

**ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА**

УДК.624.072.2+539.37

**ТЕХНОЛОГІЯ ВЛАШТУВАННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ ТА РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ ЗАХИСТУ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета

*У роботі наведена технологія влаштування гідроізоляції та ремонтно-відновлювальних робіт, яка створена на основі багаторічних досліджень, результатів їх аналізу та апробована на реальних об'єктах для захисту і відновлення проектної міцності бетонних та залізобетонних конструкцій.*

**Вступ**

На основі досліджень з проблеми ремонтно-відновлювальних робіт та влаштування горизонтальної гідроізоляції були отримані дані, результати та аналіз яких наведені у працях [1 – 8]. Зокрема у [1] виконано аналіз літературних джерел з теоретичних питань дослідження корозії бетонних та залізобетонних конструкцій. На основі цього аналізу встановлено, що не досліджено вплив просочення на підвищення чи пониження несучої здатності конструктивних елементів. Розв'язано задачу [2] просочення бруса суцільного круглого перерізу антикорозійною рідиною та досліджено залежності насиченості від глибини і часу просочення. В праці [3] виконано перевірку основних рівнянь руху рідини в пористому середовищі. Побудовано графічні залежності зміни насиченості  $S$  і значень  $\xi$  від показника  $n$  і координати фронту просочення та зміни значень  $\xi$  від загального показника просочення та проникності бетону. Розроблено [4] програму експерименту. Встановлено кількість та особливості матеріалів; запроєктовано конструкцію та описано виготовлення експериментальних бетонних та залізобетонних зразків. Встановлено характерні місця відбору проб та прилади для вимірювання заволоженості та засоленості зразків. Запропоновано устаткування для усунення вологості та засоленості в бетонних зразках та його вдосконалення. Розроблено [5] методику експериментальних досліджень. Описано виконані експериментальні дослідження заволоженості зразків залізобетонних стін, проаналізовано та узагальнено результати досліджень. Опрацьовано [6] експериментальні дослідження та проаналізовано засоленість залізобетонних зразків. Побудовано графічні залежності засоленості зразків сульфатом натрію ( $Na_2SO_4$ ); хлоридом натрію ( $NaCl$ ) та азотно-кислим кальцієм ( $Ca(NO_3)_2$ ) від тривалості спостереження. Авторами [7] відпрацьовано методику та технологію влаштування горизонтальної гідроізоляції в бетонних стінах на лабораторних зразках. Виконано [8] апробацію методики та технології посилення фундаментів під час одночасного влаштування горизонтальної та вертикальної гідроізоляції з використанням нових матеріалів та вдосконалених пристроїв.

**Постановка задачі**

Оскільки на території розташування об'єктів може бути доволі високий рівень ґрунтових вод, а гідроізоляція конструкцій у деяких місцях відсутня або пошкоджена, тому досліджувані залізобетонні конструкції (в сукупності з атмосферними опадами) піддаються значному впливу заволоженості та засоленості. Руйнівна дія вищезгаданих факторів підсилюється поперемінним заморожуванням та відтаненням. У результаті, крім відновлення міцнісних характеристик, виникає необхідність влаштування горизонтальної та вертикальної гідроізоляції. На основі аналізу результатів досліджень [1 – 9] автори пропонують технологію, яка включає такі пункти:

**Прилади та обладнання.** Для визначення ступеня заволоженості окремих частин будівлі (стіни), які перебувають під вологісним навантаженням, використовується прилад для замірювання вологості стін. Цей та інші прилади і устаткування описані в працях [4, 7, 9]. Щоб забезпечити безпеку робітників, потрібні такі засоби безпеки: каска, захисні окуляри, порохозахисна маска, захисні рукавиці, гумові рукавиці, захисне взуття, слухозахисні навушники, флакон з рідиною для промивання очей, аптечка. Будівельні конструкції і матеріали, які

перешкоджають виконанню ремонтних робіт (залишки цементу, штукатурки), видаляють за допомогою оснащення, інструментів і допоміжних засобів перед зачищенням швів. Поверхневу вологість вимірюють за допомогою поверхневого вологоміра CAISSO N. VI-D1 (рис. 1).



Рис. 1. Прилад для вимірювання вологості

Для утворення шпурів використовують дріль, який відповідає конкретним умовам, бури із твердих сплавів діаметром 12 мм, довжина за необхідністю. Продувають шпури стисненим повітрям за допомогою компресора із шлангом (рис. 2). Ін'єкцію рідкого гідрофобізуючого матеріалу виконують ін'єктором із запірним пристроєм із конусоподібним наконечником на кінці залежно від товщини стіни. Для закачування рідин і цементних розчинів використовують насос із робочим тиском не менше 10 бар і потужністю 8 л/хв., враховуючи всмоктувальний шланг із сітчастим фільтром з розміром чарунок 0,8 мм, нагнітаючий шланг з роз'ємним з'єднанням для під'єднання ін'єктора та пакерів.

Пакер являє собою металеву трубку, на котрій закріплений спеціальний гумовий ущільнювач, який, розширюючись від дії притисної втулки, збільшується в об'ємі. Цим досягається висока щільність між внутрішньою поверхнею отвору та пакером.

Приготування цементних розчинів виконують ручним змішувачем. Наносять обмазувальні гідроізоляційні матеріали за допомогою щітки і пензлів.

Для влаштування ін'єкційної блокади під тиском використовують компресор з робочим тиском від 8 до 10 бар і потужністю 2 к.с., укомплектований ресиверами. Для під'єднання компресора з ресивером та пістолетом для ін'єкцій використовують шланги високого тиску з комплекту ресивера.

Для ін'єкції сконструйовано оригінальний удосконалений пістолет-ін'єктор, на який отримано патент України на корисну модель [10], конструкцію його показано на рис. 3.

**Влаштування шпурів.** Шпури для заливання гідроізоляційного матеріалу влаштовують з дотриманням таких параметрів (рис. 4):

- діаметр шпурів 12 мм;
- глибина шпурів: товщина стіни мінус 5 см;
- віддаль між шпурами: 12 – 15 см;
- розташування шпурів: горизонтально або під кутом 30° – 45° на двох рівнях.

Шпур по всій довжині заповнюють вапняним розчином, що необхідно для створення рівномірної гідрофобізації та визначення надійності шпура.

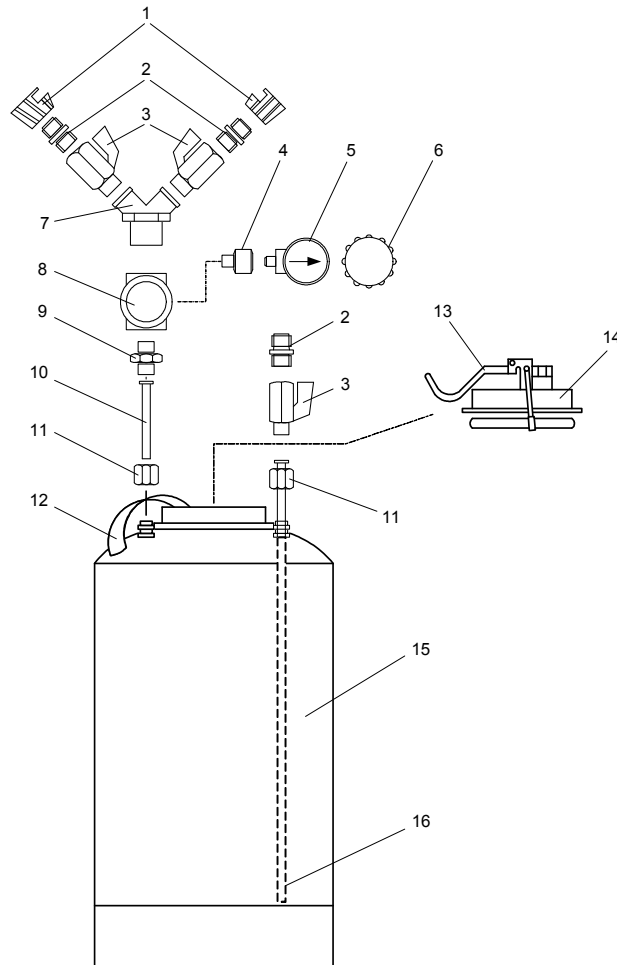


Рис. 2. Конструкція ресиверного блоку: 1 – фіксатор шланга; 2 – перехідник; 3 – кран; 4 – перехідник манометра; 5 – манометр робочого тиску; 6 – захисний ковпак манометра; 7 – розгалужувач; 8 – регулювальний клапан; 9 – контргайка; 10 – трубка; 11 – гайка; 12 – ручка; 13 – фіксує ручка кришки бака; 14 – герметизуюча кришка; 15 – корпус бака; 16 – всмоктувальна трубка

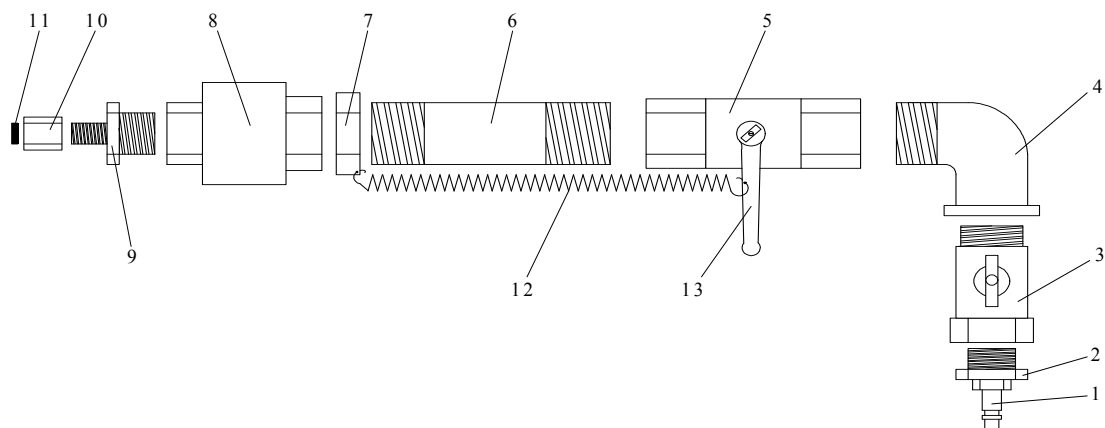


Рис. 3. Конструкція удосконаленого пістолета-ін'єктора: 1 – штуцер на шланг компресора; 2 – перехідник  $\frac{1}{4}$ " різьба внутрішня –  $\frac{1}{2}$ " різьба зовнішня; 3 – кран  $\frac{1}{2}$ "; 4 – кут  $90^\circ$   $\frac{1}{2}$ " різьба внутрішня –  $\frac{1}{2}$ " різьба зовнішня; 5 – кран  $\frac{1}{2}$ " різьба внутрішня; 6 – труба  $\frac{1}{2}$ ", L – 100 мм, різьба зовнішня; 7 – контргайка; 8 – зворотний клапан  $\frac{1}{2}$ "; 9 – перехідник  $\frac{1}{2}$ " різьба зовнішня –  $\frac{3}{8}$ " різьба зовнішня; 10 – накидна гайка  $\frac{3}{8}$ "; 11 – ущільнювальна гума; 12 – пружина; 13 – ручка крана

Вхідні отвори шпурів влаштовують так, щоб їхні краї були максимально рівними, оскільки це є необхідною умовою для забезпечення рівномірного контакту гумового ущільнення пакера під час виконання подальших робіт. За необхідності вхідні отвори відповідно обробляють.

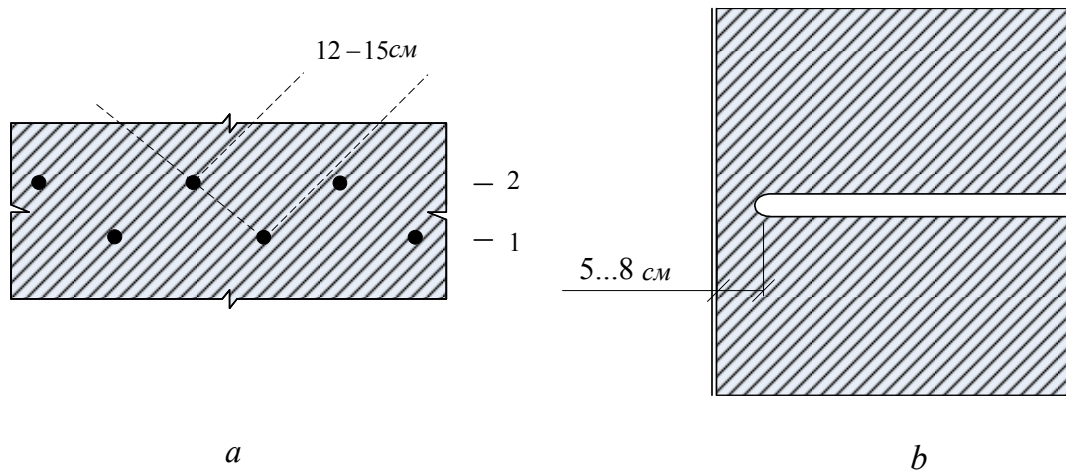


Рис. 4. Схема розташування шпурів: *a* – фасад (1 – перший ряд шпурів, 2 – другий ряд шпурів); *b* – розріз

**Встановлення пакерів.** Перед встановленням пакерів необхідно очистити шпур від бурового шламу продуванням його стисненим повітрям, візуально перевірити функціональну придатність і міцність кріплення зворотного клапана на пакері і за необхідності замінити його та видалити забруднення з гумового ущільнювача пакера для забезпечення герметичності. Пакер у вільному стані встановлюють у шпур. Він перебуває у вільному стані, якщо металева втулка під білою пластмасовою притискною гайкою вільно повертається. Пакер вводять у шпур доти, доки шайба між металевою втулкою та гумовим ущільнювачем не встановиться на один рівень зі шпуром (рис. 5). Обережно повертаючи притискну гайку за годинниковою стрілкою, досягають герметичності за рахунок щільного контакту стискального гумового ущільнювача із внутрішніми стінками шпура. Якщо пакер прокручується (шпур занадто широкий), пакер виймають і повертають у стиснуте положення, повертаючи притискну гайку проти годинникової стрілки. Пакер при тому утримується за гумовий ущільнювач. Після цього необхідно повторити попередню операцію.

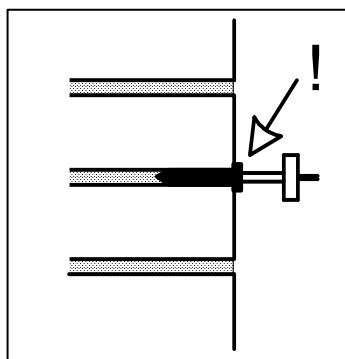


Рис. 5. Встановлення пакера у шпур

**Гідрофобізація поперечного перерізу.** Для гідрофобізації поперечного перерізу потрібно увімкнути помпу (якщо необхідно) і встановити тиск 12 бар. Відкрити запірний кран та запірний отвір, натиснувши гачок на пістолеті. Здійснюють ін'єкцію в дальній точці шпура протягом 5 с, після чого, не відпускаючи гачок, повільно виймають пістолет із шпура доти, доки не з'явиться конусна частина пістолета. За необхідності операцію повторюють.

Місця виконання ін'єкції обстежують, слідкуючи за показами манометра. Як тільки ін'єкційний матеріал розповсюджується на всю необхідну ширину ( $2 \times 15 - 18$  см), відпускають

гачок, припиняючи подавання матеріалу. Закривають запірний кран та повільно пістолет видаляють із пакера. Трубку і наконечник пістолета очищують від залишків цементу та ін'єктувочої речовини.

**Заповнення шпурів.** Для заповнення шпурів гідроізоляційним матеріалом, увімкнувши насосну станцію (за необхідності), встановлюють тиск 5 бар. Відкривають запірний кран та здійснюють ін'єкцію протягом 10 – 20 с, залежно від глибини шпура. Закривають запірний кран та повільно видаляють пістолет із пакера.

**Видалення пакерів.** Після технологічної перерви тривалістю 60 хв видаляють пакер поворотом притискної гайки проти годинникової стрілки. Потім звільняють гумовий ущільнювач доти, доки пакер можна видалити із шпура з мінімальним зусиллям. Звільнений пакер промивають проточною водою. У разі виникнення забруднення на внутрішній стороні, пакер розбирають і добре очищують.

Якщо ін'єкційний матеріал використовуємо на основі рідкого скла, то ознаками закінчення процесу запресовування необхідно вважати:

- появу мокрої корони біля вхідного отвору шпура;
- усадку матеріалу в шпурі (на дні шпура залишається рідина завтовшки 1 см);
- появу гелю на дні шпура.

Витрату матеріалу контролюємо згідно з розрахунком – 15 кг/м<sup>2</sup> поперечного перерізу стіни. Після закінчення операції запресовування шпури заповнюють спеціальним розчином.

**Влаштування вертикальної гідроізоляції.** Для якісного виконання вертикальної гідроізоляції необхідно механічно видалити штукатурку до основи та очистити зовнішню поверхню від крихких частинок і порошу.

Під час виконання цих робіт потрібно забезпечити такі умови:

- відсутність прямого сонячного опромінення;
- температура зовнішньої поверхні стіни повинна бути: не менше + 5 °С та не більше + 25 °С;
- відсутність сильного вітру (протягів).

Необхідно також унеможливити попадання атмосферних опадів на поверхню, яку обробляємо, протягом не менше 6 год з моменту закінчення робіт. Для створення рівної зовнішньої поверхні зачищені місця заповнюють новим ремонтним цементно-піщаним розчином.

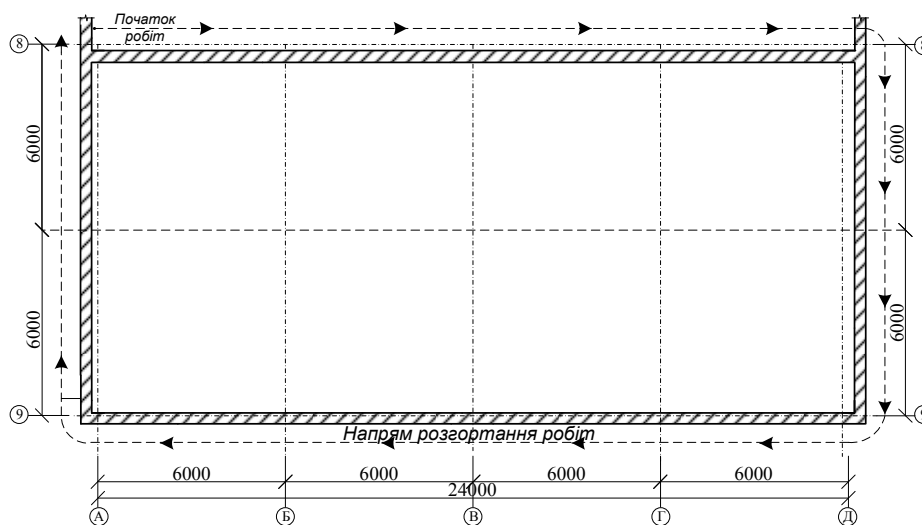
Флюатація стін виконується вручну за допомогою щіток з використанням водного розчину гексафториду кремнію. Через 24 год розпочинаємо виконання вирівнювальної штукатурки – піщано-цементної з доданням суперпластифікатора. Після чого (через добу) наносимо мінеральну гідроізоляцію за допомогою щітки або металевій затирки за 2 – 3 робочих проходи (технологічна перерва між окремими проходами повинна становити близько 8 год). Загальна товщина покриття повинна становити близько 2 мм.

Для влаштування вертикальної гідроізоляції бетонних та залізобетонних конструкцій можна використовувати матеріали фірми „Терміт”: грунт ТГр – 202 та еластичний гідроізоляційний матеріал ТГ – 33 або матеріали фірми “Шомбург” (Німеччина).

**Приклади технологічних карт та схем.** *Узагальнена технологічна карта.* Технологічна карта (рис. 6 та 7) на виконання ремонтно-відновлювальних робіт та посилення монолітних залізобетонних конструкцій будівель та споруд тривалої експлуатації композитними матеріалами була розроблена та пройшла апробацію на деяких об'єктах, зокрема, під час ремонту басейну в будівлі готелю “Прикарпаття”, фундаментів під розвантажувальними опорами ГПА насосної станції “Опори”, фундаментів АВО газу на компресорній станції “Опори II”, готелю комплексу “Дністер” тощо. Нижче наведено план стін, на яких влаштовується горизонтальна гідроізоляція, схема технологічної послідовності виконання горизонтальної гідроізоляції, закінчення процесу ін'єктування, календарний графік виконання робіт, графік руху робочої сили, графік витрат будівельних матеріалів, графік руху машин та механізмів, необхідна кількість інструментів та механізмів, вказівки до виконання робіт, техніко-економічні показники (ТЕП) та техніка безпеки під час виконання відповідних робіт.

Процес заливки вважати закінченим, коли на поверхні стіни з'являться постійні циліндричні плями навколо отворів, а в самих отворах на висоту від їхнього дна 1,5 – 2,0 см – маса у вигляді гелю (драглів).

**План стін, на яких влаштовується горизонтальна гідроізоляція**



**Схема технологічної послідовності виконання горизонтальної гідроізоляції**



**Закінчення процесу ін'єктування (контроль якості)**

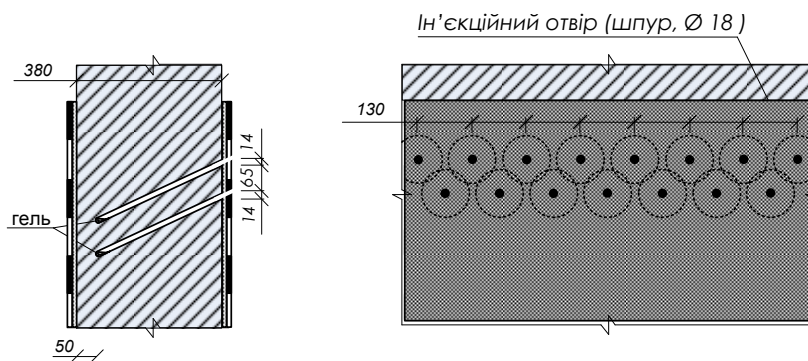


Рис. 6. Технологічна карта влаштування горизонтальної гідроізоляції.

**1. Технологічна схема посилення балок готелю комплексу “Дністер”. Закриття (склеювання) силових тріщин у балках.** Технологічна схема розроблена на основі матеріалів звіту “Обстеження будівлі туристично-готельного комплексу “Дністер” і розробка технічної документації та рекомендацій щодо подальшої безпечної експлуатації”. На основі знімання розташування тріщин з визначенням ширини їх розкриття станом на 2006 р. визначали розташування тріщин у вузлах балок (рис. 8). Ширину розкриття тріщин заміряли відліковим мікроскопом типу МПБ-2 з ціною поділки 0,05 мм. Аналіз знімання засвідчив, що у всіх прольотах ригелів спостерігаються характерні наскрізні косі тріщини в зонах максимальної поперечної сили, і ширина розкриття цих тріщин (до 1,3 мм) значно перевищує (у 4 рази!) допустиму величину за чинними нормами проектування для стадії експлуатації.

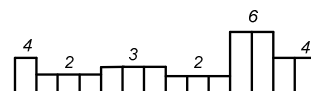
### Календарний графік виконання робіт

№ п/п	Обґрунтування ЕНІР	Найменування	Од вим	Кільк	Норма часу Л-200 М-300	Працевитрати л-год	Склад ланки	Кільк годин	Кільк змін	Кільк днів	РОБОЧИ ДНІ															
											1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	Е 11-37 2(в), К=2	Влаштування вертикальної мінеральної гідроізоляції ТГ -33	100м²	0,36	16,6	5,97	Ізолюв. 4р-1 Ізолюв. 2р-1	8	1	1	2															
2	Е 20-1-217 (1)	Свердління отворів	100 отв.	11,5	11,0	126,5	Ізолюв. 3р-2	8	1	8				2x1												
3	Е 20-1-215 (2)	Прочищення отворів	100 отв.	11,5	1,1	12,6	Ізолюв. 3р-1	8	1	2				1						1						
4	Е 36-2-110 (б), К=0,5	Контрольне заливання	100 отв.	11,5	1,65	18,97	Ізолюв. 3р-1	8	1	3					1				1							
5	Е 36-2-110 (б)	Закачування матеріалу Аквафін-Ф	100 отв.	11,5	3,3	37,9	Ізолюв. 5р-1 Ізолюв. 3р-1	8	1	3											2					
6	Е 20-1-25 (1), К=0,5	Зароблення отворів	1отв	1150	0,1	115	Ізолюв. 3р-2 Ізолюв. 2р-2	8	1	4															4	

#### Техніка безпеки

- Перед початком виконання робіт, робітники проходять інструктаж з техніки безпеки.
- Робочі виконують роботу в спецодязі і окулярах.

#### Графік руху робочої сили



#### Графік витрати будівельних матеріалів

№ з/п	Назва	Од вим	Кільк	РОБОЧИ ДНІ																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14								
1	Вапно (гашене)	кг	65				40					25													
2	Вапняно-піщаний розчин	м³	0,5																						
3	Ін'єкційний матеріал Aquafin	кг	410																						
4	Ізоляція ТГ - 33	кг	108																						

#### Інструменти та механізми

№ з/п	Назва	Од вим	Кільк
1	Електроперфоратор	шт	1
2	Компресор, ресивер	ком пл.	1
3	Напрямна-шаблон	шт	1
4	Відра	шт	3
5	Кельма	шт	3
6	Полутерки	шт	3
7	Рівень	шт	1
8	Рулетка	шт	1
9	Сверла Ø 18 мм	шт	2

#### Графік руху машин та механізмів

№ з/п	Назва	Од вим	Кільк	РОБОЧИ ДНІ																					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14								
1	Електроперфоратор	шт.	2																						
2	компресор	шт.	1																						

#### Вказівки до виконання робіт

Горизонтальну блокаду виконують з запресуванням ін'єкційного матеріалу Aquafin-F під тиском із застосуванням компресора Fini та ресивера в такій технологічній послідовності:

- Виконання вирівнювальної піщано-цементної штукатурки в зоні влаштування горизонтальної на всю її довжину з обох боків стін.
- Влаштування мінеральної еластичної гідроізоляції для запобігання можливих втрат ін'єкційного матеріалу.
- На відстані 130 мм виконуються отвори діаметром 18 мм, під кутом 30-45 градусів з застосуванням прямого шаблону. Глибина отворів повинна бути приблизно на 50 мм менша від товщини стіни. Для сверління використовується електроперфоратор (наприклад Hilti) ударно-обертвової дії, обладнаний відповідними сверлами, що працює без вібрації зі середньою швидкістю обертання до 300 об./хв.
- Прочистити отвори від залишків шламу (компресор, порохотяг).
- Виконати контрольне заливання отворів вапняним "молоком".
- Отвори з тріщинами відремонтувати рідким вапняно-піщаним розчином з подальшим їх розсвердлюванням.
- Запресувати ін'єкційний матеріал Aquafin-F за допомогою компресора Fini та ресивера.
- Закрити отвори безусадковим розчином.

#### ТЕП

№ з/п	Назва	од вим	Норм	Прий н
1	Працевитрати на 1 отвір	л-дн	0,036	0,04
2	Затрати м³/м на весь об'єм	м³/м	18	18
3	Максимальна кількість працівників	ос	5	5
4	Працевитрати на весь об'єм	л/дн	43,7	43,7
5	Тривалість виконання робіт	дн	17	17
6	Загальна вартість робіт	грн.	15645,6	15645,6

Рис. 7. Технологічна карта влаштування горизонтальної гідроізоляції

Враховуючи це, пропонується для силового склеювання тріщин використати двокомпонентну поліуританову композицію KÖSTER KB-PUR IN III (Німеччина) через її здатність сприймати значні зусилля на стиск ( $> 60 \text{ N/mm}^2$ ), забезпечуючи при тому адгезію до бетону ( $> 2,5 \text{ N/mm}^2$ ). Запресовувати матеріал рекомендовано за методом ін'єкції під тиском за допомогою спеціальних бурових штуцерів (пакерів), схему розташування яких зображено на рис. 9. за допомогою ручного поршневого насоса Desoi "HP-30LD". Схема розташування шпурів на типовому вузлі зображена на рис. 10.

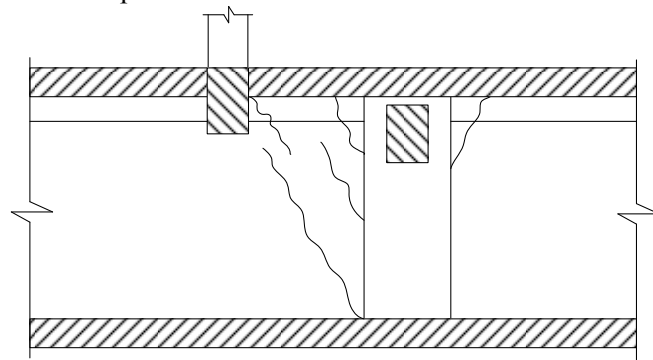


Рис. 8. Типове розташування тріщин у вузлі балок

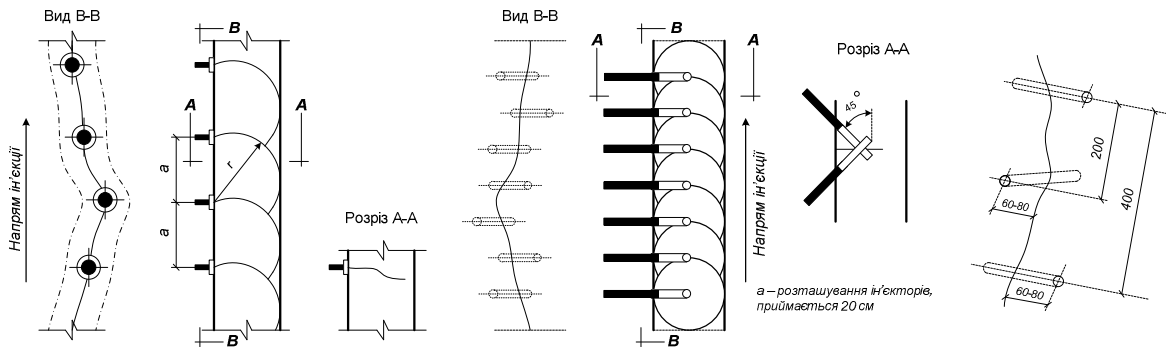


Рис. 9. Схема розташування ін'єкторів у разі закриття тріщин

Для розрахунку кількості ін'єкційного матеріалу приймаємо такі параметри:

- загальна довжина всіх тріщин на балках – 170 м;
- середня ширина розкриття тріщин – 0,8 мм;
- глибина тріщини – 0,3 м (наскрізні);
- загальний об'єм тріщин (пустоти) –  $0,04 \text{ м}^3 = 40 \text{ л}$ .

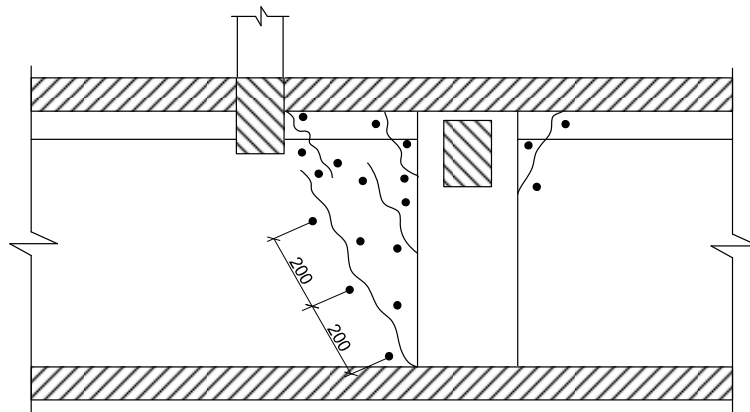


Рис. 10. Схема розташування шпурів на типовому вузлі

Розрахункова витрата матеріалу KÖSTER KB-PUR IN III (див. технічну інструкцію від



15.05.2004 р.) становить близько 1,1 кг/л пористості.

**2. Технологія посилення несучих конструкцій балок композитними матеріалами.** Для посилення рекомендовано використовувати композитну стрічку, на основі епоксидних смол з вуглеводневими волокнами, типу S&P CFK-Lamellen 120/1,4 мм. (150/2000) та типу S&P CFK-Lamellen 100/1,4 мм (150/2000), яка фіксується на двокомпонентному епоксидному клеї Resin 220.

З економічних міркувань рекомендовано застосовувати для силового склеювання тріщин епоксидний або поліуретановий ін'єкційний матеріал (ін'єктор), враховуючи розкриття тріщин до 3 мм. У разі появи тріщин з розкриттям більше 6 мм, ін'єктор необхідно видозмінити (додати мінеральний заповнювач), хоча цей самий заповнювач (тіксотропний) іноді доводиться використовувати і у разі тріщин з розкриттям більше ніж 0,3 мм, коли тріщини розташовані строго перпендикулярно і з яких ін'єктор може витікати. Тоді рекомендовано застосовувати композити поліуретанові, які щораз частіше використовують під час силового склеювання тріщин конструкцій, тому що вони мають кращі показники щодо penetрації, кристалізуються у вологому середовищі та еластичні. На спосіб виконання ін'єкції особливо впливає: одно- або різносторонній доступ до тріщин, вологісно-термічні умови, а також відповідно підібраний тиск для запресування ін'єктора. Ін'єктор повинен характеризуватися такими властивостями: хороша текучість та penetрація без створювання заторів (корків), зволоженість та причепність (адгезія до бетонної поверхні та стінок тріщини). Ін'єктор не повинен мати складників, шкідливих для бетону та арматури і повинен бути відпірним на дію алкалічного середовища, яке створює бетон. Звідси основними характеристиками для ін'єктора на предмет їх придатності для вирішення такого типу завдань є такі: густина – яка повинна бути малою для кращої penetрації в глибину тріщини у разі малих опорів просочення. Отримання доброго показника в цьому випадку за допомогою розчинників вважається недопустимим, оскільки втрачаються міцнісні характеристики матеріалу. Поверхнєве напруження ін'єктора повинно бути незначним, щоб отримати відповідну значну зволоженість бетонних поверхонь. Особливо це стосується заволожених тріщин, де ін'єктор, що надходить, повинен створювати “опуклий” меніск. Час оброблення повинен бути таким, щоб кристалізація матеріалу не відбувалася перед заповненням ним всього об'єму тріщин, а також допасований до типу ін'єкційного насоса. Усадка ін'єктора повинна бути найменшою, щоб не зменшувати адгезію і отже уникати місцевих нещільностей і небажаної появи напружень в ін'єкторі під час його кристалізації. Навпаки, корисним є незначне набухання ін'єктора.

Ін'єктор, що заповнює тріщину, буде корисним тільки тоді, якщо забезпечуватиметься відповідна адгезія до бетону та арматури, а також відповідна міцність. Зазвичай приймаємо, що адгезія до бетону ін'єктора повинна бути більшою, ніж 1,5 МПа, особливо у разі змінного розкриття тріщини. Згідно з німецькими нормами “ZTV-Riss-93” для тріщин з розкриттям більше 0,3 мм, заповнених поліуретановими ін'єкторами, зміни розкриття тріщин можуть досягати 5%, а у разі розкриття тріщини більше 5 мм – навіть до 10 %. Для тріщин з розкриттям вище 0,1 мм, заповнюваних епоксидними композиціями, допускається зміна розкриття тріщини за її довжиною, що не більше 0,03 мм. Це і є основна умова, згідно з якою приймають поліуретанові ін'єктори.

Влаштуваючи силове склеювання залізобетонної конструкції за методом ін'єкції з поліуретанової композиції, необхідно створювати тиск під час запресування  $p > 0,8$  МПа.

### Висновки

- Розроблена технологія влаштування гідроізоляції та ремонтно-відновлювальних робіт бетонних і залізобетонних конструкцій, яка базується на використанні сучасних матеріалів, приладів та обладнання, добре зарекомендувала себе з практичного та економічного аспектів, успішну апробацію якої виконано на реальних об'єктах. Зокрема басейн у будівлі готелю „Прикарпаття” („Ріксус”), залізобетонні фундаменти під розвантажувальними опорами ГПА насосної станції „Опори”, залізобетонні фундаменти АВО газу на компресорній станції „Опори II”, готель „Дністер” м. Львів та інші.
- На підставі виконаних натурних досліджень будівель і споруд, на яких була застосована розроблена методика та технологія ремонтно-відновлювальних робіт, можна констатувати значне підвищення довговічності та надійності бетонних та залізобетонних конструкцій тривалої експлуатації.
- Загальний економічний ефект від впровадження даної технології з врахуванням продовження терміну експлуатації конструкцій становить 16,70 грн. на 1 м<sup>3</sup> бетону.

**Список літератури**

1. Лучко Й.Й. Теоретичні аспекти дослідження корозії залізобетонних конструкцій / Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета // Дороги і мости. – К.: ДерждорНДІ. – 2005. – Вип. 3. – С. 25 – 39.
2. Лучко Й.Й. Математична модель просочування бруса круглого перерізу антикорозійною рідиною / Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета // Теорія і практика будівництва. – Львів, 2004. – № 520. – С. 139 – 145.
3. Лучко Й.Й. Дослідження основних рівнянь руху рідини в пористому середовищі / Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета, Б.Л. Назаревич // Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів та конструкцій. – Львів: Каменяр. – 2005. – Вип. 6. – С. 512 – 522.
4. Експериментальні дослідження вологості та засоленості бетону і цегляної кладки / Лучко Й.Й., Парнета Б.З., Назаревич Б.Л., Майба Р.І. // Матер. міжнар. наук.-техн. конф. „До 75-річчя Одеської державної академії будівництва та архітектури”. – Одеса, 2005. – Вип. № 20. – С. 185 – 195.
5. Парнета Б.З. Результати експериментальних досліджень заволоженості бетонних стін / Б.З. Парнета, Й.Й. Лучко // Дороги і мости. – К., 2006. – Вип. 6. – С. 267 – 277.
6. Лучко Й.Й. Аналіз результатів експериментальних досліджень засоленості бетонних зразків / Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво: Наук.-техн. зб. – К., 2006. – Вип. 73. – С. 219 – 224.
7. Лучко Й.Й. Технологія влаштування горизонтальної гідроізоляції в цегляних і бетонних стінах / Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета, Б.Л. Назаревич // Вісник Одеської держ. академії будівництва та архітектури. – Одеса: Місто майстрів, 2006. Вип. 23. – С. 177 – 182.
8. Лучко Й.Й. Обстеження фундаментів АВО газу на компресорній станції „Опори П” та їх посилення / Й.Й. Лучко, Б.З. Парнета // Дороги і мости. – К., 2007. – Вип. 7. – С. 47 – 56.
9. Лучко Й.Й. Технологія влаштування горизонтальної гідроізоляції в цегляних стінах / Й.Й. Лучко, Б.Л. Назаревич, Б.З. Парнета // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2005. – Вип. 13. – С. 322 – 328.
10. Пат. на корисну модель № 18465 Україна, МПК С04В 28/04 (2006.01). Полімерцементний розчин для гідроізоляційної обмазувальної штукатурки / [Й.Й. Лучко, Б.Л. Назаревич, Б.З. Парнета, О.М. Гайда.]: власник патенту НУ Львівська політехніка. – № у 2006 04568; заявл. 25.04.06; опубл. 15.11.06, Бюл. № 11.

*Лучко Йосип Йосипович* – д.т.н., професор кафедри рухомого складу і колії Львівської філії Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. академіка В. Лазаряна.

*Парнета Богдан Зіновійович* – асистент кафедри будівельного виробництва національного університету “Львівська політехніка”.