною монтажною (рис. 3).

Згідно плану проведення експерименту, стики між перетинками були пронумеровані № 1 – 9. Стики № 1 – 5 знаходилися в сухому стані, а стики № 6 – 9 – у мокрому:

- стик № 1 – заповнено поліуретановим ущільнювачем – 10 мм;
- стик № 2 – закрито металевим кутиком на анкерах;

- стик № 3 – зачеканено розчином будівельного клею;
- стик № 4 – заповнено ущільнювачем поліуретановим Ø 20 мм;
- стик № 5- заповнено монтажною піною, залишки піни були завчасно обрізані;
- стик № 6 – заповнено ущільнювачем поліуретановим Ø 20 мм;
- стик № 7 – заповнено ущільнювачем поліуретановим Ø 20 мм та закрито металевим кутиком, який притиснутий підпіркою;
- стик № 8 – заповнено монтажною піною, залишки піни завчасно обрізані;
- стик № 9 – зачеканено розчином будівельного клею.

У стиках пробурювали по 2 наскрізні вертикальні отвори Ø 12 мм, що розміщувалися рівновіддалено між собою та від країв (330 мм). У створені отвори вкручували пластмасові ін'єктори зі зворотнім клапаном.

Перед початком ін'єктування поліуретановий матеріал SPT Resins був нагрітий до +35 °С.

Матеріал ін'єктували шляхом під'єднання до ін'єктора спеціального пістолету, до якого, через гумові рукава, подається матеріал SPT Resins та стиснене повітря. Натисканням на гачок пістолета ін'єктований матеріал під тиском проходив у пластиковий ін'єктор.

Ін'єктування полімеру у шви між балками проводили почергово від № 1 до № 9. Враховуючи досвід ін'єктування стиків № 1 та № 4, перед ін'єктуванням стиків № 7 було додано кутик на підпорці, для виклю-

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень технології герметизації стиків

№ дослід у	Час ін'єктування матеріалу, секунди	Вид підготовки нижньої частини стиків між перетинками	Об'єм витраченого матеріалу, см <sup>3</sup>	Об'єм шва між перетинками, см <sup>3</sup>	Заповненість шва, %	Показники встановлені за мету
<b>Дослідження з балочками, поверхня яких мала природню вологість</b>						
1	5	ущільнювач поліуретановий Ø 10	62	123,6	93	95 – 100 %
2		металевий кутик на анкерах			75	
3		розчин будівельного клею			80	
4		ущільнювач поліуретановий Ø 20			90	
5		монтажна піна			99	
<b>Дослідження з балочками, поверхня яких була мокрою</b>						
6	5	ущільнювач поліуретановий Ø 20	62	123,6	85	95 – 100 %
7		ущільнювач поліуретановий Ø 20, та металевий кутик на підпорці			93	
8		монтажна піна			95	
9		розчин будівельного клею			95	



Рис. 4. Вигляд стику №5 нижня частина якого заповнена монтажною піною

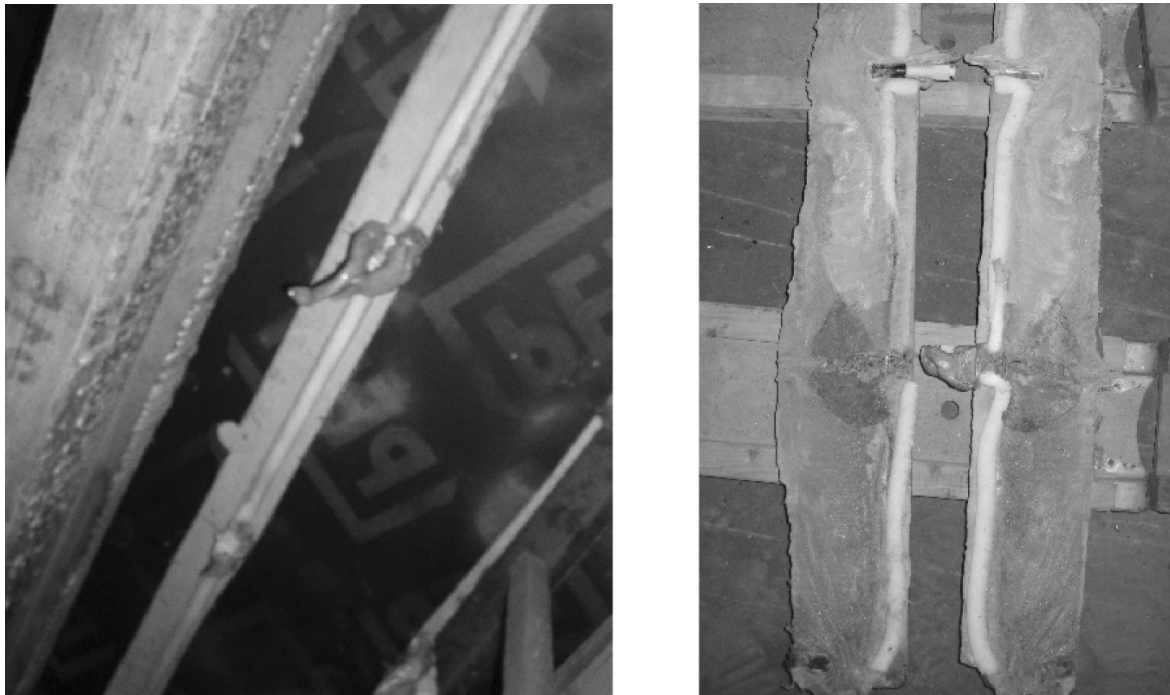


Рис. 5. Вигляд стику №6 нижня частина якого заповнена ущільнювачем поліуретановим  $\varnothing 20$

чення видавлювання зі шва ущільнювача полімером при розширенні.

Після ін'єктування матеріалів поліуретанових SPT Resins в стики, було отримано загерметизовані шви між залізобетонними конструкціями. Незначна кількість матеріалу, під час його розширення, видавилася по краях та в місцях встановлення ін'єкторів.

На наступний день після проведення експериментів, піщаний ґрунт із короба стенду було видалено, а сам короб розібрано.

Після розбирання стенду всі зразки детально оглядали та виконали їх фотофіксацію. Для отримання даних про ступінь заповнення стиків між конструкціями полімерним матеріалом було виконано повздовжнє розрізування всіх зразків посередині за-

герметизованих швів (в окремих місцях не вдалося виконати рівний розріз через високу щільність матеріалу, як наслідок, на окремих зразках матеріал SPT Resins присутній лише на одній з двох перетинок). Після розрізування стиків виконано аналіз щодо їхньої наповненості герметизаційним матеріалом (табл. 1, рис. 4 – 6).

Як результат встановлено, що поліуретановий матеріал однаково добре заповнив порожнини стиків як у ґрунті з природньою вологістю, так і у водонасиченому. Утворені в результаті експерименту загерметизовані шви дають можливість стверджувати, що рідкий поліуретановий матеріал в результаті термічної реакції збільшився в декілька разів (приблизно в 2 рази) та набрав високої міцності.

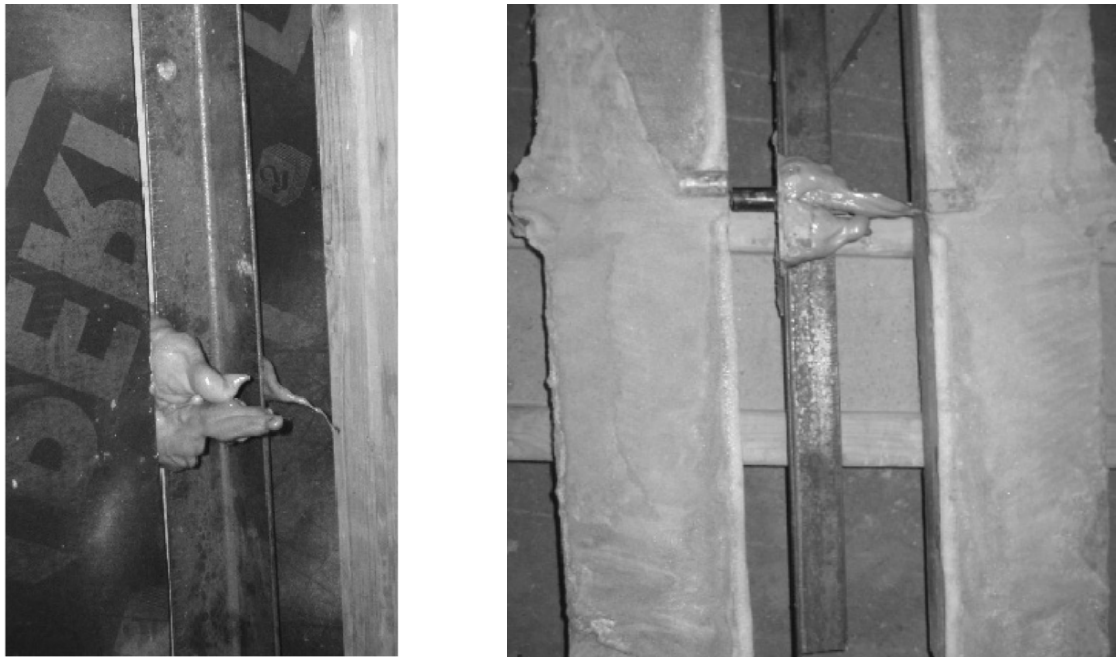


Рис. 6. Вигляд стику №7 нижня частина якого заповнена ущільнювачем поліуретановий Ø 20 з притисканням металевго кутика на підпорці

Візуальний огляд стиків між перетинками після їх розпилювання дає можливість стверджувати, що порожнини заповнені поліуретановим матеріалом на 75 – 99 % (табл. 1).

#### Висновки.

1. У результаті проведення ряду експериментальних досліджень технології герметизації стиків між збірними залізобетонними конструкціями за допомогою нагнітання в порожнини поліуретанового

матеріалу SPT Resins встановлено, що при правильній підготовці нижніх частин стиків можна досягти хорошого результату, а саме заповнити порожнини поліуретановим матеріалом на 95 – 99 %.

2. Заповненості шва в 95 – 100 % вдалося досягти при заповненні нижньої частини стиків монтажною піною та розчином будівельного клею.

3. Заповненості порожнини стиків в 90 – 95 % вдалося досягти при заповненні нижньої частини стиків ущільнювачами поліуретановими.

#### Література

1. Споруди транспорту. Метрополітени: ДБН В.2.3-7-2010. – [Чинний від 2011-10-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 152 с. – (Національний стандарт України)
2. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Поправка: ДБН В.2.5-75:2013. – [Чинний від 2014-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 219 с. – (Національний стандарт України)
3. Матеріал герметизуючий бутилрегенератний. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-78-98 – [Чинний від 1999-01-01]. – К.: Держбуд України, 1999. – 31 с. – (Національний стандарт України)
4. Способ комплексной герметизации межпанельных швов и стыков сборных бетонных облицовок мелиоративных каналов / С. С. Марченко, П. С. Попов, Д. П. Арьков, О. Г. Семенов. // Научно-аграрный журнал, "Федеральный научный центр агроэкологии, мелиорации и защитного лесоразведения". – 2018. – С. 38-41.
5. Testing and assessment of epoxy injection crack repair for residential concrete stem walls and slabs-on-grade – Earthquake Engineering Richmond: NAHB Research Center, Inc. Upper Marlboro, 2002. – 32 p.
6. Опыт работ по гидроизоляции подземных сооружений / В. М. Дианов, А. В. Савич, К. С. Пашин, С. А. Графкин. // Санкт-Петербург: Записки Горного института. – 2012. – С. 145-150.

#### References

1. Transport facilities. Underground: DBN V.2.3-7-2010. – [Effective from 2011-10-01]. – Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2011. – 152 p. – (National Standard of Ukraine)
2. Sewage. Outdoor networks and facilities. The main provisions for the design. Amendment: DBN V.2.5-75 2013. – [Effective from 2014-01-01]. – Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2013. – 219 p. – (National Standard of Ukraine)
3. Butyl regenerated sealing material. Specifications: DSTU B V.2.7-78-98 – [Effective from 1999-01-01]. – Kyiv: State Committee of Ukraine for Construction and Architecture, 1999. – 31 p. – (National Standard of Ukraine)
4. The method of complex sealing of inter-panel seams and joints of precast concrete mantels for reclamation channels / S.S. Marchenko, P.S. Popov, D.P. Arkov, O.G. Semenenko. // Scientific and Agronomic Journal, Federal Research Center for Agroecology, Land Reclamation and Protective Afforestation. – 2018. – pp. 38-41.
5. Testing and assessment of epoxy injection crack repair for residential concrete stem walls and slabs-on-grade – Earthquake Engineering Richmond: NAHB Research Center, Inc. Upper Marlboro, 2002. – 32 p.
6. Experience in waterproofing underground structures / V.M. Dianov, A.V. Savich, K.S. Pashin, S.A. Grafkin. // St. Petersburg: Notes of the Mining Institute. – 2012. – pp. 145-150.

**А. С. Молодид**

ORCID ID: 0000-0001-8781-6579, канд. техн. наук, доцент, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев

**И. В. Резниченко**, инженер

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СТЫКОВ МАТЕРИАЛАМИ ПОЛИУРЕТАНОВЫМИ SPT RESINS.

**Аннотация.** Приведенные результаты исследований технологии герметизации стыков между сборными железобетонными конструкциями при заполнении в полости полиуретанового материала SPT Resins. Для выполнения экспериментальных исследований было запроектировано и создан специальный стенд с помощью которого создавались условия близки к реальным. Основная задача исследований заключалась в подготовке нижней части стыков до начала инъектирования полиуретанового материала для предупреждения его утечки. Для этого нижние части швов между перемычками были заблаговременно заполнены различными материалами, в частности уплотнителем полиуретановым Ø 10 мм и Ø 20 мм, уголком металлическим 25x25x3, L = 1010, клеем строительным быстро-твердеющий (на основе цемента) или пеной монтажной. В результате исследований установлено, что при правильной подготовке нижних частей стыков при нагнетании в полости полиуретанового материала SPT Resins, можно достичь хорошего результата, а именно заполнить полости на 95 – 99%.

**Ключевые слова:** герметизация, стык, шов, полиуретан, подготовка шва, технология.

**A. S. Molodid**

ORCID ID: 0000-0001-8781-6579, Cand. tech Sciences, Associate Professor, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**I.V. Reznichenko**, engineer

### EXPERIMENTAL RESEARCH OF TECHNOLOGY OF HERMETIZING STYLES WITH MATERIALS OF POLYURETHANE SPT RESINS.

**Annotation.** The hereinafter contained results of the research studying the technology of sealing joints between precast concrete structures when filling in cavities with SPT Resins polyurethane material. To carry out experimental research, a special stand was designed and assembled to create conditions close to the real ones. The main target of the research was to prepare the bottom of the joints prior to the injection of polyurethane material to prevent its leakage. To this end, the bottoms of the seams between membranes were filled with different materials in advance, in particular, the polyurethane sealing Ø 10 mm and Ø 20 mm, metal L-steel 25x25x3, L = 1010, fast-hardening adhesive for building (cement based) or mounting foam. As a result of the research, it was found that with a due preparation of the lower parts of joints it is possible to achieve a good result, namely to fill the cavity by 95 – 99% when SPT Resins polyurethane material is pumped under pressure into the cavity.

**Keywords:** sealing, joint, seam, polyurethane, seam preparation, technology.

**О.В. Мурасьова**, заступник завідувача відділу

ДП “Науково-дослідний інститут будівельного виробництва”, м. Київ

**І.М. Уманець**, к.т.н., доц. каф. ТБВ

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

## ЗАСОБИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

**Анотація.** У статті проаналізовано заходи інженерного захисту територій, які можуть бути впроваджені при рекультивациі полігонів твердих побутових відходів. Це – зміна рельєфів схилів до нормативних ухлів 1:3,2, регулювання стоку поверхневих вод; захист поверхонь схилів від інфільтрації зливових і талих вод у ґрунт та ерозійних процесів, тобто влаштування багатофункціонального захисного шару (суглинок 25 см; газовий дренаж 30 см; геотекстиль 3,5 мм; геомембрани HDPE 1,5 мм; пісок 20 см; суглинок 20 см; родючий ґрунт 30 см; георешітка на укосах), дренажі для відводу фільтрату, підпірна стінка, стримувальні протизсувні споруди, агролісомеліорація. Запропоновано конструктивні рішення заходів інженерного захисту територій полігонів твердих побутових відходів в декількох варіантах та технології їх влаштування.

**Ключові слова:** зміна рельєфів схилів; захисний екран; дренаж; підпірна стінка; стримувальні протизсувні споруди; агролісомеліорація.

### Постановка проблеми

Полігони твердих побутових відходів формуються з відходів від житлових будинків, громадських підприємств, підприємств торгівлі, громадського харчування та інших галузей господарської діяльності людини. Існуюча в Україні система об'єднаного збору ТПВ без розділення на органічні і неорганічні компоненти посилює недоліки технології зберігання відходів на полігоні [6].

Орієнтовний склад фракцій ТПВ від житлового сектору за даними Академії комунального господарства наведено в таблиці 1 [7].

Технологія складування ТПВ на полігоні поєднує з поділенням на карти. Укладають відходи з автотранспорту у карти, далі розрівнюють шар бульдозери з ущільненням котками. Кожні 2-3 м ущільнених відходів засипають мінеральним ґрунтом шаром 0,25-0,3 м.

Значна потужність насипних ґрунтів, представлених побутовим сміттям, що складається з органічних і неорганічних відходів, їх тривалий період консолідації та суттєва неоднорідність деформаційних властивостей є одним із несприятливих чинників. В процесі складування побутових відходів під впливом

хімічних реакцій та атмосферних чинників виникає фільтрат, який негативно впливає на навколишнє природне середовище, і його без відповідного очищення не можна скидати в існуючі природні водойми.

Атмосферні опади, що випадають на звалища побутових відходів, та стікають з прилеглих до звалища схилів змішуються з фільтратом і теж стають непридатними для скидання в існуючі водойми. Це пов'язано з невиконанням заходів інженерного захисту територій і споруд полігонів ТПВ від небезпечних інженерно-геологічних явищ бо взагалі їх відсутністю.

### Виклад основного матеріалу

Території полігонів твердих побутових відходів в Україні характеризується складними геологічними та тектонічними умовами із стійкою тенденцією до розвитку понад десяти інженерно-геологічних процесів і явищ. Це – зсуви, затоплення, підтоплення, забруднення продуктами фільтрату ґрунтових вод тощо.

З нормативної та наукової літератури [1-4] проаналізовано заходи інженерного захисту територій, які можна реалізувати при рекультивациі полігонів твердих побутових відходів:

Таблиця 1

Компоненти	Загальні %	Склад, %		
		фракції, мм		
		+200	-200-80	-80
Папір, картон	22,0	6,6	11,4	4,0
Продуктові і рослинні відходи	35,0	0,0	9,2	25,8
Текстиль	5,5	3,3	2,0	0,2
Пластмаса	2,0	0,15	1,6	0,25
Полімерна плівка	4,0	1,45	2,5	0,05
Шкіра, резина	1,5	0,05	1,45	0,0
Кістки	1,0	0,0	0,3	0,7
Інші включення	18,0	1,0	5,0	8,3
Чорні метали (консервні банки)	4,0	1,3	2,5	0,2
Скло (пляшки та інша тара)	7,0	0,0	6,8	0,2



- зміна рельєфів схилів;
- регулювання стоку поверхневих вод;
- захист поверхонь схилів від інфільтрації зливових і талих вод у ґрунт та ерозійних процесів,
- дренажі для відводу фільтрату;
- підпірні стінки;
- стримувальні протизсувні споруди;
- агролісомеліорація.

1) Зміна рельєфів схилів. Згідно п.3.123 ДБН В.2.4-2-2005 нормативний кут схилу встановлюється залежно від цільового використання, наприклад:

- для оброблювання сільськогосподарських культур — не більше 2...3°;
- для луків і пасовищ — не більше 5...7°;
- для садів — не більше 11°;
- для посадки лісу (чагарників і дерев) — не більше 18°.

Для створення ухилу до 18° (ДБН В.2.4-2-2005 зі зміною №1) передбачається на полігонах влаштувати плато, виположувати існуючі відкоси зі створенням нормативних ухилів 1:3,2 на конкретних ділянках.

Площа верхнього майданчика (так званого плато) профілюється для створення ухилів та відведення дощових і талих вод (ухил до 0,02).

2) Регулювання стоку поверхневих вод. Забруднена вода — це поверхневий стік з водозбірної площі та снігово-дощові опади, що потрапляють безпосередньо на ділянку, які просочилися крізь товщу ТПВ і очевидно в якійсь мірі розбавлені фільтратом.

Заходи регулювання рівня поверхневих вод передбачають по периметру карти полігону ТПВ влаштування водовідвідної каналу з збірними колодязями, де збираються дощові води разом з фільтратом, з якої відводяться по мережі колекторів до каналізаційної насосної станції, а потім до очисних споруд.

Пропонована конструкція організованого водовідведення (рис. 1) по рекультивативі полігону передбачає влаштування організованого відведення дощових вод по периметру карти системою з/б водовідвідних лотків. Дана система збору поверхневих та талих вод запроєктована з лотків, наприклад перерізом 360x570 (h) та 780x530 (h) з розрахунков-

им наповненням 0,75.

Далі дощові води відводяться відвідними колекторам діаметром Ø 500 мм та системи водобійних колодязів до існуючого водовідвідного каналу.

3) Захист поверхонь схилів від інфільтрації зливових і талих вод у ґрунт та ерозійних процесів. Багатофункціональний захисний екран поверхні полігону ТПВ призначений для збирання і відведення поверхневої (чистої) води і зменшення кількості фільтрату, збирання і утилізації біогазу.

Захисний екран влаштовується зверху технологічного екрану товщиною 1 м і складається з наступних конструктивних шарів (рис. 1):

- георешітка на укосах;
- шар родючого ґрунту завтовшки 30 см;
- суглинок 20 см;
- дренажний шар завтовшки не менше 20 см;
- шар синтетичної гідроізоляції геомембрани HDPE завтовшки 1,5 мм;
- геотекстиль 3,5 мм;
- газовий дренаж 30 см (щебінь фракції 30-40 мм)
- технологічний екран (суглинок) 25 см.

Геомембрана — це ізолююче покриття, що виготовлено із поліетилену високої щільності HDPE товщиною 1,5 мм з гладкою або структурованою поверхнею.

Геомембрана HDPE забезпечує повну ізоляцію навіть від токсичних речовин. Використання геомембрани HDPE як протиінфільтраційного екрану на полігоні твердих побутових відходів захищає ґрунтові води від забруднення, не реагує з хімікатами та токсичними речовинами, стійка до ультрафіолетового випромінювання.

Монтаж рулонів геомембрани здійснюють механізовано. Монтажним краном траверсу з килимом укладають на шар геотекстиля. Геомембрана вкладається вільно без натягу з перекриттям попередньої полоси на 10-15 см (рис. 2).

Для зварювання полотнищ геомембрани використовується високоякісне зварювальне обладнання компанії Leister (Швейцарія) і компанії Herz (Німеччина) подвійним швом або екструзійним методом. Під час зварювання подвійним швом утворює-

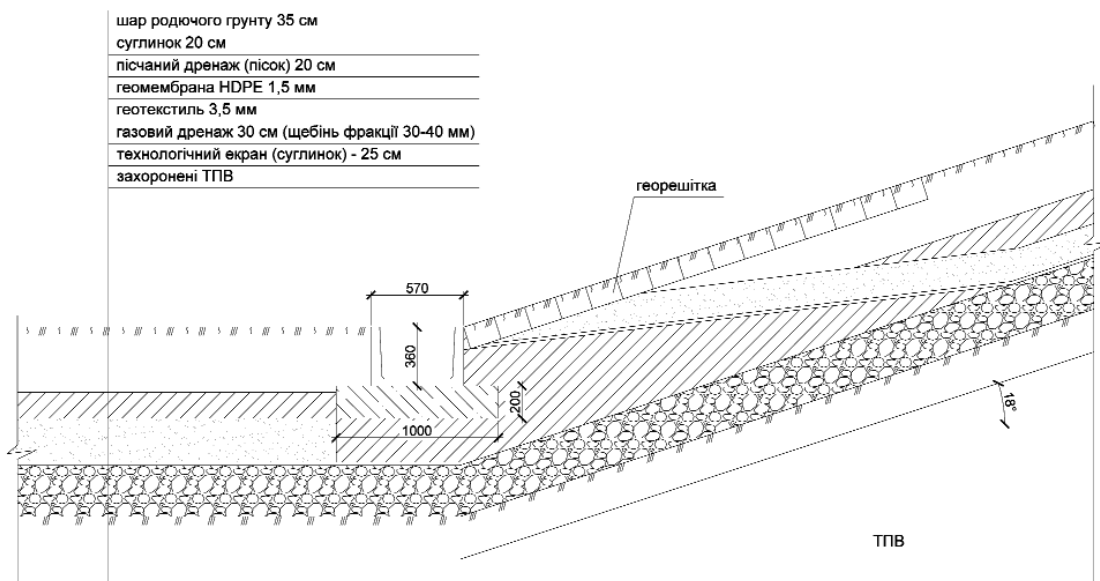


Рис. 1. Конструкція організованого водовідведення з карти полігону

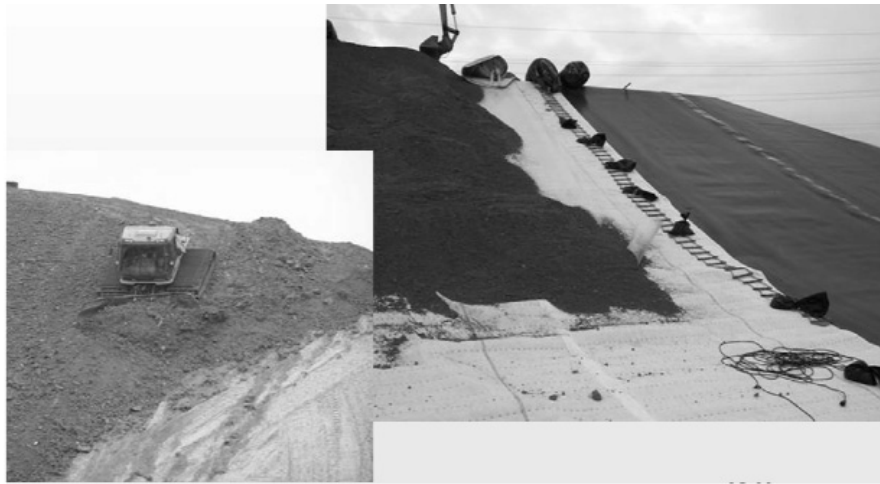


Рис. 2. Схеми влаштування геомембрани HDPE

ться повітряний канал, який дозволяє контролювати якість і герметичність шва. Екструзійний метод застосовується, коли немає можливості використовувати устаткування для виготовлення подвійного шва. Наприклад, Т-подібні шви, складні конструктивні вузли, місця проходу інженерних комунікацій, а також в разі механічного пошкодження геомембрани. Для цього використовується зварювальний пруток, виготовлений з того ж сировини, що і геомембрана.

На відкосах геомембрану монтують автоматичним краном, який знаходиться у найвищій тощі схилу.

Проїзд механізмів і автотранспорту по вкладеній геомембрані заборонено. Для виключення впливу вітру і утворення парусності необхідне тимчасове привантаження полотнищ мішками з ґрунтом. При влаштуванні захисного шару рух бульдозера при відсипанні і розрівнюванні шарів повинен проводитися вздовж з'єднувальних волокон.

4) Дренажі для відводу фільтрату

Для недопущення розтікання фільтрату за межі звалища вздовж його відкосів передбачено трубчастий дренаж з оглядовими колодезями для збору та

відведення фільтрату.

Переважна більшість полігонів ТПВ по периметру обладнані трубчастою дренажною системою для збору фільтрату, наприклад з труб діаметром 300 мм і оглядові колодезя діаметром 1 м. З дренажної системи фільтрат відводиться до насосної станції, а далі — у відстійники.

Досвід багаторічних обстежень науковими співробітниками ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" гідротехнічних споруд, в тому числі гідротехнічних споруд полігону ТПВ №5 в Підгірці Обухівського району Київської області, свідчить, що за період експлуатації оглядові колодезя дренажної системи, лотки та трубопроводи засмічені продуктами звалища або повністю затоплені.

В зв'язку з існуючою ситуацією пропонується влаштувати нову дренажну систему збору та відведення фільтрату з полігону до каналізаційної насосної станції, потім до локальних очисних споруд, а також демонтаж існуючих залізобетонних конструкцій оглядових колодезів та використання їх при влаштуванні нової дренажної системи.

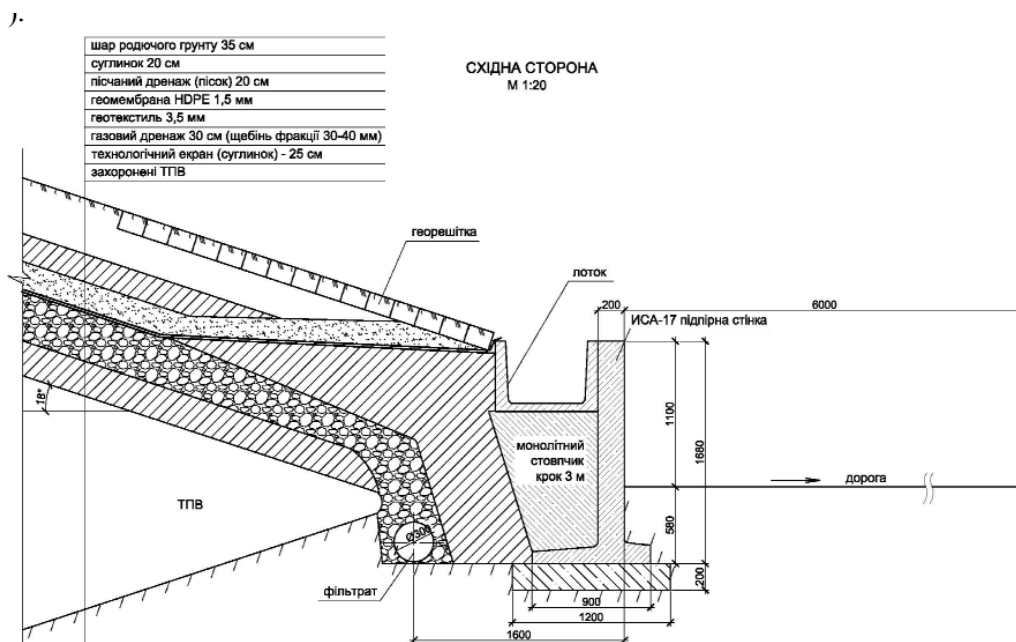


Рис. 3. Конструкція підпірної стінки



Рис. 4. Приклад влаштування стримувальної протизсувної споруди на полігоні ТПВ №5 в Підгірці Обухівського району Київської області 2018 рік

Для відведення забрудненої води (фільтрату) з карти рекомендується влаштування тришарового дренажу із щебеню типу "зворотний фільтр". Дренажний матеріал – щебінь, укладається шарами у трапецеподібну траншею. В центр призми укладається дренажна перфорована поліетиленова труба 315 мм, яка огорнута геотекстилем. Верхня частина труби перекивається трьома шарами щебеню різної фракції. Таким чином формуються декілька дрен, які відводять воду до водоприймального колодезя дренажної насосної станції перекачки стоку.

5) Підпірна стінка. Підпірна стінка є частиною огороження твердих побутових відходів. Її необхідність викликана стислими умовами – неможливістю зміни рельєфу схилів до проектних ухилів та забезпечення стійкості укосів в межах відведеної території полігону. В даному випадку пропонується збірна з/б підпірна стінка з серійної кутової панелі ИСА-17 висотою  $H = 1,68$  м. Обпирання її відбувається на монолітну плиту товщиною 200 мм опорною частиною шириною 900 мм.

Підпірна стінка складає єдину конструкцію разом з дощовідвідними лотками (рис. 3).

6) Стримувальні протизсувні споруди. Для попередження зсувів та обвалів, зниження тиску від ґрунтових мас, які можуть зміститися, і стабілізації положення схилів було запропоновано декілька варіантів стримувальних протизсувних споруд.

У першому варіанті пропонувалось в зоні лотка встановити на палях кутові (чобіткові) панелі, а простір між вертикальною стінкою і аварійним схилом додатково засипати ґрунтом.

За другим варіантом було запропоновано укрити нижню частину схилу залізобетонними плитами довжиною 6 м і піджимати їх до ТПВ металевими фермами, встановленими на палях.

У третьому варіанті залізобетонні плити розміром 6x2 м вагою 4,8 т укладають поперек схилу і з'єднують між собою у верхній частині через накладки, а у нижній частині до закладних металевих паль. Для цього використовуються металеві палі із двотавра №24 довжиною близько 6 м, крок паль складає 1 м. Товщина плити дорівнює 0,22 м. В підсумку,

аварійна ділянка схилу буде нібито замкнута в залізобетонний корсет. Площа обпирання плити на ґрунт повинна складати не менше 80%.

Кожний із запропонованих варіантів при відповідному техніко-економічному обґрунтуванні може бути використаний. Третій варіант влаштування стримувальної протизсувної споруди був реалізований для підсилення аварійної ділянки схилу полігону ТПВ №5 в Підгірці Обухівського району Київської області у 2018 році (рис. 4).

7) Агролісомеліорація передбачає посів багаторічних трав, створення ріллі для технічних культур, газонів, садіння чагарників, саджанців декоративних дерев, дерев для утворення парків та садів. Агролісомеліорація проводиться після на завершальному етапі закриття існуючої карти полігону ТПВ, тобто процесу зміцнення звалищного ґрунту, досягнення ним постійного стійкого стану.

#### Висновок

У процесі тривалої експлуатації карти полігонів твердих побутових відходів і сусідні території засмічені продуктами звалища, фільтрат, який просочується з побутового сміття, разом з атмосферними опадами негативно впливає на навколишнє природне середовище. Як підказує досвід обстежених гідротехнічних споруд полігонів також засмічені продуктами звалища або повністю затоплені. Це пов'язано з невиконанням заходів інженерного захисту територій і споруд полігонів ТПВ від небезпечних інженерно-геологічних явищ і їх відсутністю.

У даній роботі проаналізовано заходи інженерного захисту територій, які можна реалізувати при рекультивації полігонів твердих побутових відходів. Це – зміна рельєфів схилів, регулювання стоку поверхневих вод; захист поверхонь схилів від інфільтрації зливових і талих вод у ґрунт та ерозійних процесів, дренажі для відводу фільтрату, підпірна стінка, стримувальні протизсувні споруди, агролісомеліорація. Запропоновані конструктивні рішення рекультивції полігонів ТПВ кожного із заходів інженерного захисту при техніко-економічному обґрунтуванні дозволить вибрати в кожному окрему випадку найбільш ефективні.

**Література**

1. ДБН В.1.1-3-97. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення.
2. ДБН В.1.1-25-97. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. — К.: Мінрегіонбуд України, 2010. — 52 с.
3. Інженерна підготовка територій населених місць: Навчальний посібник / За ред. Линника І.Е. — Харків: ХДАМГ, 2004. — 337 с.
4. Великодний Ю. Й. Захист територій від зсувів: Навчальний посібник / Ю. Й. Великодний — Полтава: ТОВ "Поліграфцентр Скайтек", 2006.-116 с.
5. Інженерний захист та освоєння територій: Довідник \ За ред. В. С. Ніщук, — К.: "Основа", 2000.- 334 с.
6. ДБН В.2.4-2:2005 "Полигоны твердых бытовых отходов. Основные положения проектирования зі Зміною №1";
7. ДСТУ 3910-95 "Класифікація відходів" "Санитарные правила устройств и содержания полигонов твердых бытовых отходов". №2811-83.

**References**

1. DBN V.1.1-3-97. Inzhenerny`j zaxy`st tery`torij, budy`nkiv i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennya.
2. DBN V.1.1-25-97. Inzhenerny`j zaxy`st tery`torij ta sporud vid pidtoplennya ta zatoplennya. — K.: Minregionbud Ukrainy`, 2010. — 52 s.
3. Inzhenerna pidgotovka tery`torij naseleny`x miscz`: Navchal`ny`j posibny`k / Za red.. Ly`nny`ka I.E. — Harkiv: XDAMG, 2004. — 337 s.
4. Vely`kodny`j Yu. J. Zaxy`st tery`torij vid zsuviv: Navchal`ny`j posibny`k/ Yu. J Vely`kodny`j — Poltava: TOV «Poligrafcentr Skajtek», 2006.-116 s.
5. Inzhenerny`j zaxy`st ta osvojennya tery`torij: Dovidny`k \ Za red.. V. S. Nishhuk, - K.: «Osnova», 2000.- 334 s.
6. DBN V.2.4-2:2005 "Poligony` tverdyy`x pobutovy`x vidxodiv. Osnovni polozhennya proektuvannya zi Zmynoyu #1";
7. DSTU 3910-95 «Klasy`fikaciya vidxodiv» «Sany`tarnyye pravyy`la ustrojstvo y` sodержany`ya poly`gonov tverdyy`x bytovyy`x otxodov». #2811-83.

**А.В. Мурсьова**, заступитель заведующего отделом

ГП "Научно-исследовательский институт строительного производства", г. Киев

**И.М. Уманец**, к.т.н., доц. каф. ТБО

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Г. Киев

**СРЕДСТВА ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЫ ТЕРРИТОРИЙ ПОЛИГОНА  
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

**Аннотация.** В статье проанализированы меры инженерной защиты территорий, которые могут быть внедрены при рекультивации полигонов твердых бытовых отходов. Это — изменение рельефов склонов с нормативными уклонов 1: 3,2, регулирование стока поверхностных вод; защита поверхностей склонов от инфильтрации ливневых и талых вод в почву и эрозионных процессов, то есть устройства многофункционального защитного слоя (суглинок 25 см; газовый дренаж 30 см; геотекстиль 3,5 мм; геомембраны HDPE 1,5 мм; песок 20 см; суглинок 20 см; плодородная почва 30 см; георешетка на откосах), дренажи для отвода фильтрата, подпорная стенка, сдерживающие противооползневые сооружения, агролесомелиорации. Предложены конструктивные решения мер инженерной защиты территорий полигонов твердых бытовых отходов в нескольких вариантах и технологии их устройства.

**Ключевые слова:** изменение рельефов склонов; защитный экран; дренаж; подпорная стенка; сдерживающие противооползневые сооружения; агролесомелиорации.

**O.V. Murasova**, deputy head of the department

State Enterprise "Research Institute of Construction Production", Kyiv

**I.M. Umanec**, Ph.D., Assoc. cafe TBV

Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

**MEANS OF ENGINEERING PROTECTION OF TERRITORIES OF POLYGONS OF SOLID  
HOUSEHOLD WASTE**

**Abstract.** The article analyzes the measures of engineering protection of territories that can be implemented during the reclamation of landfills of solid household waste. This is a change in the reliefs of the slopes to the standard deviations 1: 3,2, the regulation of the runoff of surface water; protection of slopes surfaces from infiltration of storm and thawed water in the soil and erosion processes, ie arrangement of a multifunctional protective layer (25 cm loam, 30 cm gas drainage, 3.5 mm geotextile, 1.5 mm HDPE geomembrane, 20 cm sandstone, 20 cm loam ; fertile soil 30 cm, geogrids on slopes), drainages for drainage of filtrate, retaining wall, restraining anti-landslide structures, agroforestry. The constructive decisions of measures of engineering protection of territories of solid waste landfills in several variants and technologies of their installation are offered.

**Keywords:** change of reliefs of slopes; protective screen; drainage; retaining wall; containment landslide structures; agroforestry.

О.А. Лесенко, ТОВ ПЕНЕТРОН, м. Київ,

**ВЛАШТУВАННЯ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ШВА  
ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ПЕНЕБАНД С, НА ПРИКЛАДІ, ДЕФОРМАЦІЙНОГО ШВА  
В ПІДЗЕМНОМУ ПЕРЕХОДІ №1 СТАНЦІЇ МЕТРО АКАДЕММІСТЕЧКО**



Деформаційний шов є найважливішим елементом конструкції, він призначений для компенсації різного роду навантажень (навантаження від зміни температури, усадки бетону, зусилля від нерівномірного осідання основи – секції різної висоти, складні геологічні умови та т.п.).

Правильне облаштування деформаційних швів дозволяє запобігти руйнуванню несучих конструкцій і всієї будови в цілому. Також вони забезпечують захист від пошкодження оздоблювальних елементів як внутрішніх, так і зовнішніх, що в кінцевому підсумку призводить до максимальної довговічності будівель і споруд.

Однією з головних умов влаштування деформаційного шва є забезпечення його надійної гідроізоляції. На практиці часто доводиться стикатися з течами крізь деформаційні шви, які спричиняють багато незручностей при експлуатації будівлі та можуть призвести до наслідків деструктивного характеру. Ситуацію ускладнюють періодичні зрушення, що відбуваються в шві. Гідроізоляційні матеріали на основі мінеральних в'язучих опиняються неефективними, тому що не здатні сприймати деформації шва.

Для гідроізоляції деформаційних швів нами розроблені та з ефективністю застосовуються система матеріалів "ПенеБанд С", яка витримує значні де-



формації шва та високий гідростатичний тиск води. Нижче пропоную розглянути використання системи герметизації деформаційних швів, на прикладі, герметизації деформаційного шва в підземному переході №1 станції метро Академмістечко. (дані роботи проводилися в березні 2018 року).

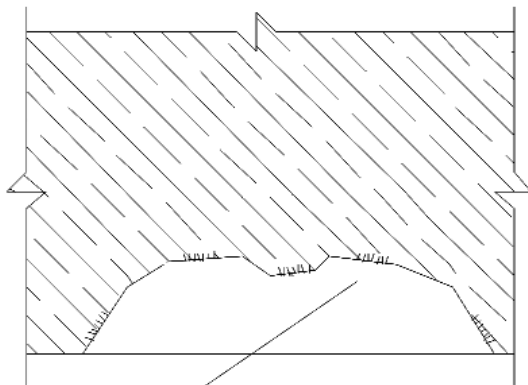
Як ми можемо, спостерігати на фотографіях до початку робіт, проблема протікання деформаційного шва, вирішувалася за допомогою, збору води, що витікає з деформаційного, конструкцією з саморобних ринв, виконаних з оцинкованих листів, та її подальшого відведення в систему збору дощової води.

Але дана конструкція не лише частково вирішувала проблему з протіканням деформаційного шва, вода місцями накопичувалася в ринвах та все одно, крізь стики між елементами ринв, потрапляла в зону підземного переходу та на одяг пасажирів. Крім того в зимовий період при від'ємних температурах повітря, в стиках утворювалися бурульки, що вже створювало небезпеку для пасажирів.

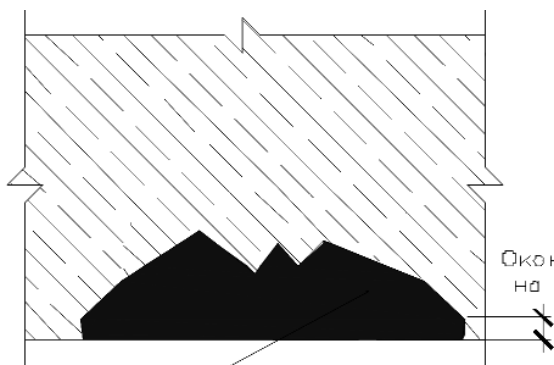
Після демонтажу даної конструкції також спостерігалася корозія та руйнування бетону в зоні деформаційного шва, що також були спричинені впливом води на елементи конструкцій.

Роботи з герметизації деформаційного шву відбувалися в три етапи.

**1-й етап. Ремонт та відновлення країв деформаційного шва.**



Зона дефекту бетону з корозійним ушкодженням



"Скрепа М500 Ремонтна"

Оконтурування дефекту (вирубка бетону) на глибину не менш 5 мм

Видалення фрагментів бетону недостатньою міцності, що знаходилися в зоні деформаційного шву, в обидва боки на 20 см від краю деформаційного шва.

Відновлення нерівних ділянок бетонної поверхні, що перешкоджають щільному приляганню до них гідроізоляційної стрічки, за допомогою ремонтної суміші "Скрепа М500 Ремонтна", та обробка їх проникаючою гідроізоляційною сумішшю Пенетрон, в обидва боки на 20 см від краю деформаційного шва.

**2. Ін'єктування порожнини деформаційного шва.**



Оскільки система ПенеБанд С застосовується тільки по сухому бетону, а на момент виконання робіт були присутні краплинні течі крізь деформаційний шов, то виникла потреба в виконанні ін'єкційних робіт поліуретановою смолою "ПенеПурФом 1К" (час полімеризації при взаємодії дії з водою 1–4 хвилини) при проведенні герметизації деформаційного шва, що дозволило і надійно гідроізолювати шов, і заповнити його, щоб уникнути скупчення води в шві в процесі експлуатації.

**Для цього:**

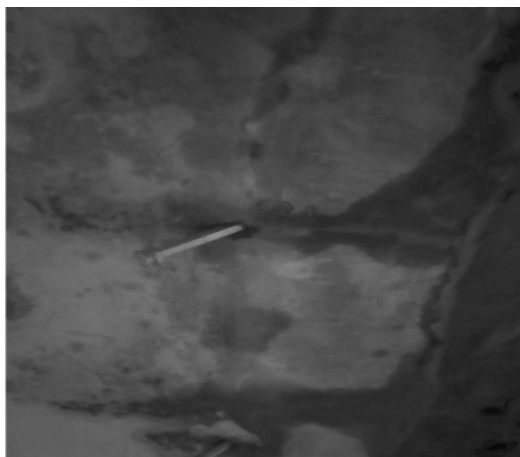
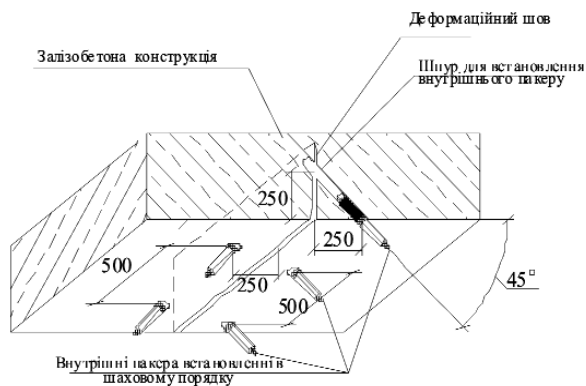
1. Порожнина деформаційного шва на відстань 30 см від краю деформаційного шва, була очищена від заповнювача, яким в нашому випадку, була дерев'яна дошка.

2. Для уникнення протікань води та ін'єкційного матеріалу при виконанні ін'єкційних робіт, гирло деформаційного шва було заповнене швидкоутворюючою сумішшю "ПенеПлаг" (час тужавіння 40 сек-2 хвилини), на відстань 25 мм від краю шва.

3. Були пробурені в шаховому порядку отвори діаметром 14 мм під кутом ~ 45° до поверхні бетону для установки ін'єкторів, відстань між отворами та відступ від краю шва склали 250 мм, в пробурені отвори встановили металеві ін'єктори діаметром 14 мм.

4. Крізь встановленні ін'єктори були проведено нагнітання поліуретанової смолою "ПенеПурФом 1К" в порожнину шва, до тих пір, поки не виникало різке підвищення тиску в системі або тиск довгий час (2-3 хвилини) не підвищувався, або поки ін'єкційна суміш не починала витікати з сусіднього ін'єктора.

**Схема розташування ін'єкційних пакерів для герметизації порожнини деформаційного шву**



**3-й етап. Монтаж гідроізоляційної стрічки Пене Банд С.**



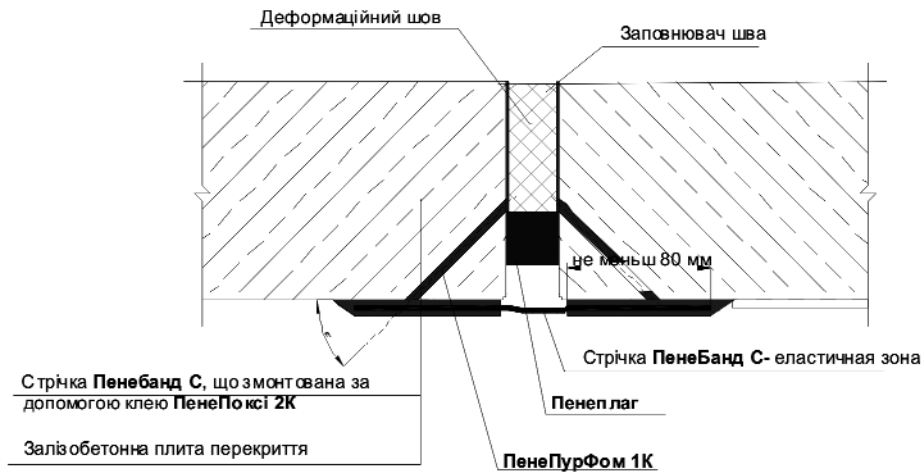
Виконувався через два тижні по завершенню першого етапу.

1. За допомогою торцевої алмазної фрези було проведено шліфування бетонної поверхні в зоні деформаційного шву на відстань 20 см від краю шва, з закругленням кромки деформаційного шва, а також знесення зони деформаційного шву промисловим пиломососом.

2. Для монтажу стрічки "ПенеБанд С" використовувався двокомпонентний клей "ПенеПоксі 2К". Компоненти клею (А і В) змішувалися в співвідношенні А: В = 2: 1 за обсягом протягом 3 хвилин до утворення однорідної маси. Для перемішування використовувався низькообертовий дріль (до 300 об / хв).



**Схема гідроізоляції деформаційного шву з застосуванням системи «ПенеБанд С» (течі крізь деформаційний шов на момент виконання робіт присугні).**



3. Клей наносився на підготовлену суху бетонну поверхню безперервним рівним шаром за допомогою шпателя. Товщина шару клею повинна становила 0,5–1,5 мм, а його ширина з кожного боку шва-80 мм.

4. Монтаж гідроізоляційної стрічки проводився на клей, краї стрічки щільно прокатувалися пластиковим валиком до повного видалення повітря з під них. При цьому клей видавлювався з боків стрічки на 5–7 мм.

5. Краї стрічки зашпаклювалися клеєм, що був видавлений з під них.

6. Для додаткової герметизації спряження стрічки ПенеБанд С та оздоблення стіни, використовувався однокомпонентний поліуретановий герметик ПенеПоксі.

**Станом на 01.02.2019 протікань деформаційного шву не виявлено.**





УДК 699.8;624.191.3

**Н.В. Дмитриева**, к.т.н., доцент,**И.А Муравьева**, старший преподаватель,

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса.

**И.П. Агафонова**, аспирант,

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко

Бендерский политехнический филиал, Молдова

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ЭКРАНОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ИЗВЕСТНЯКА- РАКУШЕЧНИКА

***Аннотация.** В данной статье рассмотрены проблемы влияния технологических параметров штукатурной и мастичной гидроизоляции на капиллярное всасывание обрабатываемой конструкции. Выявлена и обоснована необходимость определения всасывающей характеристики для известняка-ракушечника. Описаны характерные особенности проведенных экспериментов. На основании лабораторных исследований определен показатель интенсивности капиллярного всасывания смоделированной системы "гидроизоляционный экран известняк-ракушечник" в песчаном грунте в зависимости от глубины погружения образцов, гидроизоляционного состава и его толщины.*

***Ключевые слова:** известняк ракушечник, тип гидроизоляции, горизонтальный экран, капиллярное всасывание, грунтовые условия.*

Применение природного камня в возведении зданий малой и средней этажности в современных условиях обусловлено в первую очередь экологическим аспектом и энергоэффективностью.

В Украине и Молдове с учётом экономической эффективности и политикой ресурсосбережения таким природным каменным материалом является известняк ракушечник (котелец). Экономический эффект при строительстве зданий из известняка-ракушечника составляет до 20% уменьшения финансовых затрат, чем при использовании пеноблока и вдвое дешевле кирпичной кладки, так как добыча этого материала осуществляется в этих регионах. Этот немаловажный фактор способствует широкому применению этого материала при возведении зданий.

Одним из факторов влияющим на долговечность конструкции является воздействие влаги. Особенно это актуально для материалов с пористо-капиллярной структурой, например, таких как известняк-ракушечник.

Однако, практика эксплуатации таких зданий показывает, что негативное влияние оказывает грунтовая влага, которая попадает в стену путем капиллярного всасывания из грунта в случае повреждения или отсутствия горизонтальной гидроизоляции или при неправильном устройстве отливки. Нарушения или отказа работы гидроизоляционных экранов — одна из основных причин преждевременного износа конструкций, увеличения расходов на ремонтно-восстановительные работы и ухудшения эксплуатационных свойств здания в целом.

Поэтому исследования, посвященные поиску оптимальных решений гидроизоляционных экранов для борьбы с капиллярным подсосом зданий из известняка ракушечника актуальны.

Вопросами изучения физико-механических свойств камня известняка ракушечника занимались такие авторы как Комышев А. В., Еременок П. Л., Измайлов Ю. В., Фигаров А. Г., Оруджев Ф. М., Турсунов Н. Т. Шербина С.Н.[1-3] и др.

Вопросам защиты конструкций подземной части зданий и устройства гидроизоляции посвящены труды С.Н. Алексеева, В.О. Афанасьева, В.И. Бабушкина, В.В. Бойко, Ю.М. Баженова, Д.Ф. Гончаренко, Шилина А.А., Лукинского О.А., Хоменко В.П., Леоновича С.Н., Карапузова Е.К., Соха В.Г., Меньлюк А.И., Дмитриева Н.В. и др.

Разнообразные гидрологические и влажностные условия эксплуатации, конструктивные особенности зданий (сооружений) требуют практически к каждому конкретному объекту индивидуального проектного решения и выбора соответствующих материалов и технологий.

На сегодняшний день технологии устройства горизонтальных гидроизоляционных экранов для защиты конструкций из известняка-ракушечника условно можно разделить на следующие группы: жесткая; окрасочная; штукатурная; оклеечная; инъекционная; гидроизоляция проникающего действия [1, 4].

Каждая из перечисленных видов гидроизоляции имеет свои преимущества и недостатки.

В сейсмических районах гидроизоляцию выполняют из обычного цементного раствора состава 1:2 согласно ДБН 1.1-12:2014 "Будівництво у сейсмічних районах України" и СНиП ПМР 23-02-2009 "Строительство в сейсмических районах" или из раствора с уплотняющими добавками — для исключения возможной подвижки фундаментов в плоскости обреза. Не рекомендуется применение рулонной гидроизоляции или пленок.

При этом все равно возникают проблемы связанные с разрушениями целостности гидроизоляционной защиты и зачастую они связаны с рядом причин: низкое качество материала для гидроизоляции; неграмотная выполнен горизонтальный гидроизоляционный экран; нарушение температурного режима при выполнении экранов; появление трещин из-за перепадов температур на фоне некачественного экрана; нарушение технологий при возведении конструкций фундамента.

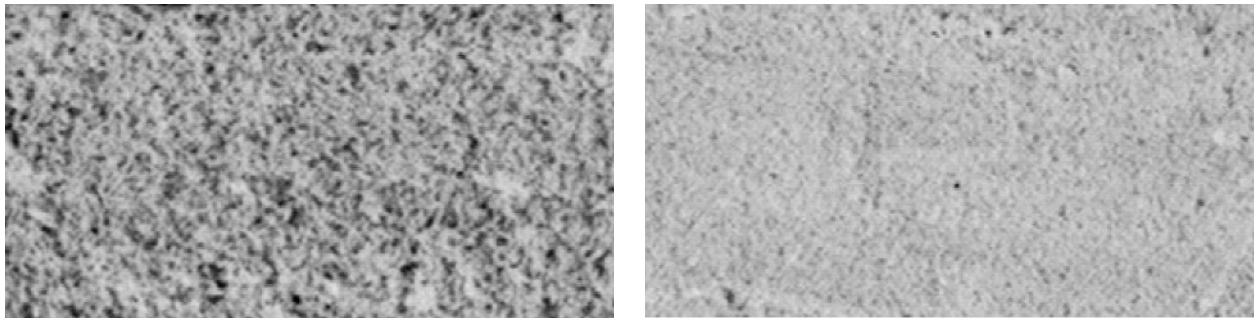


Рис.1. Структура образцов: а) Ильинского месторождения ; б) Григориопольского карьера

Главный акцент в данной работе, сделан на исследование эффективности горизонтальных гидроизоляционных экранов при использовании сухих полимерных штукатурных составов в зависимости от интенсивности капиллярного подсоса.

Эксперимент проводился с использованием образцов известняка-ракушечника Ильинского месторождения (Одесская область, Украина) и Григориопольского карьера (Молдова). В планировании эксперимента были приняты ряд условных обозначений: название месторождения известняка-ракушечника: Одесское – А; Григориопольское – Б; тип горизонтального гидроизоляционного экран: Х1 – сухая смесь "Гидрозит BS" с добавлением 25% песка, Х2, – цементно-песчаный раствор (1:2) с добавлением гидрофобной добавки "Sika 1" в количестве 5%. Показатель толщины слоя цементно-песчаного раствора варьировался 5мм, 7мм, 9мм. Показатель толщины слоя сухая смесь "Гидрозит BS" варьировался 2мм, 3мм, 4мм. Для сравнения были изготовлены контрольные образцы (КО) из цементно-песчаного раствора (1:2). Образцы Б отличаются прочностными характеристиками (М35) и макроструктурой от образцов А – марка по прочности М15. Структура материалов приведена на рис. 1.

Гидроизоляционную смесь из сухих порошков готовили путем постепенного их добавления в воду, постоянно перемешивая, до образования вязкой массы, которую наносили шпателем на поверхность бетонного кубика. Время перемешивания и время технологических перерывов между нанесением последующих слоев соблюдалось, согласно инструкциям производителей [5,6].

Для определения эффективности гидроизоляционных экранов капиллярному воздействию проводились испытания, гидрофобизованных образцов, изготовленных в виде кубиков размерами 10x10x10см, на интенсивность капиллярного всасывания по следующей методике. Образцы, выдержанные в течении 30 суток после приготовления, погружались в емкость с водой на дне, которой располагалась металлическая решетка с размерами ячеек 10 x10 мм так, чтобы их нижняя грань соприкасалась с поверхностью воды. Глубина погружения образцов варьировалась 5мм, 10мм и 15мм. Определение количества воды поглощённого образцом фиксировалось взвешиванием через различные промежутки времени (1мин, 3мин, 5мин, 10 мин, 15 мин, 30 мин, 1 ч; 3ч; 6ч; 24 ч) как показано на рис.2.

На основании результатов испытаний построены графики (рис.3) зависимости интенсивности капиллярного всасывания от глубины погружения и растворов для устройства гидроизоляционных экранов. Как видно из графика при введении 5% гидрофобной добавки "Sika 1" в цементно-песчаный раствор (Х2) капиллярное всасывание воды в течение 24 часов уменьшается в 10-17 раз, а исследование раствора на основе Гидрозита показывает уменьшение в 3-7 раз. Глубина погружения образцов Х1 и Х2 никак не отразилась на показателях интенсивности капиллярного всасывания в отличие от гидроизоляционного экрана из цементно-песчаного раствора 1:2.

Интенсивность капиллярного всасывания контрольных образцов (КО) при глубине погружения 15мм по сравнению с показателями при глубине 5мм увеличивается приблизительно в 2 раза.



Рис. 2. Испытание образцов на капиллярное всасывание

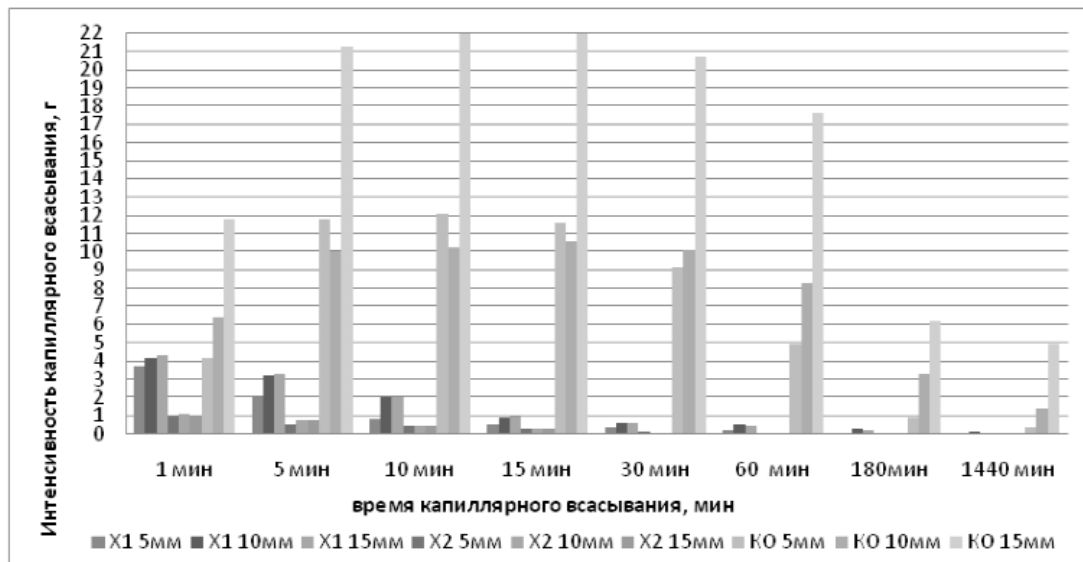


Рис.3. График интенсивность капиллярного всасывания в зависимости от глубины погружения и гидроизоляционного экрана

Следующий этап эксперимента заключался в моделирование устройства горизонтальной гидроизоляции при каменной кладке из известняка ракушечника с цоколем (высотой 50мм) и без него в песчаных грунтах (рис.4).

Моделью фундамента послужили бетонные кубики размерами 100x100x100мм, изготовленные из бетона класса В20, боковые поверхности, которых были обработаны битумной мастикой BAUGUT в 2 слоя.

Исследовались явление капиллярного всасывания на камне известняке-ракушечнике двух месторождений. Образцы камня, размерами 100x100x100мм были уложены на гидроизоляционный материал. Материал наносился согласно плана эксперимента, в один, два и три слоя на сухую и влажную поверхность образца. Чтобы предотвратить пропуски при нанесении, направление нанесения каждого последующего слоя осуществлялось в

направлении, перпендикулярном направлению предыдущего слоя. Каждый последующий слой наносился только после высыхания предыдущего. По истечении 14 суток модели были погружены в контейнер с песком на глубину 50мм и 100мм, тем самым моделирую грунтовые условия.

Грунт периодически увлажнялся, и на протяжении нескольких суток через определенное количество времени наблюдали за поднятием уровня воды, результаты которого отображены на диаграммах рис. 5-8.

Как видно из диаграммы за 1 час подъем воды на 0,5см показали образцы горизонтальный гидроизоляционный экран, которых выполнен из цементно-песчаного раствора толщиной слоя — 2см, также этому образцу соответствует максимальное значение высоты подъема воды (1,8см) по истечении 45 суток. Минимальная высота подъема воды (0,3см) характерна для образцов с гидроизоляционным экраном X2



Рис. 4. а) модель горизонтального экрана в мелкозернистом песке



Рис.4.б) модель горизонтального экрана в крупнозернистом песке

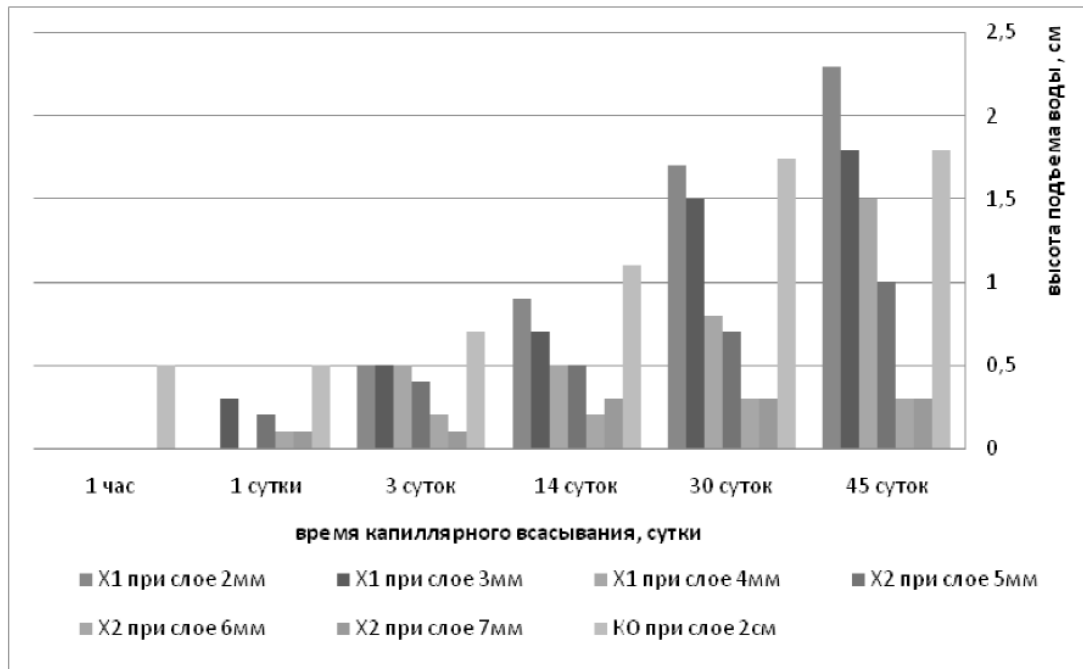


Рис.5 График зависимости высоты подъема воды моделей А в песчаных условиях от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при глубине погружения 100мм

(из цементно-песчаного раствора с 5-ти % гидрофобной добавкой "Sika 1") и толщиной слоя 0,6см и 0,7см. У этих образцов с 14-х суток наблюдается стабильность высоты подъема воды, которая равна 0,3см. Все остальные гидроизоляционные экраны не показали эффективной защиты от капиллярной влаги. Высота подъема воды на третьи сутки превысила толщину экранов.

Существенное влияние на динамику капиллярного всасывания оказывает пористость материала и направленность слоев камня относительно поверхности раствора и состава последнего [2].

Характер подъема воды в течение первого часа моделей Б идентичен моделям А. Отличием является высота подъема воды, которая на 3-5мм меньше. Образцы с гидроизоляционным экраном Х2 толщиной 0,7см в течение суток показали высоту подъема воды 0,1см, которая оставалась не измена в течение всего исследуемого периода.

Стоит отметить, что все образцы Х2 и КО в течение исследуемого времени (45 суток) показали подъем воды только в толще гидроизоляционного экрана. Гидроизоляционный экран Х1 как на моделях А, так и на моделях Б, показал наихудшие резу-

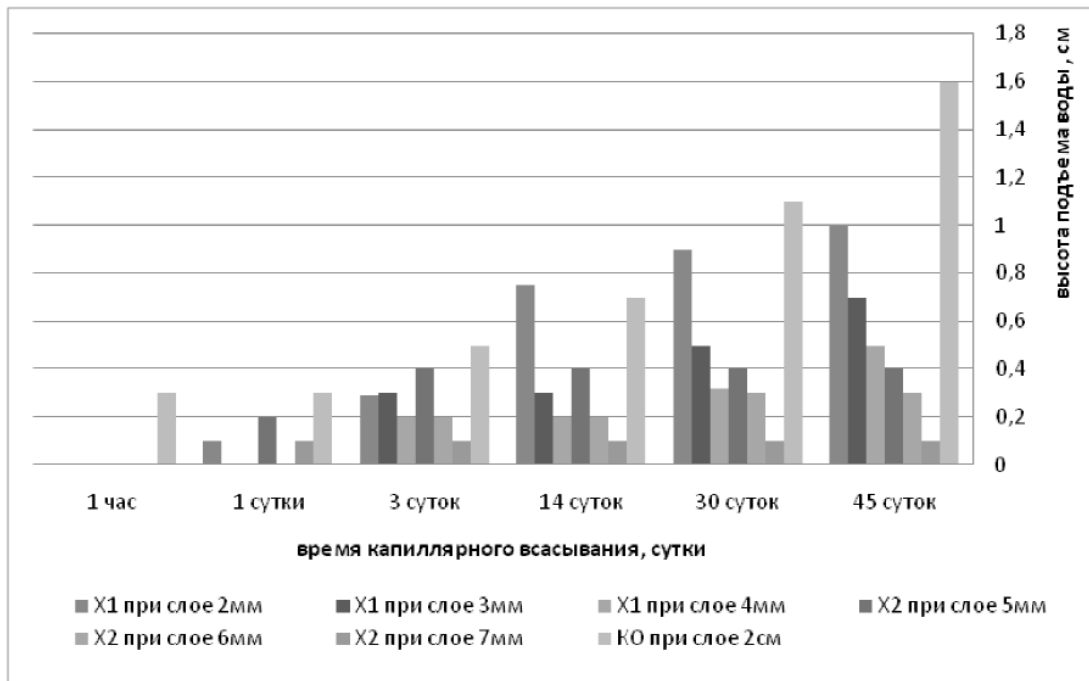


Рис.6 График зависимости высоты подъема воды моделей Б в песчаных условиях от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при глубине погружения 100мм

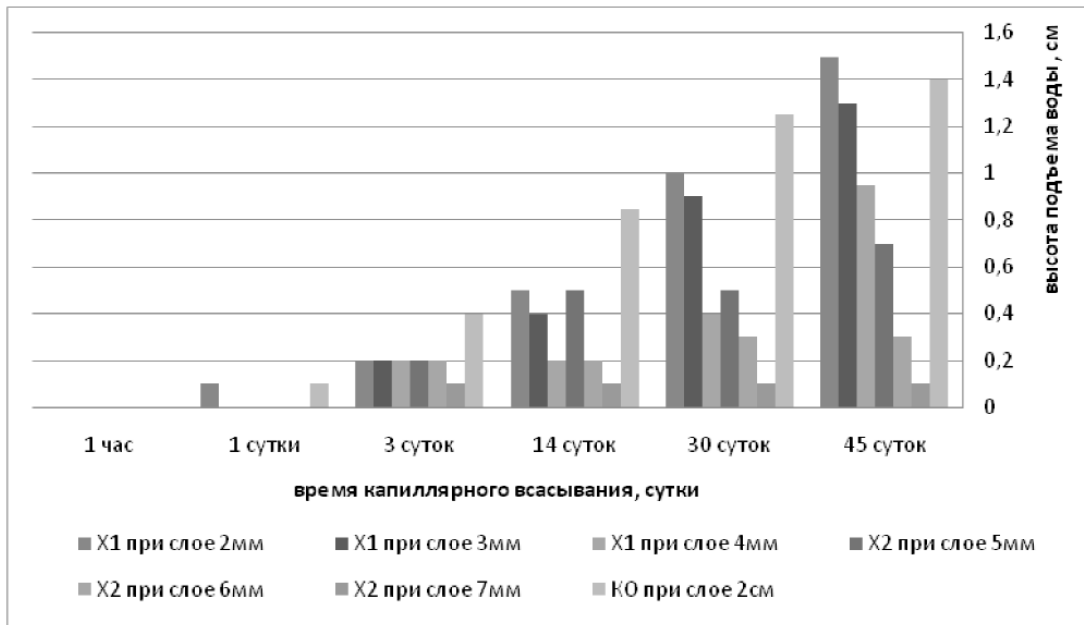


Рис.7 График зависимости высоты подъема воды моделей А от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при погружении в песчаный грунт на 50мм

льтаты. Вода прошла толщю гидроизоляционных экранов: при толщине 2 мм на третьи сутки; при толщине 3мм – 30 суток; 4мм – на 45 суток.

Это можно объяснить, что при равных условиях менее интенсивное капиллярное всасывание характерно моделям Б, так как пористость моделей А составляет 53%, а моделей Б – 29%.

Как видно из графиков (рис.7-8), отказ работы гидроизоляционного экрана Х1 толщиной 2мм и 3 мм происходит на 14 сутки.

Вне зависимости от вида модели достаточно высоким сопротивлением капиллярному всасыванию обладает гидроизоляционный экран Х2 толщиной 7мм, так как у моделей А и Б наблюдаются минимальные или нулевые показатели высоты подъема воды при глубине погружения образцов на 50мм. За исследуемое время кривая депрессии капиллярного потока из песчаного грунта в тело образцов (Х2, КО и

Х1 толщиной 4мм) не достигла критической границы гидроизоляционного экрана.

Моделирование возведения ограждающих конструкций здания из известняка ракушечника на бетоном цоколе (глубина погружения образцов на 50мм) показало уменьшение интенсивности подъема воды в среднем на 40% по сравнению с условиями погружения образцов на глубину 100мм.

Результаты варьирования количества слоев гидроизоляционных экранов следующие. Достаточная эффективность гидроизоляционного экрана Х1 на протяжении 45 суток достигается на модели А при нанесении 3-х слоев толщиной 4 мм, на модели Б при нанесении 3-х слоев толщиной 3мм и 4 мм, при погружении как на 50мм так и на 100мм.

Увеличение количества слоев гидроизоляционного экрана Х2 до двух слоев толщиной 5мм и 6мм обеспечивает барьер капиллярному потоку на протя-

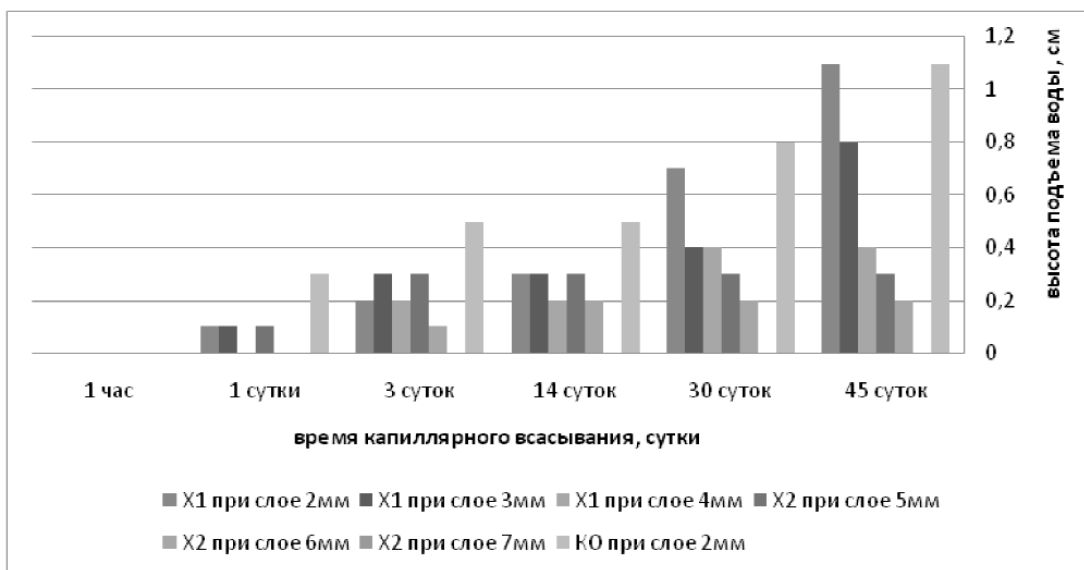


Рис.8 График зависимости высоты подъема воды моделей Б от типа гидроизоляционного экрана и его толщины при погружении в песчаный грунт на 50мм.

жени 45сутков. При этом, как ранее было отмечено, что этот же гидроизоляционный экран толщиной 0,7см в один слой также обеспечивает защиту.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что на интенсивность капиллярного всасывания песчаных грунтовых условиях оказывает влияние структура известняка-ракушечника, высота погружения образцов в грунт и типы гидроизоляционных экранов.

Понижению интенсивности капиллярного всасывания способствует устройство горизонтальных гидроизоляционных экранов.

Наиболее эффективным гидроизоляционным экраном, приемлемым для песчаных условий, как для глубины размещения образцов на 100мм так и на 50мм, является цементно-песчаный раствор с 5-ти % гидрофобной добавкой "Sika 1" (от массы цемента), устраиваемый толщиной 7мм.

#### Литература

1. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений / Зарубина Л.П.- Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011-54с.
2. Поляков С.В. Каменная кладка из тильных известняков / Поляков С.В., Измайлов Ю.В., Коноводченко В.И., Оруджев Ф.М., Поляков Н.Д./Кишинев, 1973.
3. Щербина С.Н. Влияние капиллярного всасывания влаги и её испарения на влагосодержание стен зданий / Щербина С.Н., Броник О.Н., Стерник Т.Н., Данченко Г.А.// Вісник ОДАБА №32, Одеса 2008.
4. Дмитрієва Н.В. Анализ инновационных методов восстановления гидроизоляции конструкций из известняка-ракушечника / Дмитрієва Н.В., Гострик А.О. // Вісник ОДАБА №62 Одеса, 2015. — С.111-116.
5. Добавки в бетон Sika Украина [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://ukr.sika.com/ru/solutions\\_products/02/02a024/02a024sa004.html](https://ukr.sika.com/ru/solutions_products/02/02a024/02a024sa004.html)
6. Штукатурная гидроизоляционная смесь Гидрозит [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://gidrozit.com.ua/sukhie-smesi/product/view/1/21.html>

#### References

1. . Zarubina L.P. Gidroizolyatsiya konstruksiy, zdaniy i sooruzheniy / Zarubina L.P.- Sankt-Peterburg : BKhV-Peterburg. 2011-54s.
2. Polyakov S.V. Kamennaya kladka iz pilnykh izvestnyakov / Polyakov S.V., Izmaylov Yu.V., Konovodchenko V.I., Orudzhev F.M., Polyakov N.D./Kishinev. 1973.
3. Shcherbina S.N. Vliyaniye kapillyarnogo vsasyvaniya vlagi i eye ispareniya na vlagosoderzhaniye sten zdaniy / Shcherbina S.N., Bronik O.N., Sternik T.N., Danchenko G.A.// Visnik ODABA №32. Odesa 2008.
4. Dmitrieva N.V. Analiz innovatsionnykh metodov vosstanovleniya gidroizolyatsii konstruksiy iz izvestnyaka-rakushechnika / Dmitrieva N.V., Gostrik A.O. // Visnik ODABA №62 Odesa. 2015. — S.111-116.
5. Dobavki v beton Sika Ukraina [Elektronnyiy resurs]. — Rezhim dostupa: [https://ukr.sika.com/ru/solutions\\_products/02/02a024/02a024sa004.html](https://ukr.sika.com/ru/solutions_products/02/02a024/02a024sa004.html)
6. Shtukaturnaya gidroizolyatsionnaya smes Gidrozit [Elektronnyiy resurs]. — Rezhim dostupa: <http://gidrozit.com.ua/sukhie-smesi/product/view/1/21.html>

Н.В. Дмитрієва, І.О. Муравьова, І.П. Агафонова

### ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИХ ЕКРАНІВ КОНСТРУКЦІЙ З ВАПНЯКУ-ЧЕРЕПАШНИКУ

**Анотація.** У даній статті розглянуті проблеми впливу технологічних параметрів штукатурної і мастичної гідроізоляції на капілярне всмоктування обробленої конструкції. Виявлено та обґрунтовано необхідність визначення усмоктувальної характеристики для вапняку-черепашику. Описано характерні особливості проведених експериментів. На підставі лабораторних досліджень визначено показник інтенсивності капілярного всмоктування змодельованої системи "гідроізоляційний екран вапняк-черепашик" в піщаному ґрунті в залежності від глибини занурення зразків, гідроізоляційного складу і його товщини.

**Ключеві слова:** вапняк черепашик, тип гідроізоляції, горизонтальний екран, капілярне всмоктування, ґрунтові умови

N. V. Dmitrieva, I. A. Muraviova, I. P. Agafonova

### PERSPECTIVES OF IMPROVING THE EFFICIENCY OF HYDROIZOLYATIC SCREENS OF CONSTRUCTIONS FROM SHELL-LIMESTONE

**Abstract.** In this article problems of influence of technological parameters of plaster and mastic waterproofing on capillary absorption of the processed structure are considered. The necessity of the determination of the suction characteristic for the shell-limestone was determined and substantiated. The characteristic features of the experiments carried out are described. On the basis of laboratory research, an indicator of the intensity of capillary absorption of the simulated system "waterproof screen limestone-shell" in the sandy soil, depending on the depth of immersion of the samples, the waterproofing composition and its thickness, was determined.

**Key words:** shell rock limestone, type of waterproofing, horizontal screen, capillary suction, ground conditions

УДК 624.13;826/627

**И.В. Шумаков**, доктор технических наук, профессор,

заведующий кафедрой технологии строительного производства;

**Ю.В. Фурсов**, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры зданий

и сооружений и дизайна архитектурной среды;

**О.А. Гринчук**, аспирант;**И.И. Ляхов**, аспирант;

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, г. Харьков

## К ВОПРОСУ О НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДРЕНАЖЕЙ

***Аннотация.** Изложены результаты обследований дренажных систем по параметрам надежности, экспериментальных исследований прочностных и фильтрующих характеристик дренажных труб из полимерных материалов. Приведены данные с учетом длительной эксплуатации дренажа подобного типа. Определены методологические закономерности и построены многофакторные модели влияния факторов на параметры продолжительности и трудоемкости работ по устройству дренажей из полимерно-волокнистых труб.*

***Ключевые слова:** инженерная подготовка, дренаж, полимерные трубофильтры, качество.*

**Постановка проблемы.** Инженерная защита зданий и сооружений от подтопления предусматривает устройство дренажных систем, надежность эксплуатации которой во многом обеспечивает продолжение жизненного цикла объекта. Интенсивность исследований в данном проблемном поле за последние годы свидетельствуют о том, что процессы подтопления территорий имеют необратимый характер и динамично прогрессируют [1].

Большинство причин этих процессов связано с неблагоприятными техногенными воздействиями, среди которых: зарегулированность рек и ручьев, приводящая к снижению скорости стока, кольматации и уменьшению дренирующей способности русла; барражный эффект; нарушение поверхностного стока; увеличивающиеся потери водонесущих городских коммуникаций; конденсационные процессы в зоне аэрации из-за асфальтных покрытий и увеличения площади застройки; нерегулируемый полив зеленых насаждений, увеличивающий питание грунтовых вод. Процессы подтопления являются комплексным, поэтому к последствиям природно-техногенного характера следует добавить снижение надежности функционирования дренажных систем из-за различных дефектов и повреждений, появившихся на разных этапах их жизненного цикла. В инженерной практике преобладают дефекты и повреждения горизонтальных дренажных систем зданий. При проектировании встречается использование результатов опытных и изыскательских работ недостаточных объемов, ошибки расчетов и выбора конструкций дренажа, фильтрующих материалов, схем дренирования.

### **Анализ последних исследований и публикаций.**

В последние десятилетия интенсивно развивается уплотнительная городская застройка с осуществлением комплекса мероприятий по инженерной подготовке территорий. Тематика защиты от подземных вод нашла отражение в работах С.К. Абрамова [2, 3], Г.И. Клиориной [4], Г. Г. Стрижельчика [5], В.И. Миронова [6], Ф.Ф. Беглова [7], R.K. Rowe [10], M. Brune [11], V. Pedroso [12]. Исследователи затрагивают проблемы регулирования подземных и по-

верхностных вод — основного динамического фактора геологической среды. Проведенные исследования упомянутых авторов комплексно отражают затронутую проблематику, но в настоящее время нет научного обоснования возможности применения "идеальных дрен", в частности, по группе полимерных трубофильтров. Не исследованы также фильтрационные характеристики полимерных трубофильтров, нет данных об их изменении в результате длительной эксплуатации на реальных объектах, не выполнялось научно обоснованное прогнозирование параметров технологического процесса устройства дренажей из полимерных труб.

**Цель статьи:** исследование факторов воздействия на параметры технологического процесса устройства трубных дренажей и прогнозирование параметров продолжительности, трудоемкости, фильтрационных характеристик дренажных трубофильтров из полимерных материалов.

**Изложение основного материала.** Площади естественного и техногенного подтопления в отдельные периоды охватывают до 12% территории Украины. По данным экспертов количество городов и населенных пунктов Украины, где наблюдались стойкие проявления подтопления за период 1991–2014 гг. возросло до 785, а общая площадь подтопленных территорий в этих городах и населенных пунктах постоянно увеличивается [1, 5].

Устройству дренажных систем часто сопутствуют отклонения фракций, низкое качество фильтрующего материала, его засорение; несоблюдение профиля обсыпки; дефекты изготовления дренажных элементов; механические повреждения элементов при транспортировке, складировании и монтаже; несоблюдение технологии заделки стыков; несоблюдение проектных уклонов; замена грунта обратной засыпки.

К природным воздействиям можно отнести динамику гидрогеологической ситуации территории дренирования; просадки грунта с негативными изменениями уклонов и с последующим разрушением стыков и горизонтальных дрен; снижение проницаемости при уплотнении грунта; засорение дрен корневыми тканями; химическую коррозию; естествен-

ный износ элементов дренажной системы.

Повышению надежности работы дренажей способствуют учет и прогнозирование параметров эксплуатируемых зданий, расположенных поблизости, особенно при уплотнительной застройке; разработка и применение проектов производства работ и технологических регламентов дренажа; соблюдение периодичности технических осмотров, очистки, промывки, зимнего утепления выпусков и колодцев.

Организационные и технологические решения проекта производства работ (ППР) не всегда базируются на современных методах выполнения работ, причем основные технологические операции, механизация и трудовые ресурсы зачастую не оптимизируются. Отсутствие или халатное выполнение функций входного, операционного и приемочного контроля оказывает негативное воздействие на соблюдение проектных решений при выполнении работ.

Рассмотрим некоторые характерные ситуации при устройстве дренажных систем. Отступления от технологии устройства дренажа возникают при проведении земляных работ — важна устойчивость откосов, особенно если они почти вертикальны и не закреплены: вероятны сползания части откосов в щебеноч-

ный массив обсыпки дренажа с засорением грунтом фильтрующего материала. В данной ситуации обязательны: выемка части уложенного засоренного щебеночного материала; проведение работ по уменьшению крутизны откоса; промывка засоренного щебня с повторным использованием (рис. 1).

Укладка и выравнивание фильтрующих материалов по оси горизонтального дренажа предусматривает выполнение слоев обсыпки по заданным размерам и толщинам, а качество таких работ обеспечивает стабильность параметров фильтрации. Но если песчаную призму можно лабораторно протестировать (гранулометрический состав, коэффициент фильтрации), то толщину слоя обсыпки контролируют мерным шаблоном. При этом часто таким методом пренебрегают, ссылаясь на резерв надежности применяемых импортных труб, геотекстиля и т.д. (рис. 2). Как видно из примера, ни по оси дрен, ни по высоте обсыпки нет соответствия существующим нормам (коэффициент неоднородности обсыпки не более 10).

Дефекты дренажа также связаны с использованием ненормируемых материалов в качестве обратной засыпки (строительный мусор, гранотсев), что способствует засорению и кольматации фильтрующей обсыпки (рис. 3).

Один из естественных факторов, влияющих на нарушение гидравлического режима в дренах, связан с проникновением корневых тканей в полость труб (рис. 4).

С учетом того, что описанные и другие подобные ситуации влияют на эффективность функционирования дренажей, возникает потребность в новых конструктивных решениях, способных уменьшать такое влияние. В частности, перспективным является применение трубофильтров из полимерно-волоконистых материалов (ПВМ) с высокой водопроницаемостью, низким гидравлическим сопротивлением, высокой степенью регенерации и экологичности; регулируемым изменением пористости фильтрующего элемента. Наблюдения за образцами ПВМ-трубофильтров, которые эксплуатировались более 10 лет, показали снижение показателя фильтрации на 7 % (рис. 5).



Рис. 1. Засорение грунтом фильтрующей обсыпки



Рис. 2. Технологические нарушения при формировании щебеночной фильтрующей обсыпки с обертыванием геотекстилем





Рис. 3. Попадание ненормируемых материалов в грунт обратной засыпки

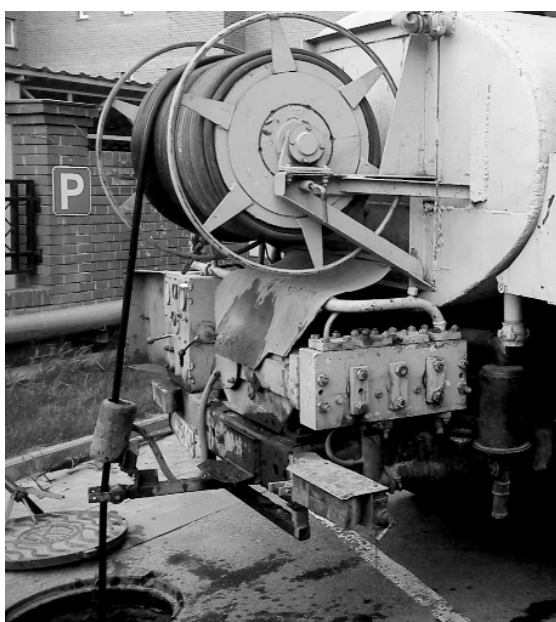


Рис. 4. Прочистка засоренной корневыми тканями дренажной трубы



Рис. 5. Образцы ПВМ-трубофильтров после 10-летней эксплуатации

На основании проведенного анализа влияния различных факторов на параметры технологического процесса устройства строительных дренажей из ПВМ-трубофильтров было предложено построить модели продолжительности, и удельной трудоемкости работ в зависимости от факторов: степень совмещения работ, влажность грунта, стесненность стройплощадки, площадь дренирования, качество подготовки ложа, уровень механизации работ, сезонность и

атмосферные условия, показатель ожидания конструкций перед монтажом, оборачиваемость складских площадей, обеспеченность процесса выверочными приспособлениями. Методика разработки модели — исследование влияния изменения изучаемого результирующего фактора  $Y$  в ответ на изменение определяющих его факторных признаков  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ). В результате были получены такие зависимости (рис. 6):

**Многофакторная регрессионная модель зависимости продолжительности дренажных работ (Т) от влияющих организационно-технологических факторов**

**Расчетные значения конечной модели**

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика (Стьюдента)	P-Значение	Доверительные интервалы	
					Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	-128.902	90.089	-1.431	0.1830	-329.633	71.829
X2	106.262	16.032	6.628	0.0001	70.540	141.984
X9	-169.199	50.314	-3.363	0.0072	-281.306	-57.093
X11	305.038	61.029	4.998	0.0005	169.058	441.019



**Итоговые значения параметров модели при пошаговом исключении переменных**

Модель:			
$\hat{y}_i = -128,9 + 106,3x_2 - 169,2x_9 + 305,04x_{11}$			
Коэффициент множественной корреляции R	Коэфф. детерминации $R^2$	Критерий Фишера (F-критерий)	Стандартная ошибка аппроксимации
0.983	0.967	96,26 > (F <sub>табл</sub> =3,71)	5,9

X2 - влажность грунта в условиях производства работ;  
 X9 - соотношение угла откоса к глубине заложения;  
 X11- степень обеспеченности процесса выверочными приспособлениями

а)

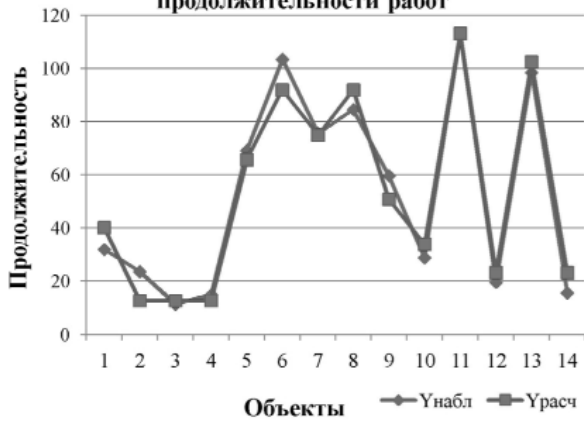
Рис. 6. Результаты моделирования параметров продолжительности (а) и удельной трудоемкости (б) работ

**Многофакторная регрессионная модель зависимости продолжительности дренажных работ (Г) от влияющих организационно-технологических факторов**

**Расчетные значения конечной модели**

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика (Стьюдента)	P-Значение	Доверительные интервалы	
					Нижние 95%	Верхние 95%
Y-пересечение	-128.902	90.089	-1.431	0.1830	-329.633	71.829
X2	106.262	16.032	6.628	0.0001	70.540	141.984
X9	-169.199	50.314	-3.363	0.0072	-281.306	-57.093
X11	305.038	61.029	4.998	0.0005	169.058	441.019

**График экспериментальных и расчетных данных по продолжительности работ**



**Итоговые значения параметров модели при пошаговом исключении переменных**

Модель:			
$\hat{y}_i = -128,9 + 106,3x_2 - 169,2x_9 + 305,04x_{11}$			
Коэффициент множественной корреляции R	Коэфф. детерминации и R <sup>2</sup>	Критерий Фишера (F-критерий)	Стандартная ошибка аппроксимации
0.983	0.967	96,26 > (F <sub>табл</sub> =3,71)	5,9

X2 - влажность грунта в условиях производства работ;  
 X9 - соотношение угла откоса к глубине заложения;  
 X11- степень обеспеченности процесса выверочными приспособлениями

б)

Рис. 6. Результаты моделирования параметров продолжительности (а) и удельной трудоемкости (б) работ

**Выводы:**

Эффективность работы дренажа во многом зависит от организационно-технологических и конструктивных решений, способствующих повышению надежности. Исследованы характерные дефекты и повреждения дренажей, возникающие на разных стадиях производства работ и эксплуатации. Для повышения долговечности функционирования дренаж-

ных систем предложено использовать ПВМ-трубофильтры. Получены данные о незначительном снижении их эксплуатационных показателей после 10 лет эксплуатации. Выполнено моделирование технологических параметров процесса устройства дренажей из полимерно-волоконистых труб. Получены зависимости, отражающие влияние доминирующих факторов на продолжительность и удельную трудоемкость работ.

**Литература**

1. Правила експлуатації споруд інженерного захисту територій населених пунктів від підтоплення : затверджено наказом Мінрегіонбуд України №23 від 16.01.2012 / Офіційний вісник України. — Київ : ДП "Українська правова інформація", 2012. — № 13. — С. 117.
2. Абрамов С.К. Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве / С.К. Абрамов: Изд. 3-е, перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1973. — 280 с.
3. Дренаж промышленных площадок и городских территорий / С.К. Абрамов, Л.Р. Найфельд, О.Б. Скиргелло; ред. С.К. Абрамов. — М.: Гос. изд-во лит. по стр-ву и архитектуре, 1954. — 426 с.
4. Клиорина Г.И. Дренаж территории на стройке / Г.И. Клиорина. — СПб.: СПбГАСУ, 2006. — 207 с.
5. Подтопление в населенных пунктах Харьковской области / Г.Г. Стрижельчик, Ю.П. Соколов, И.А. Гольдфельд и др.; под ред. В.Я. Шевчук. — Х., 2003. — 160 с.
6. Миронов В.И. Технология и механизация дренажных работ в зоне орошения / В.И. Миронов. — Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2002. — 120 с.
7. Беглов Ф.Ф. Исследование технологии строительства закрытого горизонтального дренажа в зоне орошения и разработка мероприятий по ее совершенствованию: монография / Ф.Ф. Беглов. — Ташкент, 2012. — 252 с.
8. Хильмер Клаус. Повреждение подземных конструкций: пер. с нем. / Клаус Хильмер; под общ. ред. А.И. Маркова. — Запорожье: ООО "ИПО Запоріжжя", ООО "Настрой", 2009. — 408 с.

9. Шумаков И.В. Организационно-технологическая подготовка устройства дренажных систем зданий : аспект качества работ / И.В. Шумаков, В.В. Обухов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород : Белгородск. гос. технолог. ун-в. (БГТУ) им. В. Г. Шухова. – № 2. – 2013. – С. 29-34.
10. Rowe, R.K and VanGulck, J.F. (2004) "Filtering and drainage of contaminated water", Keynote Lecture, 4th International Conference on GeoFilters, Stellenbosch, South Africa, October, University of Witwatersrand, A.Fourie (Ed), pp.1-63.
11. Brune, M., Ramke, H.G., Collins, H., and Hanert, H.H. (1991) "Incrustations process in drainage systems of sanitary landfills". Proc. 3rd International Landfill Symposium, Cagliari, Italy, Pp. 999-1035.
12. Pedroso, V. M. R. "Manual dos sistemas prediais de distribuimmo e drenagem de fguas". 31 Edisso. Lisboa : Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, 2007, 140 p.

#### References

1. Pravy`la ekspluatatsiyi sporud inzhenerenogo zaxy`stu tery`torij naseleny`x punktiv vid pidtoplennya : zatverdzenno naka-zom Minregionbud Ukrainy` #23 vid 16.01.2012 / Oficijny`j visny`k Ukrayiny`. – Ky`yiv : DP «Ukrayins`ka pravova infor-matsiya», 2012. – # 13. – S. 117.
2. Abramov S.K. Podzemnye drenazhy` v promyshlennom y` gorodskom stroy`tel`stve / S.K. Abramov: Y`zd. 3-e, pererab. y` dop. – M.: Strojy`zdat, 1973. – 280 s.
3. Drenazh promyshlenny`x ploshhadok y` gorodskiy`x terry`tory`j / S.K. Abramov, L.R. Najfel`d, O.B. Sky`rgello; red. S.K. Abramov. – M.: Gos. y`zd-vo ly`t. po str-vu y` arxy`tekture, 1954. – 426 s.
4. Kly`ory`na G.Y. Drenazh terry`tory`y` nastrojky` / G.Y. Kly`ory`na. – SPb. : SPbGASU, 2006. – 207 s.
5. Podtoplenny`e v naselenny`x punktax Xar`kovskoj oblasti` / G.G. Stry`zhel`chuy`k, Yu.P. Sokolov, Y`A. Gol`dfel`d y` dr.; pod red. V.Ya. Shevchuk. – X., 2003. – 160 s.
6. My`ronov V.Y. Texnologiy`ya y` mexany`zacy`ya drenazhny`x rabot v zone orosheny`ya / V.Y. My`ronov. – Rostov n/D : Y`zd-vo SKNCz VSh, 2002. – 120 s.
7. Beglov F.F. Y`ssledovany`e texnologiy`y` stroy`tel`stva zakry`togo gory`zontal`nogo drenazha v zone orosheny`ya y` razrabot-ka meropry`yaty`j po ee sovershenstvovany`yu : monografy`ya / F.F. Beglov. – Tashkent, 2012. – 252 s.
8. Xy`l`mer Klaus. Povrezhdeny`e podzemny`x konstruksiy`j : per. s nem. / Klaus Xy`l`mer; pod obshh. red. A.Y. Markova. – Zaporozh`e : OOO «Y`PO Zaporizhzhya», OOO «Nastroj», 2009. – 408 s.
9. Shumakov Y.V. Organizatsionno-tekhnologicheskaya podgotovka ustrojstva drenazhny`x sy`stem zdany`j : aspekt kachestva rabot / Y.V. Shumakov, V.V. Obuxov // Vestny`k BGTU y`m. V. G. Shuxova. – Belgorod : Belgorodsk. gos. texnolog. uny`v. (BGTU) y`m. V. G. Shuxova. – # 2. – 2013. – S. 29-34.

**И.В. Шумаков,  
Ю.В. Фурсов,  
О.А. Гринчук,  
И.И. Ляхов,**

#### ДО ПИТАННЯ ПРО НАДІЙНОСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ДРЕНАЖІВ

*Анотація. Викладено результати обстежень дренажних систем щодо їх надійності, експериментальних досліджень міцності і фільтруючих характеристик дренажних труб з полімерних матеріалів. Наведено дані з урахуванням тривалої експлуатації дренажу подібного типу. Визначено методологічні закономірності та побудовано багатofакторні моделі впливу факторів на параметри тривалості і трудомісткості робіт з улаштування дренажів з полімерно-волокнистих труб.*

*Ключові слова: інженерна підготовка, дренаж, полімерні трубофільтри, якість.*

**Y.V. Shumakov,  
Yu.V. Fursov,  
O.A. Grynchuk,  
Y.Y. Lyahov**

#### TO THE QUESTION OF RELIABILITY OF FUNCTIONING CONSTRUCTION DRAINAGE

*Abstract. The article shows the results of surveys of drainage systems on the reliability parameters, experimental studies of the strength and filtering characteristics of drainage pipes made of polymeric materials. The data are given taking into account the long-term operation of this type of drainage. Identified methodological regularities and multifactor models of the influence of factors on the parameters of the duration and labor-intensiveness of works on the device of drains from polymer-fiber pipes.*

*Keywords: engineering preparation, drainage, polymer filters in the form of pipes, quality.*

УДК 624.13;725

**І.О. Менеїлюк**

к.т.н., докторант Харківського національного університету будівництва та архітектури

**М.Ю. Качковський**

студент, Одеської державної академії будівництва і архітектури

**СТАБІЛІЗАЦІЯ ЗСУВНИХ СХИЛІВ В КУРОРТНОМУ РАЙОНІ "АРКАДІЯ"**

**Анотація.** У статті здійснено аналіз існуючої літератури за темою досліджень. Розглянуто останні випадки виникнення зсувних деформацій в прибережній зоні курортного району "Аркадія". Досліджено стан гідрогеологічних умов зсувного схилу цього узбережжя. Представлені результати проектування необхідного комплексу інженерних міроприємств та споруд. Здійснення розробленого проекту дозволить забезпечити безпечні умови експлуатації розглянутої території із врахуванням 8-ми бальної сейсмічності.

**Ключові слова:** схил, зсув, прибережна зона, зсувонебезпечні схили, безпечні умови, сейсмічність.

**Вступ.** Робота присвячена проблемі стабілізації зсувних схилів в курортному районі "Аркадія".

За своїм курортно-рекреаційним й туристичним потенціалом м. Одеса займає одне із перших місць в Україні. Особливості економічно-географічного розташування, розвинена мережа транспорту, сприятливі природні та кліматичні умови, наявність пам'яток природи, архітектури, історії й культури, цілющих грязей і джерел мінеральних вод створюють вигідні передумови для формування й розвитку в соціально-економічному комплексі м. Одеси високоприбуткової курортно-рекреаційної й туристичної галузі. На даний момент найпопулярнішою територією для відпочинку виступає курортний район "Аркадія", який займає одну із ключових позицій в формуванні образу міста. Однак, навіть у цієї частково освоєної території є ряд проблем, які потребують негайного втручання та прийняття правильних рішень. Ділянки берегової зони, як правило, характеризуються складною багатшаровою структурою, а саме, численними нашаруваннями похилих до моря різних типів ґрунту, серед них присутні водонасичені шари незв'язного ґрунту, які можуть являтися лінзою ковзання. В береговій зоні м. Одеси, у тому числі в Аркадії, при наявності крутого спуску вздовж усього берегу, більшість схилів являються зсувними. Тому проведення заходів інженерного захисту з укріпленням територій та стабілізацією зсувних процесів в прибережній зоні даного району являється актуальним.

**Аналіз досліджень і публікацій з проблеми.** В межах північного Причорномор'я зсуви вивчаються протягом багатьох десятиліть, причому основна увага була приділена зсувам узбережжя Чорного моря. Питанням щодо стійкості схилів, зсувоутворюючих чинників та заходів по стабілізації зсувонебезпечних територій присвячено ряд наукових робіт, посібників та видань, таких авторів, як: І.П. Бойко, Е.Ю. Петренко, Г.І. Рудько, М.Г. Демчишин, Е.П. Ємельянов, С.К. Сухурученко, С.М. Шаталін, І. В. Кривюк та ін. Ефективність запобігання виникненню зсуву, як і з будь-якими іншими екзогенними геологічними процесами, значною мірою залежить від можливості обґрунтованого з наукової точки зору розрахунку та передбачення (прогнозування) цих процесів. Свій вклад в розвиток методів розрахунку та способів боротьби із нестійкими схилами зроби-

ли: І.П. Бойко, М.Л. Коваленко, А.В. Яковлев, Ю.Й. Великодний, М.Л. Зоценко, В.А. Титаренко С.С. Вялов, М.П. Дубровський [1-6] та ін.

Згідно цих джерел, основними природними чинниками, що викликають розвиток зсувів, є геологічна будова, гідрогеологічні умови, рельєф місцевості, клімат, інтенсивність і контрастність неотектонічних рухів. В той же час такі процеси як ерозія та абразія, порушують рівновагу схилів і виступають також одним із основних чинників зсувних процесів. На узбережжі Чорного й Азовського морів існує багато зсувних ділянок, що активізувалися в результаті масового забору піску з пляжів і будівництва будинків і споруд на нестійких морських берегах. Щоб запобігти розвитку зсувних деформацій потрібно провести протизсувні заходи. В Одеській області вони носять локальний характер і виконуються в останні роки тільки у разі аварійного стану споруд та руйнування транспортних мереж. Основним зсувоутворюючим фактором на північно-західному узбережжі Чорного моря є абразія. Проте на Одеському узбережжі також розвиваються зсуви, зміщення яких визначається не тільки розмивом порід морем, але й іншими процесами, наприклад, тектонічними рухами, коливаннями рівня підземних вод та температур, атмосферними опадами, збільшенням навантаження на схил від будівництва, підрізкою, витокками з водонесучих мереж, надлишковим поливом території та ін [7]. Винятком не являється і прибережна зона північної частини пляжу "Аркадія".

Нормативні документи [3,6] пропонують виконати ряд заходів інженерного захисту, які підвищать стійкість схилу:

- терасування, виположування та зміну рельєфу схилу шляхом регулювання балансу мас та планування поверхні схилу і прилеглої до нього території;
- закріплення ґрунтів (електрохімічне, цементизація, силікатизація, обпалювання, покриття торкрет-бетоном, набризгбетоном, тощо)
- регулювання поверхневого та підземного стоку. (Встановлення систем відкритих похилих дренажів із паралельними та перпендикулярними схилу жолобами. Встановлення систем закритих дренажів на одному чи декількох рівнях);
- захист схилу від вітрової та водної ерозії;
- поліпшення фізико-механічних властивостей

зсувних ґрунтових мас за різними технологіями (ін'єктування ґрунтів закріплюючими розчинами, ґрунтоцементними елементами, влаштованими за бурозмішувальною та струменевою технологією цементації, тощо);

- армування ґрунту георешітками та геотекстилем;
- агролісомеліорацію у формі вирощування на поверхні схилу трави з розвинутою кореневою системою, чагарників, дерев та ін.;
- влаштування контрбанкетів і контрфорсів у вигляді земляних і кам'яних споруд у нижній частині схилу, що перетинають виходи на поверхню схилу поверхонь ковзання та підвищують тим самим стійкість схилу;
- влаштування утримуючих протизсувних споруд у вигляді заанкерованих у ґрунті підпірних стін чи глибоких опор з бурових паль, об'єднаних по верху ростверками у формі підпірних стін;
- улаштування глибоких опор, що перетинають поверхні ковзання і підвищують опір ковзанню за принципом поперечного армування ґрунту;
- влаштування протиерозійних конструкцій;
- влаштування берегозахисних споруд для захисту від підмиву та розмиву берегів;
- встановлення уловлюючих споруд і пристроїв (уловлюючі стіни, вали, траншеї);
- спорудження фундаментів, що обтікаються зсувним ґрунтом;
- привантаження нижньої частини і розгрукка верху схилу.

Проте рекомендації нормативної літератури несуть узагальнений характер. Вирішення питання, які із методів застосовувати для стабілізації схилів, може бути виконане лише після аналізу гідрогеологічних та інших умов конкретного узбережжя, в тому числі і Аркадієвського. Таким чином, аналіз інформаційних джерел показав, що конкретні рекомендації для застосування вибраних методів на унікальній території, а саме на прибережній частині пляжу "Аркадія" — відсутні.

**Метою роботи** являється, аналіз існуючих та розробка ефективних рішень інженерного захисту території, а саме, північної частини пляжу "Аркадія" м. Одеса.

Для досягнення поставленої мети вирішені наступні завдання:

- Аналіз інформаційних джерел за темою досліджень;
- Аналіз досвіду освоєння прибережної зони м. Одеси;
- Розробка індивідуального рішення інженерного захисту, зсувонебезпечних схилів в курортному районі Аркадія м. Одеса.

**Основний матеріал.** Курортно-рекреаційна зона морського узбережжя Одеси займає значну площу та має важливе містотвірне значення. Ця зона має територіальні резерви, які можуть бути виявлені в результаті комплексної планувальної організації приморського курорту. Прибережні схили розглядаються як важливий елемент екокаркасу міста, буферної зони між щільною забудовою і морем, яка сприятиме створенню здорового та комфортного середовища проживання та відпочинку населення Одеси. На крутих схилах прибережної зони Одеси влаштований цілий ряд протизсувних заходів, однак профілактичні комплексні роботи по підтриманню нормальних умов експлуатації даних елементів не проводились. Зараз більшість конструкцій знаходяться в аварійному стані та потребують оновлення. Для безпечної експлуатації узбережжя необхідно провести ряд інженерних заходів по берегоукріпленню більшої частини цієї території.

Експлуатація схилів району Аркадія має як позитивний, так і негативний досвід. До руйнування прибережної лінії призвело будівництво там висотного житлового комплексу "Морська симфонія". Зсув відбувся в місці проходження майбутньої дороги до даного об'єкту, через підрізання схилу (рис. 1).

Зсув, що відбувся під час будівництва об'єкту "Аквапарк" дав поштовх для розвитку руйнівних



Рис. 1 Підрізання схилу під будівництвом комплексу "Морська симфонія"





Рис. 2 Зсув біля будівництва об'єкта "Аквапарк"

процесів на вище розміщених схилах по вул. Каманіна. Ця проблема була викликана зрізанням схилу, а спроби укріплення невисокою підпірною стінкою не дали очікуваного результату (рис. 2).

Також відбувалися зсуви і поблизу "Траси здоров'я" під будівлею Гідрометцентра (рис. 3), та біля території колишнього санаторію "Росія".

Помітні незначні просадки тротуарів внизу плато зі сторони вул. Генуезької. Під Аркадівським палацом змістилась висаджена соснова алея. Схил намагалися утримати за допомогою дерев'яних опалубок для дерев, але марно.

Варто зазначити, що переважна більшість небезпечних деформацій виникає в результаті випадання рясних атмосферних опадів, що сприяє підвищенню вологості ґрунтів, формуючих схил. Також прослідковуються наслідки гравітаційних зміщень ґрунтових мас зі сходом пластичного ґрунту і оголенням шарів вапняку. Саме тому більшість масштабних обвалів, деформацій схилів та їх сповзання переважно спостерігаються навесні (танення снігу) та восени (дощовий період).

Немалозначним фактором зростання зсувних деформацій являється збільшення навантаження на схили від новобудов. Але при правильному зведенні елементів інженерного захисту з укріплення схилів, що піддаються навантаженню, та стабілізації зсувних

процесів, будівництво в цій зоні стає можливим. Її освоєння являється досить привабливим для забудовника та сприятиме розвитку ландшафтно-рекреаційної зони міста, яка на даний момент має неоднорідну структуру.

Таким прикладом являється освоєння північного узбережжя курортної частини Аркадії. Для її безпечної експлуатації необхідна розробка ефективного інженерного рішення по берегоукріпленню.

Ділянка запланованого будівництва розміщена в північній частині зсувного амфітеатру Одеського узбережжя на відстані 490 м. від лівого схилу Аркадівської балки. Брівка плато хвиляста зі слідами неглибоких вимоїн і закінчується обривом висотою 12-18 м. ширина зсувного тіла схилу складає 85-80 м. з виділенням двох явних ступенів. Верхня ступінь шириною 38-42,5 м. на позначці 11,0-14,0 м. та нижня шириною 40,0 м. на позначці 10-6,0 м.

Нижня зсувна ступінь, зі сторони моря, обмежена підпірною стінкою із засипкою тилової пазухи суглинком на ширину від 12, до 17 м.

Згідно гідрогеологічних вишукувань на даній території присутні ґрунтові (підземні) води. В межах зсувного схилу, ґрунтові води залягають на глибині 6,4-11,6 м.

Геологічними факторами, які сприяють розвитку зсувів, являється наявність в розрізі виступу



Рис. 3 Зсув поблизу "Траси здоров'я" в районі Аркадії

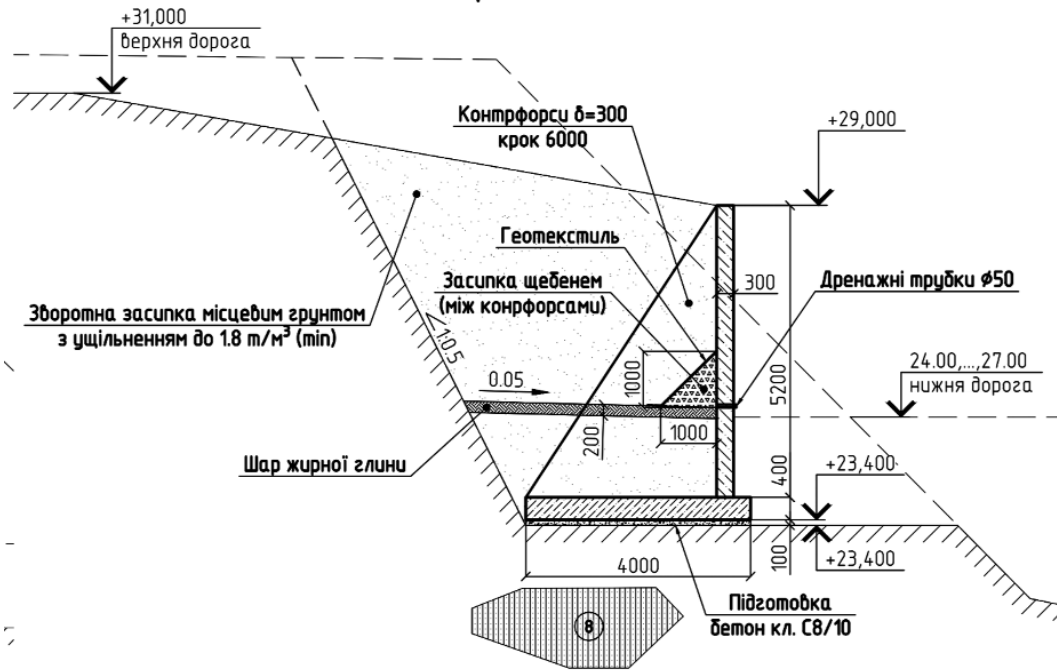


Рис. 4 Приклад зведення підпірної стіни з контрфорсами

плато меотичних глин — середовища, сприятливого для розвитку пластичних деформацій в процесі повзучості та зниження міцності з плином часу. Також необхідно відмітити наявність в меотичних глинах підготовленої поверхні ковзання, яка при збільшенні напружень в ґрунті сприятиме активізації геологічних процесів. На розглянутій ділянці узбережжя, раніше розвивалися глибокі блокові зсуви видавлювання з ковзанням лесових шарів по червоно-бурим глинам.

Також, необхідно врахувати, що дана територія розміщена в сейсмонезбезпечній зоні. Розрахунок стійкості схилу виконано із врахуванням сейсмічного навантаження. Згідно ДБН В.1.1-12-2014 "Будівництво у сейсмічних районах України", додаток Б, карти ЗСР-2004 А та В, нормативна сейсмічність ділянки складає 7 балів, а згідно карти ЗСР-2004 С - 8 балів. Дія сейсмічного впливу на стійкість схилу при 6 балах в інженерній практиці не враховувалась. врахування рекомендацій ведучих спеціалістів-сейс-

мологів про можливість сейсмічних коливань в 7 та 8 балів, ставлять цей небезпечний геологічний процес в ряд основних.

Для вирішення проблеми виникнення зсувів у прибережній зоні району Аркадія передбачено наступне.

Для неможливості активізації існуючої поверхні ковзання було запроєктовано організовану систему поверхневого водовідведення та захист від намокання верхніх шарів ґрунту на плато.

Для запобігання зсувних процесів у верхній частині схилу необхідне спорудження кутових підпірних стін та кутових стін з контрфорсами із передбаченим встановленням пристінкового дренажу (дренажні трубки діаметром 50 мм з кроком 1500 мм), (рис. 4).

Враховуючи факт неможливості зміни балансу ґрунту в межах зсувного схилу, для забезпечення нормативного коефіцієнту запасу стійкості, проектом передбачено залучення до роботи ґрунтів, що

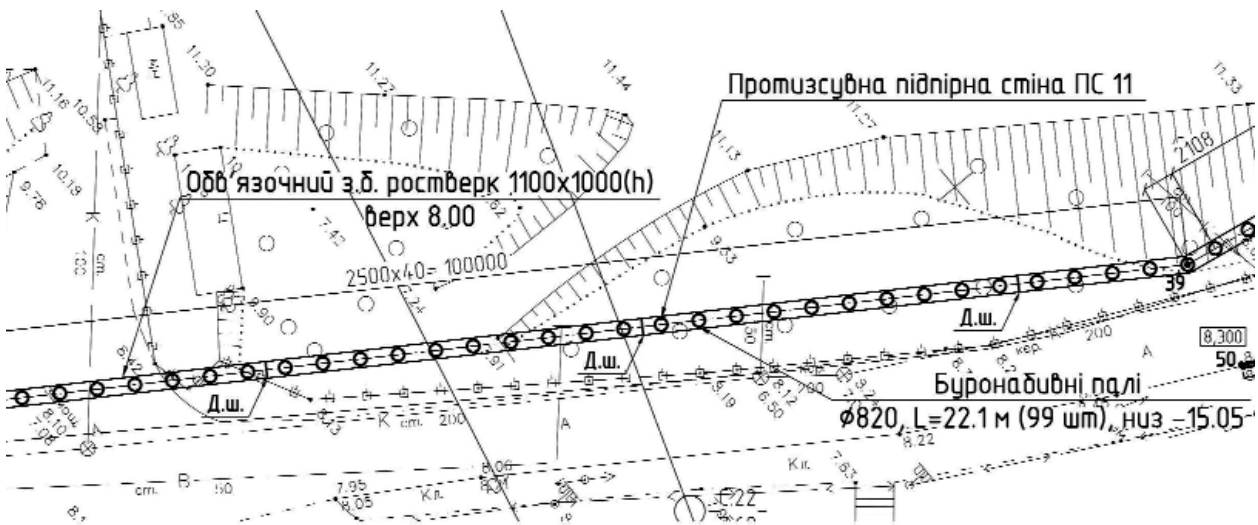


Рис. 5 План конструкції підпірної стіни із буронабивних паль



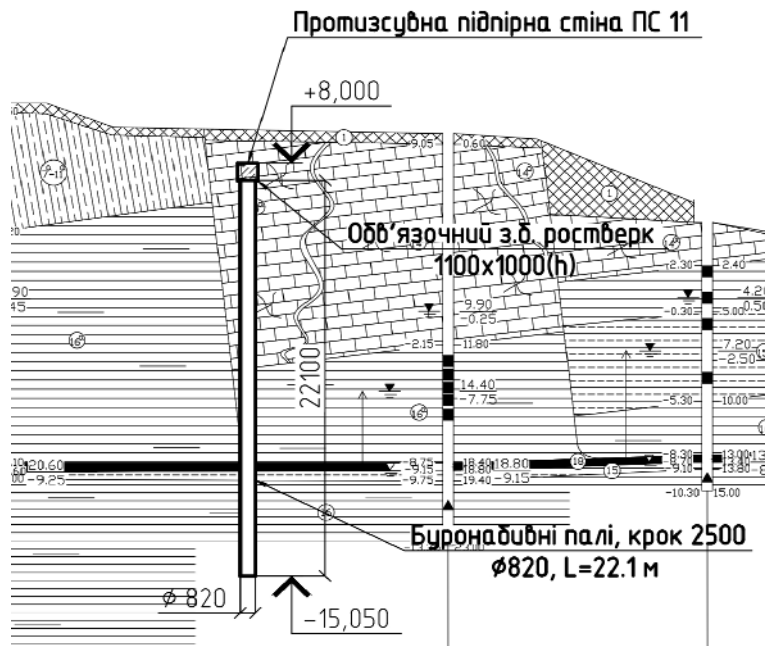


Рис. 6 Розріз конструкції підпірної стіни із буронабивних палей

знаходяться нижче поверхні зміщення. Для цього необхідне влаштування підпірної стіни із буронабивних палей діаметром 1020 мм. та довжиною 28,0 м., об'єднаних ростверком з контрфорсами з буронабивними паялами діаметром 1020 мм. та довжиною 10,8 м., а також підпірних стін із буронабивних палей діаметром 820 мм., довжиною 22,0 м. та діаметром 620 мм. різноманітної довжини (рис. 5,6).

Для компенсації зусиль з випучування ґрунту, в результаті ковзання, в центральній частині ділянки заплановано будівництво комплексу адміністративних будівель, навантаження від яких забезпечує достатній баланс сил та приводить схил, разом з про-

тизсувними конструкціями, в стабільне, стійке положення.

Підсумовуючи вище викладене, можна зробити наступні висновки:

**1. Розроблений проект дозволить забезпечити безпечні умови експлуатації північної частини пляжу "Аркадія" із врахуванням 8-ми бальної сейсмічності.**

**2. Використання методів інженерного захисту наведених у роботі, можливе на інших аналогічних ділянках, при обов'язковому аналізі інженерно-геологічних вишукувань.**

#### Література

1. Бойко І. П. Пальові фундаменти висотних будинків у складних ґрунтових умовах / І. П. Бойко, В. Л. Підлущкий // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — 2014. — № 8. — С. 23-32. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia\\_2014\\_8\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2014_8_7).
2. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення: ДБН В.1-3-97. — К.: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1998. — 72 с. — (Національний стандарт України).
3. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення: ДБН В.1.1-24:2009. — К.: Мінрегіонбуд України, 2010. — 30 с. — (Національний стандарт України).
4. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник / [М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А.В. Яковлев та ін.]. — Полтава: ПНТУ, 2004. — 568 с.
5. Великодний Ю.Й. Захист територій від зсувів: навч. посібник / Великодний Ю.Й. — Полтава: Поліграфічний центр "Скайтек", 2006. — 116 с. 5. Досвід стабілізації зсувних схилів річкових долин / [М.Л. Зоценко, Ю.Й. Великодний, В.А. Титаренко та ін.] // Світ геотехніки. — 2010. — №1. — С. 4-10.
6. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах: ДБН В.1.1-45:2017 — К.: Мінрегіонбуд України, 2017. — 51 с. — (Національний стандарт України).
7. Мелконян Д. Самоорганізована критичність у зсувних процесах Одеського узбережжя / Д. Мелконян // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. — 2012. — Вип. 59. — С. 58-60.

#### References

1. Bojko I. P. Pal'ovi fundamenti vy`сотny`x budy`nkiv u skladny`x gruntovy`x umovax / I. P. Bojko, V. L. Pidlucz`kyj // Visnyk Pry`dniprov`s'koyi derzhavnoyi akademiyi budivny`ctva ta arxitektury`. — 2014. — # 8. — S. 23-32. — Rezhym dostupu: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia\\_2014\\_8\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2014_8_7).

2. *Inzhenernyj zaxyst terytorij, budy`nkiv i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennya: DBN V.1-3-97.* — K.: Derzhavnyj komitet budivny`cztva, arxitektury` ta zhy`tlovyi polity`ky` Ukrainy`, 1998. — 72 s. — (Nacional`nyj standart Ukrainy`).
3. *Zaxyst vid nebezpechny`x geologichny`x procesiv. Osnovni polozhennya: DBN V.1.1-24:2009.* — K.: Minregionbud Ukrainy`, 2010. — 30 s. — (Nacional`nyj standart Ukrainy`).
4. *Inzhenerna geologiya. Mexanika g`runtiv, osnovy` ta fundamenty` : pidruchny`k / [M.L. Zocenko, V.I. Kovalenko, A.V. Yakovlyev ta in.].* — Poltava: PNTU, 2004. — 568 s.
5. *Vely`kodnyj Yu.J. Zaxyst terytorij vid zsuviv: navch. posibny`k / Vely`kodnyj Yu.J.* — Poltava: Poligrafichnyj centr "Skajtek", 2006. — 116 s. 5. *Dosvid stabilizaciyi zsuivny`x sxy`liv richkovy`x doly`n / [M.L. Zocenko, Yu.J. Vely`kodnyj, V.A. Ty`tarenko ta in.] // Svit geoteknyki`.* — 2010. — #1. — S. 4-10.
6. *Budivli i sporudy` v skladny`x inzhenerno-geologichny`x umovax: DBN V.1.1-45:2017* — K.: Minregionbud Ukrainy`, 2017. — 51 s. — (Nacional`nyj standart Ukrainy`).
7. *Melkonyan D. Samoorganizovana kry`ty`chnist` u zsuivny`x procesax Odes`kogo uzberezhzhya / D. Melkonyan // Visny`k Ky`yiv`s`kogo nacional`nogo universy`tetu imeni Tarasa Shevchenka. Geologiya.* — 2012. — Vy`p. 59. — S. 58-60.

**И.О. Менайлюк**  
**М.Ю. Качковский**

### СТАБИЛИЗАЦИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ СКЛОНОВ В КУРОРТНОМ РАЙОНЕ "АРКАДИЯ"

**Аннотация.** В статье осуществлён анализ существующей литературы согласно теме исследований. Рассмотрены последние случаи возникновения оползневых деформаций в прибрежной зоне курортного района "Аркадия". Исследовано состояние гидрогеологических условий оползневого склона этого побережья. Представлены результаты проектирования необходимого комплекса инженерных мероприятий и сооружений. Осуществление разработанного проекта позволит обеспечить безопасные условия эксплуатации рассматриваемой территории с учетом 8-балльной сейсмичности.

**Ключевые слова:** склон, оползень, прибрежная зона, оползнеопасные склоны, безопасные условия, сейсмичность.

**I.O. Menejlyuk**  
**M.Yu. Kachkovskyj**

### STABILIZATION OF REMAINED SLOPES IN THE ARKADIA RESORT

**Abstract.** The article analyzes the existing literature on the topic of research. The last cases of occurrence of shear deformations in the coastal zone of the resort area "Arcadia" are considered. The state of hydrogeological conditions of the landslide slope of this coast is investigated. The results of designing the necessary complex of engineering measures and structures are presented. The implementation of the developed project will ensure safe operating conditions of the territory under consideration, taking into account 8-point seismicity.

**Key words:** slope, landslide, coastal zone, landslide dangerous slopes, safe conditions, seismicity.



КЛЕЇ • ГЕРМЕТИКИ • ПРОДУКЦІЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ХІМІЇ

## ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА СИСТЕМИ ПІДСИЛЕННЯ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ЦЕГЛЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ МАТЕРІАЛАМИ ТМ МАРЕЇ

На сьогоднішній день, в Україні, при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт, досить часто усуваються тільки відшарування поверхневого захисного шару, і відновлюється зовнішній вид. При цьому, не усуваються причини виникнення руйнувань, та не проводиться структурне відновлення конструкції.

Компанія MAPEI, при підготовці технічних рішень з відновлення конструкцій, спирається на Європейські норми EN 1504 та EN998, основними принципами яких є:

- використання ефективних інструментів для робіт;

- виключення поверхневого підходу до ремонту;
- гарантія довговічності виконаного ремонту.

### **Зміцнення ґрунтів:**

Для зміцнення ґрунтів, в залежності від їх типів, обираються ін'єкційні суміші на основі цементу, мікророзривні гідравлічні в'язучі, або двокомпонентні безцементні склади.

### **Відновлення конструкцій:**

В залежності від типу конструкції, її стану, умов експлуатації, обираються відповідні технічні рішення з асортименту матеріалів ТМ MAPEI:

- Для історичних конструкцій використовуються матеріали на основі безцементних в'язучих з лінійки матеріалів Mape-Antique або Rogomar.

- Для сучасних цегляних конструкцій використовуються матеріали на цементній основі або також на основі гідравлічних в'язучих з лінійки матеріалів Rogomar, MapeWall або Stabilcem.

- Бетонні конструкції відновлюються з використанням матеріалів для структурного відновлення з лінійки матеріалів Mapegrout.

### **Гідроізоляція та захист конструкцій:**

Для гідроізоляції та захисту відновленої конструкції обираються матеріали в залежності до технічних вимог та умов експлуатації:

- Зовнішня обмазочна гідроізоляція фундаменту – матеріали на бітумній основі лінійки Plastimul або на цементній основі з лінійки MapeElastic.

- Ін'єкційні матеріали для створення хімічного бар'єра проти капілярного підняття вологи MAPESTOP.

- Цементні обмазочні гідроізоляції які працюють з додатнім та від'ємним тиском Plastimul.

- Гідроізоляційні обмазочні матеріали на епоксидній основі для створення хімічного захисту конструкцій.

- Двокомпонентні напиляемі покриття на основі полісечовини з лінійки Purtop.

- ПВХ та ТПО мембрани лінійки матеріалів Polyglass.

- Бентонітові мати лінійки Mapeproof.

### **Підсилення конструкцій:**

Для підсилення конструкцій, компанія MAPEI розробила матеріали, які були об'єднані в систему FRP System (Fiber Reinforced Polimer – волокна армованого полімеру). Асортимент складається з композитних матеріалів, які включають волокна з високою механічною міцністю, карбонових пластин, і епоксидні смоли, спеціально розроблені для підсилення і відбудови конструкцій, що сприймають статичні і сейсмічні навантаження. Такі системи Mapei FRP-System відповідають технічним вказівкам документа CNR DT 200/2004 і відносяться до систем класу А зі значними перевагами якості та безпеки виконаних робіт.

### **Пластифікатори для бетонів та розчинів:**

За допомогою добавок MAPEI до бетонних розчинів, можливо отримати бетони з необхідними властивостями (можливість підводного бетонування, водонепроникність, морозостійкість, та інше), а також отримати розчини для проведення робіт з нанесення торкрет бетону з необхідними властивостями.

Більш детальну інформацію можна отримати в технічному відділі ТОВ "Мapeй Україна", знайти на нашому сайті, або в збірниках технічних рішень по:

- "Ремонтно-відновлювальні роботи конструкцій бетонних та залізобетонних конструкцій в транспортному будівництві".

- "Ремонт і відновлення гідротехнічних споруд",

- "Ремонт, відновлення і посилення цегляних і бутових кладок",

- "Гідроізоляція резервуарів, балконів, терас"

- "Підсилення конструкцій із застосуванням систем FRP"

- і багато інших...

### **Компанія Mapeй Україна надає:**

- консультації при проектування, підготовки та видачі технічних рішень;

- технічну підтримку під час будівництва;

- навчання проєктних організацій та виконавців робіт по застосуванню матеріалів MAPEI.

# Зміст

<b>О.І. Гармаш</b> СВІТОВИЙ ДОСВІД ТА ПРОБЛЕМИ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ В УКРАЇНІ .....	3
<b>Н.П. Чуканова, О.В. Мурашова, О.В. Куролес, Ю.М. Халупка</b> МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ І-НСТРУМЕНТАЛЬНИХ ОБСТЕЖЕНЬ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД НА ПРИКЛАДІ ДЕРИВАЦІЙНОГО ТУНЕЛЮ ТЕРЕБЛЕ-РІЦЬКОЇ ГЕС .....	7
<b>Міхал Гроссманн</b> ПЛОМБУВАННЯ БУДІВЕЛЬНОГО КАР'ЄРУ ДЛЯ ГОТЕЛЮ PURO У ГДАНСЬКУ .....	14
<b>Міхал Гроссманн</b> РЕКОНСТРУКЦІЯ МОСТУ В КМ 38,816 ЛОВОСІЦЕ – ЧЕСЬКА ЛІПА МОСТОВИХ СТОВПІВ Р3 І Р4 .....	16
<b>О.І. Гармаш</b> ОСНОВНІ РИЗИКИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ І ВИКОНАННІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДИНКІВ І СПОРУД .....	19
<b>В.І. Савенко, Л.М. Висоцька, Д.Я. Кислюк, В.В. Ключова, С.В. Федоренко, С.П. Пальчик</b> ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ, МАШИН ТА ВИРОБІВ ШЛЯХОМ ЗАХИСТУ ВІД КОРОЗІЇ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИМИ ЗАСОБАМИ (CONTRRUST) .....	23
<b>В.О. Галушко, О.М. Галушко, І. В. Колодяжна, Д.Ю. Уваров, А.С. Уварова</b> СУЧАСНІ СПОСОБИ УКРІПЛЕННЯ ҐРУНТУ ПРОТИ ЗСУВУ .....	32
<b>О.О. Попов, І. М. Бабій, Є. Ю. Кальчєня, А. М. Гострик</b> ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ УЛАШТУВАННЯ ТЕПЛО- ТА ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЛОГИ .....	41
<b>С.А. Марчук, О.М. Чернухін</b> ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД ЗА ДОПОМОГОЮ ДРЕНАЖІВ ГЛИБОКОГО ЗАКЛАДАННЯ .....	45
<b>В.О. Басанський, Л.М. Грубська, К.В. Гаєва</b> ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ ТИПУ ОГОРОДЖЕННЯ КОТЛОВАНУ ДЛЯ СПОРУДЖЕННЯ ПІДЗЕМНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ В СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ .....	52
<b>О.С. Молодід, І.В. Резніченко</b> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ СТИКІВ МАТЕРІАЛАМИ ПОЛІУРЕТАНОВИМИ SPT RESINS .....	54
<b>О.В. Мурашова, І.М. Уманець</b> ЗАСОБИ ІНЖЕНЕРНОГО ЗАХИСТУ ТЕРИТОРІЙ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ .....	60
<b>О.А. Лєсенко</b> ВЛАШТУВАННЯ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ШВА ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ ПЕНЕБАНД С, НА ПРИКЛАДІ, ДЕФОРМАЦІЙНОГО ШВА В ПІДЗЕМНОМУ ПЕРЕХОДІ №1 СТАНЦІЇ МЕТРО АКАДЕММІСТЕЧКО .....	65
<b>Н.В. Дмитриєва, И.А. Муравьева, И.П. Агафонова</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ЭКРАНОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ИЗВЕСТНЯКА-РАКУШЕЧНИКА .....	69
<b>И.В. Шумаков, Ю.В. Фурсов, О.А. Гринчук, И.И. Ляхов</b> К ВОПРОСУ О НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДРЕНАЖЕЙ .....	75
<b>І.О. Менейлюк, М.Ю. Качковський</b> СТАБІЛІЗАЦІЯ ЗСУВНИХ СХИЛІВ В КУРОРТНОМУ РАЙОНІ "АРКАДІЯ" .....	81
<b>С.Н. Богдан</b> ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА СИСТЕМИ ПІДСИЛЕННЯ КОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ ДЛЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ТА ЦЕГЛЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ МАТЕРІАЛАМИ ТМ MAREI ...	87

ДП НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Науково-технічний збірник "БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО" Випуск № 65

Формат 60x90 1/8. Папір офсетний. Друк офсетний.

Ум.-друк арк. ХХХ. Наклад 300 прим. Замовлення ХХХ. Ціна договірна

ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва"

03110, МСП, Київ, пр. В. Лобановського, 51