

## СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ІН'ЕКЦІЙНОЇ ВІДСІЧНОЇ ГІДРОІЗОЛЯЦІЇ

Махиня О.М., Шабалтун А.М.

Київський національний університет будівництва і архітектури  
пр. Повітрофлотський, буд. 31, 03680, м. Київ  
Tbv\_arc@ukr.net

У статті проаналізовано сучасний стан технології влаштування ін'екційної відсічної гідроізоляції. Наведено її класифікацію. Розглянуто різновиди, характеристики та галузь застосування ін'екційних сумішей, структуру, параметри й особливості технології влаштування ін'екційної відсічної гідроізоляції. *Ключові слова:* ін'екційна відсічна гідроізоляція, ін'екційна суміші, шпур, пакер.

**Современное состояние технологии устройства инъекционной отсечной гидроизоляции.** Махиня А.Н., Шабалтун А.Н. В статье проанализировано современное состояние технологии устройства инъекционной отсечной гидроизоляции. Рассмотрено ее классификацию, разновидности, характеристики и область применения инъекционных смесей, структуру, параметры и особенности технологии устройства инъекционной отсечной гидроизоляции. *Ключевые слова:* инъекционная отсечная гидроизоляция, инъекционные смеси, шпур, пакер.

**The current state of technology of placement of the injecting waterproofing.** Makhynia O., Shabaltun A. In this article was analyzed the current state of technology of placement of the injecting waterproofing. There are the classifications of it. The variety, the characteristics and the application areas of the injecting mixture; a structure, the parameters and the peculiarities of technology of placement of the injecting waterproofing were reviewed. *Key words:* the injecting waterproofing, the injecting mixture, blast hole, packer.

**Постановка проблеми.** Підйом капілярної вологи загрожує руйнуванню фундаментів і конструкцій, що з ними сполучаються. Частинки вологи, які проникають у тіло фундаментів та інших конструкцій, розширюють у них мікротріщини, підвищують вологість, зменшують морозостійкість, призводять до більш інтенсивної корозії матеріалів і біологічного їх руйнування. Особливо це небезпечно для пам'яток історичної й культурної спадщини, що може стати причиною їх втрати.

В умовах ремонту, реконструкції чи реставрації будинків і споруд, коли немає можливості влаштувати традиційну відсічну гідроізоляцію, все ширшого застосування набуває ін'екційна відсічна гідроізоляція. Різноманітність матеріалів та особливостей їх застосування вимагає більш глибокого розгляду сучасної технології влаштування ін'екційної відсічної гідроізоляції, спробу чого зроблено в статті.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями теорії і практики захисту підземних частин будинків і споруд від впливу води та влаштування гідроізоляційних покриттів займалися С.Н. Алексеева, В.О. Афанасьєва, В.І. Бабушкіна, А.П. Баглай, В.В. Бойко, Ю.М. Баженова, Р. Вуйцик [1; 2], О.С. Гончаров, Д.Ф. Гончаренко, Л.П. Зарубіна [3], В.А. Івахнюк, В.С. Іскріна, Є.К. Карапузов [4], В.М. Киринос, О.В. Коваленко [5], В.В. Козлова, Т.С. Кравчуновська, С.І. Кривоносов, В.В. Савйовський, В.А. Таранов, В.І. Терновий, В.І. Торкатюк, Р.Б. Тянь, І.А. Риб'єва, С.Н. Попченко, К. Хільмер, В.К. Черненко, Т.М. Штоль, М.Г. Ярмоленко.

**Метою роботи** є огляд сучасного стану технології влаштування ін'екційної відсічної гідроізоляції, виявлення її переваг і недоліків.

**Виклад основного матеріалу.** Сутність технології влаштування ін'екційної відсічної гідроізоляції полягає в нагнітанні до конструкції та її просочуванні спеціальними гідроізоляційними сумішами, які в подальшому створюють водонепроникний монолітний масив, що запобігає проникненню вологи. Захист від зволоження конструкцій здійснюють за рахунок зменшення радіусу капілярів чи їх ущільнення, гідрофобізації поверхні або комбінованих впливів на матеріал конструкції [2].

Сучасну ін'екційну відсічну гідроізоляцію можна класифікувати за:

– **матеріалом ін'екційної суміші:** *видом в'язучого (мінеральні:* цементні; на основі лужних силікатів (рідкого скла); *мінерально-полімерні:* полімер-цементні; суміші силікатів і лужних метил силікатів; *полімерні:* кремній-органічні; на основі поліуретанових, епоксидних чи акрилових, акрилатних смол; лужних пропілсилікатів; силанів і низькомолекулярних силосанів; силіконових емульсоїдів SMK; асфальтові емульсії, асфальтові емульсії в органічних розчинах; термопластичні емульсії; парафіни, компоненти газових восків; *за складом суміші* (однокомпонентні чи багатокомпонентні);

– **технологічними параметрами:** *способом нагнітання суміші до конструкції* (під тиском, самопливом, із застосуванням ефекту електроосмосу чи пульсуючого струменю, одноетапне чи багатоетапне

нагнітання); способом розміщення шпурів і пакерів (однорядна чи багаторядна (двохрядна) (рис. 1, 2); однібочна чи двобічна (рис. 3)); способом термічної підготовки (з підігріванням суміші, основи, чи того й іншого або без нього) виду ін'єкційної речовини (рідини, піни чи аерозолу), виду підготовки поверхні (з попереднім осушенням чи без нього).

Швидкість капілярного піднімання води пропорційна до величини радіуса пор, а тому застосування сумішей, які зменшують радіус пор, зумовлює зменшення швидкості капілярного всмоктування. Прикладами таких матеріалів є суміші на основі мінеральних в'язучих: цементів, рідкого скла. Такі матеріали загальнодоступні й мають невелику собі-

вартість, але вони не забезпечують надійного перекриття руху капілярної вологи, внаслідок усадки, утворення шкідливих побічних продуктів (під час застосування силікатів) чи пористості (під час застосування цементів).

Застосування полімерцементних сумішей із високоміцних цементів, піску та активних хімічних домішок дає змогу частково усунути недоліки цементних сумішей, наприклад, Лахта® [8]. Усе ширше також застосовують цементні суміші з меншим розміром заповнювачів (до 0,08...0,95 мм), так звані мікроцементні суміші (наприклад, Sika® InjectoCem-190 [7; 13], Maxgrout Injection® [9], Liakor® ISB [15]). При цьому захист від зволоження

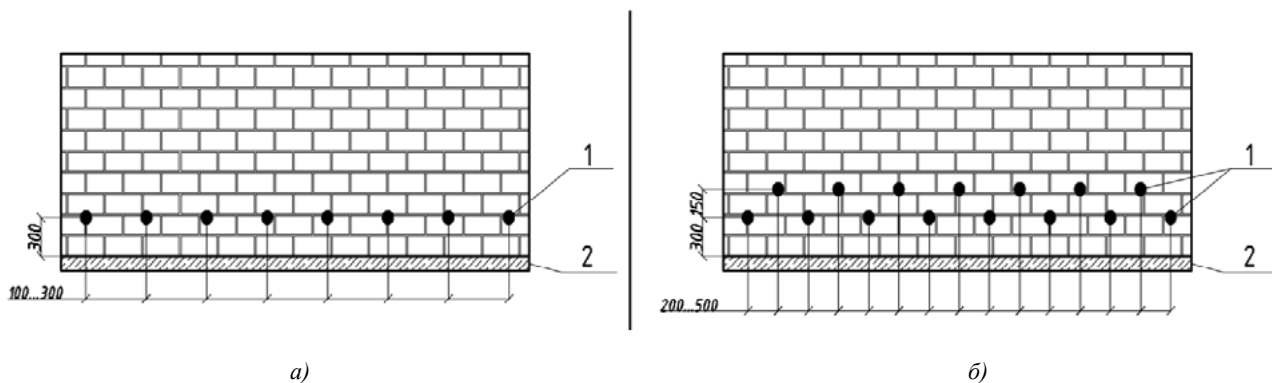


Рис. 1. Способи розміщення шпурів і пакерів для ін'єкції: а – однорядне; б – багаторядне (дворядне); 1 – шпур; 2 – рівень підлоги

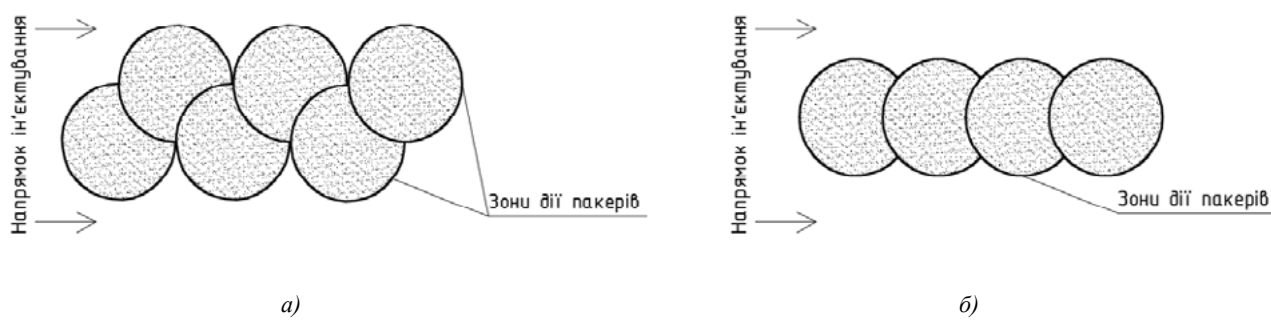


Рис. 2. Схеми взаємного перекриття зон ін'єктування, при розміщенні шпурів і пакерів: а – однорядному; б – двохранному

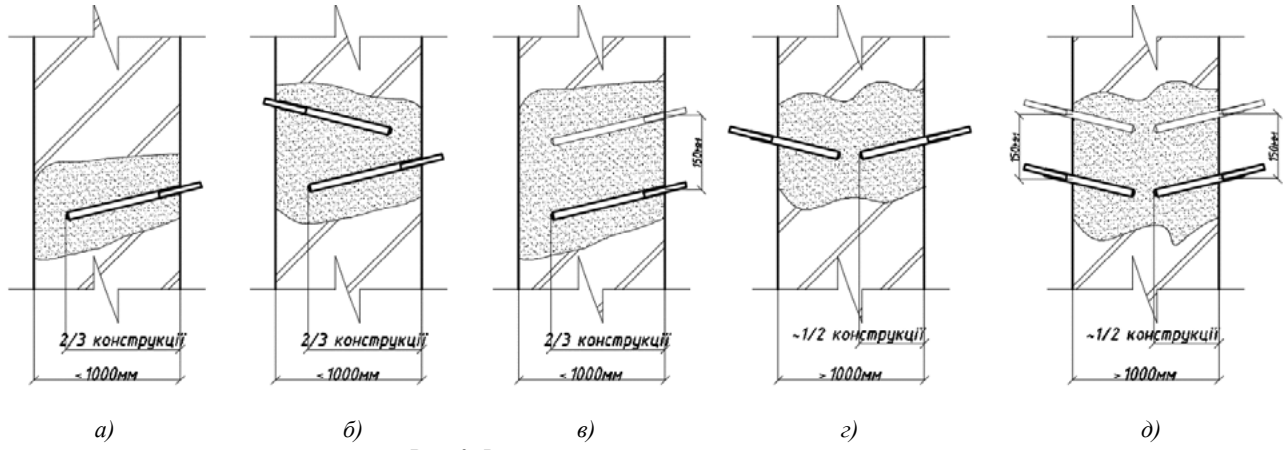


Рис. 3. Варіанти розміщення шпурів і пакерів: а – однібочне однорядне; б – двобічне однорядне в різних рівнях; в – однібочне дворядне в шаховому порядку; г – двобічне однорядне в одному рівні; д – двобічне дворядне в шаховому порядку

конструкцій здійснюють за рахунок комбінованого впливу (зменшення радіусу капілярів і їх ущільнення). Мікроцементні суміші утворюють непроникний для води бар'єр унаслідок процесів кристалізації, який може відновлюватись у разі потрапляння води. Порівняно з полімерцементними сумішами в них менша в'язкість та осідання, більше проникнення до матеріалу конструкції, але при цьому зменшується її паропроникність (таблиця 1).

Гідрофобізуючі суміші на основі силікатів і кремнійорганічних сполук (наприклад, Ceresit® CO 81 [4; 17], Remmers© Kiesol® [11]) під час взаємодії з водою утворюють нерозчинні солі, що заповнюють пори й мікротріщини конструкції, при цьому проходить гідрофобізація поверхні. Вони добре проникають до пор і мікротріщин завдяки в'язкості, що наближається до в'язкості води, навіть при зволоженій поверхні

Таблиця 1

## Характеристики ін'єкційних сумішей

Назва параметра	Одиниці виміру	Значення параметра ін'єкційних сумішей					
		полімерцементних	мікроцементних	поліуретанових	акрилових	епоксидних	кремнійорганічних
		промислового виготовлення торгової марки					
		Лакта®	Maxgrout injection®/Liakor ISB®	Aqafin-P4®/Аквідур-ЕСП®	Vitracryl gel V/R®	Sikadur-52®	Ceresit® CO81
Густина	кг/м <sup>3</sup>	947	960/1000	985/70–140	1050	1100	1180
В'язкість	мПа·с	2,19	2,1/2,13	150/650	2,46–2,66	430	1,08
Час життя/тузавлення	хв.	~30	~20–30	~25–35/30	~2–30	~25	-
Осідання	см	0,5÷0,8	0,3	-	-	-	0,3
Витрати	Кг/л	~1,6	~1,33/1,67	~1/не нормується	~	1	10÷15
Збільшення в об'ємі	%	-	-	≥100	~60	-	-
Проникнення до конструкції	мм	≤60...70	≤100	≤80	≤60	≤60	≤120
Попереднє висусшення конструкції		+	±	-	-	+	-
Наявність активного напору води		-	-	+	+	-	-
Паропроникність	мг/(м·год·Па)	≤0,027	≤0,012	≤0,005	~0	~0	≤0,02

Таблиця 2

## Галузь застосуванням ін'єкційних сумішей

Різновид ін'єкційної суміші	Різновид конструкції за матеріалом				
	кам'яна (цегляна)	бетонна	залізобетонна	бутова	пористого бетону
полімерцементні	+	+	+	+	-
мікроцементні	+	+	+	+	±
поліуретанові	±	+	-	-	-
акрилові	±	+	-	+	-
епоксидні	-	+	-	+	-
кремнійорганічні	±	+	+	±	±

(таблиця 1). Їх недоліком є поява шкідливих стонних речовин і часткове осідання розчину.

Безперечною перевагою поліуретанових матеріалів (наприклад, Aquafin®-P4 [14], Аквідур®-ЕСП [16]) є їх гідрореактивність, що усуває потребу у видаленні вологи із зони пошкоджень, а її, навпаки, використовують для полімеризації, тому такий матеріал не рекомендують наносити на суху поверхню (таблиця 1).

Під час полімеризації утворюється піна та збільшується об'єм матеріалу (від 3 до 25 разів) з підвищенням його внутрішнього тиску (до 30 бар), що обмежує його використання в кам'яних конструкціях.

Акрилові суміші на основі акрилатів і метакрилатів (наприклад, Vitracryl Gel®V/R [10]), що за властивостями схожі до води, проникають у дрібні капіляри, які закупорюють гумоподібною речовиною, що збільшується в об'ємі (таблиця 1). Проте для ін'єктування армованих бетонних конструкцій їх використання обмежене через корозійну дію на металеву арматуру.

Суміші на основі епоксидних смол (наприклад, Sika® Sikadur®-52 Injection N/LP [7; 12]) мають високу механічну міцність при стисканні й підвищену стійкість до атмосферних впливів. Епоксидні матеріали характеризуються високою проникною здатністю й адгезією до бетону, але їх застосування потребує видалення вологи з ремонтної зони. Крім

того, до їх недоліків необхідно зарахувати невисоку вогнестійкість та утворення шкідливих речовин.

До переваг сумішей із полімерних матеріалів необхідно зарахувати відсутність усадки при твердінні (таблиця 1).

За галуззю застосування (таблиця 2) найбільш універсальні полімерцементні, мікроцементні та кремнійорганічні суміші.

Загалом процес влаштування традиційної ін'єкційної відсічної гідроізоляції складається з таких операцій:

– *підготовчі операції*: видалення опоряджувального шару в місцях свердління шпурів; виправлення дефектів конструкції в зоні ін'єктування та її просушування (за потреби); очищення поверхні; розмітка і свердління шпурів; очищення їх від продуктів свердління; встановлення пакерів (ін'єкційних трубок) у шпури; герметизація місць установлення пакерів;

– *основні операції*: приєднання й налаштування системи нагнітання розчинів; підготовка ін'єкційних розчинів; ін'єктування конструкції (нагнітання ін'єкційного розчину); від'єднання системи нагнітання розчинів; закриття отворів пакерів; а після технологічної перерви на твердіння розчину виїмання пакерів і замазування шпурів.

Трудомісткість виконання гідроізоляції значною мірою залежить від параметрів шпурів, які влаштовують у стіні (їх діаметр, глибина, кут нахилу, крок,

Таблиця 2

Галузь застосуванням ін'єкційних сумішей

Різновид ін'єкційної суміші	Різновид конструкції за матеріалом				
	кам'яна (цегляна)	бетонна	залізобетонна	бутова	пористого бетону
полімерцементні	+	+	+	+	-
мікроцементні	+	+	+	+	±
поліуретанові	±	+	-	-	-
акрилові	±	+	-	+	-
епоксидні	-	+	-	+	-
кремнійорганічні	±	+	+	±	±

Таблиця 3

Технологічні параметри розташування отворів для ін'єктування

Торгова марка ін'єкційної суміші	Технологічні параметри отворів			Схема розташування отворів			
	Діаметр, мм	Крок, мм	Кут нахилу, град	В один ряд	У два ряди	Однорядне	Дворядне
Лакта®	25...30	120...200	30...60	+	+	+	+
Maxgrout Injection®	16...18	150...500	30	+	+	+	+
Vitracryl Gel® V/R	17...18	до 150	45	±	+	+	±
Liakor® ISB	25...30	100...120	45	+	+	+	±
Sikadur®-52 Injection N/LP	20	200...250	30...60	±	+	+	+
Aquafin®-P4	20	200...300	45	+	+	+	+
Аквідур®-ЕСП	20	150...900	45	±	+	+	±
Kiesol®	12	120	45...60	±	+	+	±
Ceresit® CO 81	12...18	120	30...45	+	+	+	+

Таблиця 4

## Технологічні параметри влаштування ін'єкційної відсічної гідроізоляції

Параметри ін'єктування		Параметри конструкції		Вид ін'єкційного розчину	
спосіб	тиск, МПа	розкриття тріщин, мм	максимальна вологість, %	склад	торгова марка
Під тиском	0,5	≤ 0,3	≥ 100 (активний напір води)	Однокомпонентний, полімерцементний	Лакта®
	0,3	≤ 0,5	≤ 70	Однокомпонентний, мікроцементний	Maxgrout Injection®
	0,2...0,24	≤ 0,2	≥ 100 (активний напір води)	Двохкомпонентний, на основі акрилатів і метакрилатів	Vitracryl Gel® V/R
	0,05...0,3	≤ 0,2...0,3	≤ 8...10	Однокомпонентний, полімерцементний	Liakor® ISB
	0,2	≤ 0,5	≤ 40	Двохкомпонентний, на основі епоксидної смоли	Sikadur®-52 Injection N/LP
	0,5...1,5	≤ 0,2...0,5	≤ 80	Двохкомпонентний, на основі поліуританової смоли	Aquafin®-P4
	0,5...0,8	≤ 0,3	50...100	Однокомпонентний, на основі поліуританової смоли	Аквідур®-ЕСП
	0,2...0,7	≤ 0,3...0,5	≤ 80	Однокомпонентний, на основі кремнієвих кислот	Ceresit® CO 81
Самопливом	Без створення додаткового тиску	≤ 0,5	≤ 95	Однокомпонентний, на силановій основі	Kiesol®
		≤ 0,3...0,5	≤ 80	Однокомпонентний, на основі кремнієвих кислот	Ceresit® CO 81
		≤ 0,2...0,3	≤ 8...10	Однокомпонентний, полімерцементний	Liakor® ISB

кількість рядів, розташування шпурів щодо підлоги і боків стін), що, у свою чергу, приймають залежно від виду й матеріалу конструкції; виду гідроізоляційних матеріалів; ступеня зволоження конструкції; технічного стану конструкції та суміжних елементів; способу нагнітання розчину; параметрів технічного оснащення [2]. Для сучасних товарних ін'єкційних сумішей влаштовують шпури з діаметром отвору від 12 до 30 мм, з кроком 120...900 мм і кутом нахилу 30...60° (таблиця 3).

На трудомісткість і собівартість влаштування гідроізоляції впливає також стан основи. Сучасні товарні ін'єкційні суміші застосовують при розкритті тріщин до 0,5 мм і максимальній вологості конструкції від 8 до 100%, а окремі суміші можуть бути застосовані при активному опорі води (таблиця 4). Суміші нагнітають до конструкції самопливом чи під тиском від 0,2 до 1,5 МПа (таблиця 4).

**Головні висновки.** Аналіз технології влаштування ін'єкційної відсічної гідроізоляції виявив такі її переваги [6]:

- можливість виконання робіт у стислих умовах без додаткового розбирання конструкцій;
- відсутність потреби в зміні розмірів попередніх перерізів конструкцій;
- можливість збільшення монолітності й міцності конструкцій;

- можливість висушування та зменшення вологості вище розташованих конструкцій;

- поліпшення санітарно-гігієнічних та екологічних умов у приміщеннях.

- До недоліків цієї технології необхідно зарахувати такі:

- застосування тільки в непошкоджених, слабо- чи середньопошкоджених конструкціях, при максимальному зниженні несучої здатності до 25%;

- відсутність доступного точного методу визначення внутрішнього стану конструкції (наявності порожнин і їх розташування) до влаштування гідроізоляції й після її влаштування;

- відсутність методики розрахунку технологічних параметрів влаштування ін'єкційної відсічної гідроізоляції з урахуванням стану конструкції;

- відсутність комплексних досліджень щодо довговічності та взаємодії гідроізоляції з конструкцією з плином часу.

Актуальним науковим завданням подальших досліджень є виявлення факторів і взаємозв'язків, що впливають на технологію влаштування ін'єкційної відсічної гідроізоляції, а також уточнення технологічних параметрів і режимів, рецептур розчинів з урахуванням стану конструкції, її подальшої довговічності й екологічної безпеки.

## Література

1. Вуйцик Р. Механические методы устройства горизонтальной гидроизоляции в исторических зданиях. Строительные материалы. 2006. № 9. С. 58–59.
2. Вуйцик Р. Восстановление горизонтальной гидроизоляции в зданиях инъекционным методом. Строительные материалы. 2006. № 10. С. 84–87.
3. Зарубина Л.П. Гидроизоляция конструкций, зданий и сооружений. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2011. 155 с.
4. Карапузов С.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є. Матеріали і технології у сучасному будівництві: підручник. Київ: Вища освіта, 2004. 416 с.
5. Коваленко О.В., Крученко В.Д. Ін'єкційна гідроізоляція – ефективний метод усунення активних протікань води через конструкції гідротехнічних споруд / Інститут водних проблем і меліорації НААН. Меліорація і водне господарство. 2013. Вип. 100. С. 138–147.
6. Гетун Г.В., Румянцев Б.М., Жуков А.Д. Системи ізоляції будівельних конструкцій. Дніпро: Журфонд, 2016. 676 с.
7. Брошура від виробника / Sika building trust; «Waterproofing leak sealing solutions with Sika injection systems, for concrete, masonry and natural stone structures». 19 с.
8. Инструкция по применению сухой смеси ЛАХТА проникающая гидроизоляция. URL: [http://www.rastro.ru/catalogue/gidroisoliatsia/gidroisoliatsia\\_21.html](http://www.rastro.ru/catalogue/gidroisoliatsia/gidroisoliatsia_21.html).
9. Инструкция по применению Максгрут Инжекшн. URL: <https://www.gydrozo.ru/upload/iblock/280/TO%20Максгрут%20Инжекшн%20ред%20151.03.pdf>.
10. Инструкция по применению Витракрил Гель В/Р. URL: <http://gdps.ru/katalog-produktsii/item/vitrakril-gel-v-vitracryl-gel-v#загрузить>.
11. Техническое описание артикул 0727 Kiesol C. URL: <http://remmers.net.ua/catalog/detail/id/287>.
12. Техническая карта материала Sikadur-52 Injection Тип N и LP. URL: <http://www.aquaproof.com.ua/epoksidnaya-smola-Sikadur-52-Injection-A-B-N-d288.htm>.
13. Технічний опис матеріалу Sika@injectoCem-190. URL: [https://idn.sika.com/dms/getdocument.get/1c563c01-5028-38a1-bc4b-5908236b0ebd/sika-injectocem-190\\_pds-en.pdf](https://idn.sika.com/dms/getdocument.get/1c563c01-5028-38a1-bc4b-5908236b0ebd/sika-injectocem-190_pds-en.pdf).
14. Техническое описание Aquafin-P4. URL: <http://www.aquaproof.com.ua/dvykhkomponentnaya-inektsionnaya-elasticnaya-smola-AQUAFIN-r4-d1021.htm>.
15. Технічна карта Liakor ISB. URL: <http://liakor.ua/materialy-budivelnoi-khimii/iniektsiina-hidroizoliatsiia/117-liakor-isb-3.html>.
16. Техническое описание Аквидур-ЭСИ. URL: <http://strim.su/uploads/files/pdf/Аквидур%20ЭС-П.pdf>.
17. Технічний опис Ceresit CO 81. URL: <http://ceresit.ua/ru/categoryproducts/products/show?id=182>.