

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201901-155>

Available at: <http://mivg.iwvim.com.ua/index.php/mivg/article/view/155>

УДК 666.96; 691.5; 961.333

## СУЧАСНІ ГІДРОАКТИВНІ ПОЛІУРЕТАНИ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ВОДОНЕПРОНИКНОСТІ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД

**О.В. Коваленко, канд. техн.наук**

Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;

<https://orcid.org/0000-0002-2047-8859>; e-mail: [aleksandr55kovakenko@gmail.com](mailto:aleksandr55kovakenko@gmail.com)

**Анотація.** У статті проаналізовано сучасний ринок гідроактивних поліуретанових ін'єкційних композицій провідних світових виробників, їх реакційна здатність та фізико-механічні властивості як матеріалу для відновлення водонепроникності бетону гідротехнічних споруд водогосподарсько-меліоративного комплексу. Досліджено та проаналізовано основні чинники, які впливають на технологічні властивості одно- та двокомпонентних поліуретанових композицій. Досліджено вплив вмісту каталізатора та температури оточуючого середовища на швидкість полімеризації та на водореакційну здатність поліуретанових композицій. Встановлено, що найбільш перспективними для застосування в технологіях ін'єкційної гідроізоляції на гідротехнічних спорудах є двокомпонентні поліуретанові смоли, які дозволяють усунути протікання води через конструкції різної інтенсивності: від крапельної до активної струменевої фільтрації. Двокомпонентні поліуретанові смоли типу Carbo Pur, Tunnelinjekt, RepePurFoam при взаємодії з водою утворюють жорстко-еластичну піну з високими фізико-механічними властивостями: міцністю на стиск 60...75 МПа, міцністю на згин 30...83 МПа, адгезією до водонасиченого бетону 2,4...2,8 МПа. Залежно від вмісту каталізатора та прискорювача полімеризації швидкість спінування таких композицій коливається в межах від 0,8 до 16 хвилин. Залежно від швидкості полімеризації поліуретанові композиції можна класифікувати як повільно-, швидко- та надшвидко-реактивні. У натурних умовах підтверджена висока ефективність застосування двокомпонентних поліуретанових смол у технологіях ін'єкційної гідроізоляції докових частин насосних станцій, зокрема і для зупинки активних фонтануючих протікань. Застосування поліуретанів в технології ін'єкційної гідроізоляції засновано на їх здатності спінуватися в результаті реакції частини ізоціанатних груп з водою і, таким чином, відновлювати водонепроникність конструкцій

**Ключові слова:** фільтрація, поліуретани, ін'єкційні смоли, реакційна здатність, швидкість полімеризації, водонепроникність, ремонтно-відновлювальні роботи

**Актуальність теми.** Гідротехнічні споруди (ГТС) водогосподарсько-меліоративного комплексу (ВМК) виконані, як правило, з бетону та залізобетону. Довговічність бетону є основним показником надійності експлуатації бетонних конструкцій ГТС. Основною умовою довговічності бетону у водному середовищі є його висока щільність, що обумовлює водонепроникність конструкцій [1]. Разом з тим, у гідротехнічному бетоні у процесі експлуатації під дією силових, атмосферних, хімічних та інших агресивних факторів розвиваються дефекти, які знижують його водонепроникність. Найбільш характерними дефектами є пасивні тріщини з різною шириною розкриття по поверхні та розушільнені зони, переважно з активною фільтрацією, в огорожувальних конструкціях, зокрема в докових частинах насосних станцій. Такі дефекти найчастіше локалізовані в деформаційних швах стін, стикових сполученнях «стіна-підлога» та «стіна-стеля», кутових сполученнях, у місцях вводу інженерних комунікацій (рис. 1).

При фільтрації води з низькою тимчасовою жорсткістю через пошкоджений бетон гідротехнічних споруд активізується корозія І виду-розчинення та вимивання водою гідроксиду кальцію (вилуговування) [2]. Поступове розчинення і вимивання з цементного каменю гідроксиду кальцію викликає розклад інших складових цементного каменю (гідросилікатів), що призводить до розушільнення структури бетону і, як наслідок, до підсилення крапельної фільтрації води через конструкцію споруди. Крапельна фільтрація в спорудах збільшується в часі, потім розвивається струменева фільтрація води через конструкції, що може призвести до повного руйнування споруди.

**Аналіз попередніх досліджень.** Ефективним методом відновлення монолітності та щільності бетону ГТС є технологія ін'єктування – нагнітання під тиском у дефекти бетону полімерних композиційних матеріалів [3]. Ін'єкційна гідроізоляція є ефективним методом усунення активних протікань води через бетонні конструкції ГТС [4-9].

© О.В.Коваленко, 2019



ефективність застосування в практиці ремонтно-відновлювальних робіт на ГТС водогосподарсько-меліоративного комплексу.

**Методика досліджень.** Властивості ін'єкційних поліуретанових смол визначали згідно з нормативними документами: міцнісні характеристики – згідно з DIN53421, початок спінювання та кінець спінювання – згідно з МСТ PV 10-301-0, твердість по Шору – згідно з ISO 7619-1.

**Результати досліджень.** Аналіз ринку будівельних матеріалів показує, що останнім часом з'явився достатньо широкий асортимент поліуретанових ін'єкційних смол. Основними виробниками поліуретанових смол, які присутні на ринку України, є іноземні компанії: *MinovaCarboTech* (Німеччина), *Schomburg* (Німеччина), *Vau Profi Chemie* (Німеччина), *Deitermann* (Німеччина), *Basf* (Німеччина), *Tradess* (Бельгія), *Sika* (Швейцарія), *Marci*

(Італія), *Drizoro* (Іспанія) (табл. 1). Частина наведених поліуретанових смол є однокомпонентними (PC Leakinject Uni 6816/E, PC Leakinject Flex 6890, PenePurFoam 65, PenePurFoam 1K, Sika Injection-101, та ін.), а частина – двокомпонентними (CarboPur F, CarboPurWF, CarboPurWFA, CarboPur BX, Tunnelinjekt 2K 6822 F, PC Leakinject 2K Flex 6811 LV та ін.).

Однокомпонентні поліуретанові смоли – це рідини з низькою в'язкістю на основі дифенілметандиізоціанату, які поставляються з каталізатором. Перед застосуванням смоли та каталізатор ретельно перемішують. Під дією каталізатора і води, яка знаходиться в дефектах бетону, вони тужавіють та спінюються, утворюючи еластичну піну. Результати досліджень показують, що реакційна здатність (швидкість полімеризації та спінювання) цих композицій залежить від вмісту каталізатора в суміші та температури оточуючого середовища (рис. 2).

#### 1. Поліуретанові ін'єкційні смоли провідних виробників

№ п/п	Найменування виробника	Назва композицій
1	MinovaCarboTech (Німеччина)	Bevedol WF 16, Bevedol WFA-Bevedan, Bevedol WF-Bevedan, Carbo CracSeal, Carbo CracSeal H, CarboPur WX, CarboPur F, CarboPurWF, CarboPurWFA, CarboPur BX
2	Schomburg (Німеччина)	Aquafin-P1, Aquafin-P4
2	Basf (Німеччина)	Masterinjekt 1325, Masterinjekt 1330
3	Vau Profi Chemie (Німеччина)	PenePurFoam, PenePurFoam 65, PenePurFoam 1K, PeneSplitSeal, PeneSplitSeal S
2	Deitermann (Німеччина)	Eurolan FK Inject 2
4	Tradess (Бельгія)	PC Leakinject Uni 6816/E, PC Leakinject 2K Flex 6811 LV, PC Leakinject Flex 6890, PC Tunnelinjekt 2K 6822 F, PC Tunnelinjekt 2K 6822 Thix F/UF
5	Sika (Швейцарія)	Sika Injection-101, Sika Injection-105, Sika Injection-201/-203
5	Drizoro (Іспанія)	Maxurethane Injection B, Maxurethane Injection A
6	Marci (Італія)	Foamjet F, Foamjet 260 LV, Foamjet T, Resfoam 1KM, Resfoam 1KM Fleks

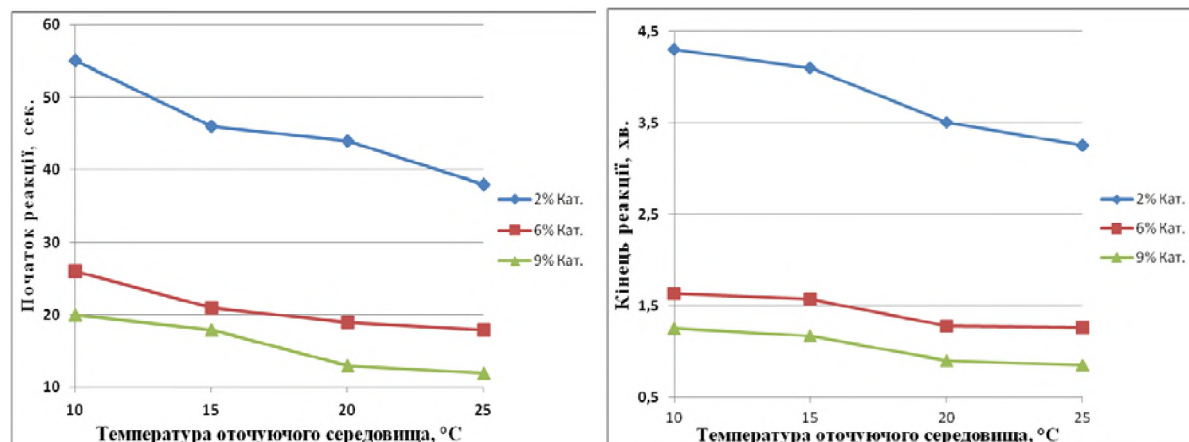


Рис. 2. Вплив вмісту каталізатора та температури на час полімеризації поліуретанової смоли PC Leakinject Uni 6816/E (вміст води в суміші 1%)

Як видно з рис. 2, із збільшенням вмісту каталізатора в суміші від 2 до 9% швидкість реакції полімеризації зростає в 3,3-3,9 раз, а із збільшенням температури оточуючого середовища від 10 до 25 °С швидкість полімеризації зростає в 1,3-1,4 рази. Регулювання швидкості полімеризації особливо необхідне при низьких температурах, для найшвидшого усунення активних протікань, а також при знаходженні об'єкта, що ремонтується, під постійним гідростатичним тиском. Швидкість взаємодії з водою також зростає із збільшенням вмісту каталізатора в композиції та підвищенням температури оточуючого середовища (рис. 3).

Однокомпонентні поліуретанові смоли, як правило, застосовують для тимчасової зупинки протікань води, двокомпонентні – для довгострокової герметизації конструкцій.

Двокомпонентні поліуретанові смоли складаються з компоненту А – різного виду поліолів та компоненту Б – поліізоціанатів різної хімічної природи. Це смоли різної в'язкості та різної хімічної активності, але всі вони активно реагують з водою, утворюючи жорсткоеластичну піну. Без контакту з водою спінювання не відбувається, а після полімеризації утворюється щільний, водонепроникний поліуретан з високими фізико-механічними властивостями (табл. 2).

Компоненти А і Б поставляються готовими до застосування. Обидва компоненти ін'єктують у тіло бетону 2-компонентним насосом, який забезпечує подачу компонентів у співвідношенні 1:1 за об'ємом, попередньо змішуючи їх у статичному змішувачі. Після змішування компонентів відбувається різке збільшення в'язкості композиції, а при ін'єктуванні їх у бетон, який фільтрує воду, відбувається спінювання.

Двокомпонентні поліуретанові ін'єкційні смоли за реакційною здатністю (швидкістю спінювання) можна розділити на повільнореактивні, швидкоактивні та надшвидкоактивні (табл. 3).

Смоли однієї лінійки відрізняються вмістом прискорювача полімеризації в компоненті А, який і визначає реакційну здатність смоли конкретної марки. На швидкість спінювання двокомпонентних поліуретанових ін'єкційних смол впливає температура оточуючого середовища (рис. 4, 5).

Як видно з рис. 4, 5, із зростанням температури оточуючого середовища від 10 до 25 °С швидкість реакції смол з водою збільшується в 1,5-2,0 рази.

В ІВПіМ НААН розроблено робочі проекти з ін'єкційної гідроізоляції докових частин Бортницької, Ірпінської, Трубізької

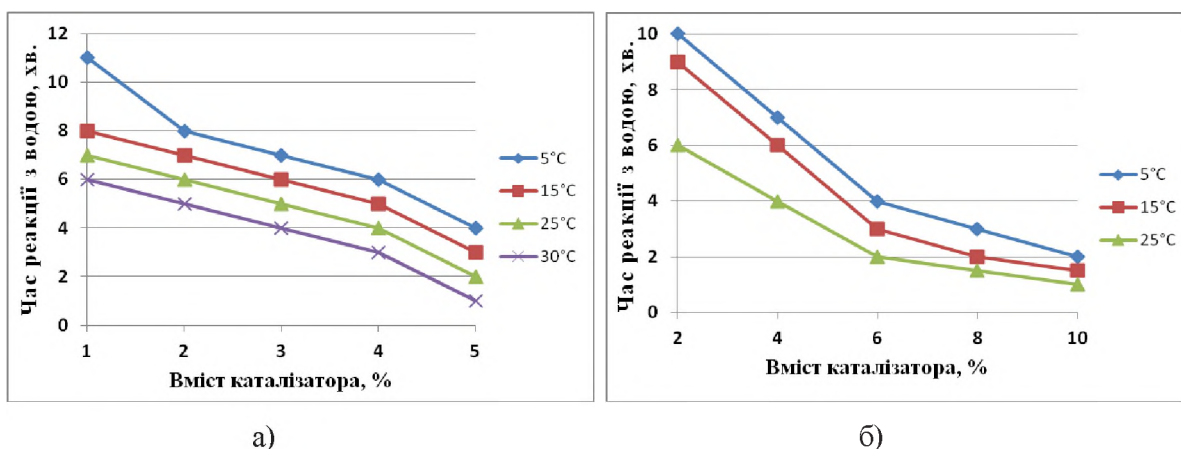


Рис. 3. Вплив вмісту каталізатора та температури на час реакції з водою поліуретанових смол PenePurFoam 1K (а) та PenePurFoam 65 (б)

## 2. Фізико-механічні властивості двокомпонентних поліуретанових смол (24 год. після полімеризації, 20°C)

Марка смоли	Твердість по Shore D	Міцність на стиск, МПа	Міцність на згин, МПа	Адгезія до сухого бетону, МПа	Адгезія до водонасиченого бетону, МПа
CarboPur F	70	75	45	4,3	2,6
Tunnelinjekt 2K 6822 S/M/F	73	72	83	4,2	2,8
Tunnelinjekt 2K 6822 F/UF	80	60	30	4,0	2,4

## 3. Реакційна здатність двокомпонентних поліуретанових смол при 20°C

Марка смоли	Початок спінування	Кінець спінування	Характеристика смоли
CarboPur F	2 хв.45 сек.	16 хв. 15 сек.	Повільно-реактивна
CarboPur BX	2 хв.10 сек.	8 хв.45 сек.	
PenePurFoam N	1 хв. 20 сек.	4хв.40 сек.	
Tunnelinjekt 2K 6822 S,	50 сек.	3 хв.45 сек.	
Tunnelinjekt 2K 6822 Thix F	38 сек.	3 хв.45 сек.	Швидко-реактивна
Tunnelinjekt 2K 6822 M	35 сек.	3 хв.30 сек.	
CarboPurWF	70 сек.	2 хв.10 сек.	
PenePurFoam NR	35 сек.	3 хв.5 сек.	
Tunnelinjekt 2K 6822 Thix UF	30 сек.	2 хв.10 сек.	Надшвидко-реактивна
Tunnelinjekt 2K 6822 F	30 сек.	1 хв.45 сек.	
PenePurFoam R	25 сек.	1 хв.30 сек.	
CarboPurWFA	25 сек.	50 сек.	

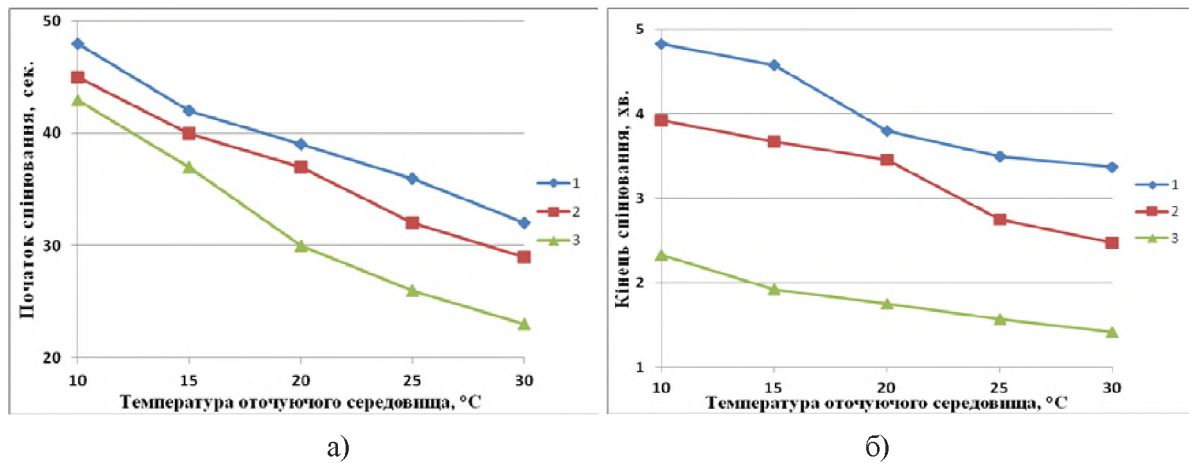


Рис. 4. Вплив температури на початок (а) та кінець (б) спінування смол:  
1 – Tunnelinjekt 2K 6822 S, 2 – Tunnelinjekt 2K 6822 M, 3 – Tunnelinjekt 2K 6822 F

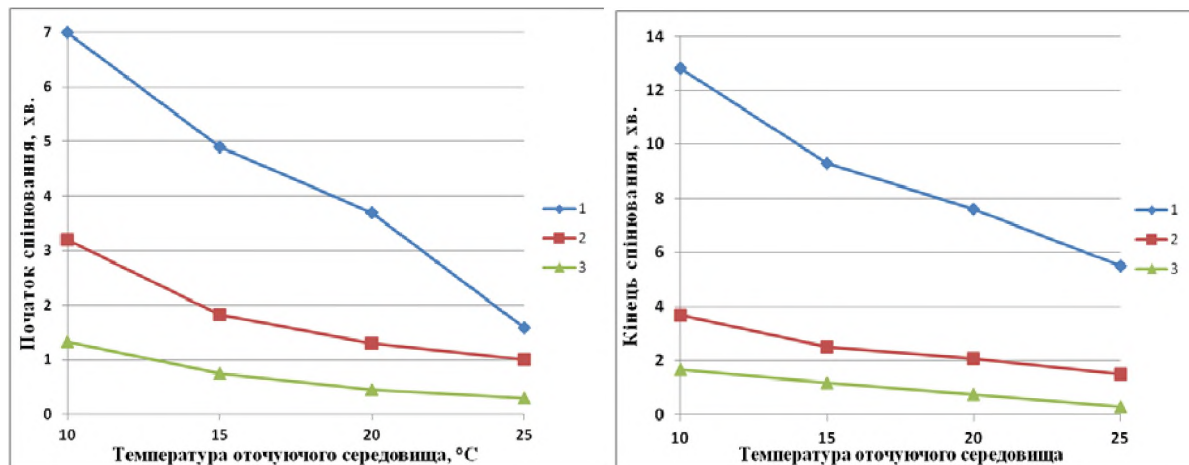


Рис. 5. Вплив температури на початок (а) та кінець (б) спінування смол:  
1 – CarboPur F, 2 – CarboPurWF, 3 – CarboPurWFA

насосних станцій та насосної станції Конча-Заспа-Плюти Дніпровського басейнового управління водних ресурсів. Проектами

передбачено ін'єктування поліуретанових смол CarboPur та Carbo CracSeal для виконання таких робіт:

- усунення протікань через деформаційні шви бетонування, а також через усадочні та конструктивні тріщини;

- усунення протікань в зонах примикань «стіна-підлога», «стіна-стеля»;

- герметизація протікань через місця вводу інженерних комунікацій (трубопроводів);

- улаштування відсічної та вуальної гідроізоляції в залізобетонних стінах (нагнітання смол в стіну).

Згідно з розробленими проектами були виконані ремонтно-відновлювальні роботи. Технологія ін'єктування включала ряд послідовних операцій. За допомогою електричного перфоратора в шахматному порядку по обидві сторони тріщини, деформаційного шва, стикового сполучення конструкцій або місць вводу інженерних комунікацій з кутом нахилу  $45^\circ$  проводили вибурювання ін'єкційних отворів діаметром 14 мм і глибиною 250-300 мм з кроком 200 мм (рис. 6а). Після очищення отворів від бурового пилу в них встановлювали пакери-ін'єктори зі зворотнім клапаном (рис. 6б).

До ніпельної головки крайнього пакера через систему трубопроводів під'єднували змішувач двокомпонентного насоса (рис. 7).

Для ін'єктування застосовували двокомпонентну поліуретанову смолу Carbo PurWF. Компоненти А і Б в об'ємному співвідношенні 1:1 за допомогою статичної мішалки перемішували та за допомогою двокомпонентного насоса через затвор пакера нагнітали в дефектну зону. Контактуючи з водою смола спінювалась (рис. 8).

Процес нагнітання продовжували до виходу смоли на поверхню біля наступного пакера або припинення надходження герметизуючої смоли в дефектну зону. У момент припинення поступання герметизуючої смоли в дефектну зону або появи смоли біля сусіднього пакера насос відключали від робочого пакера та підключали до наступного пакера. Процес повторювали від пакера до пакера. Нагнітання завершували коли смола починала виділятися через крайній відкритий канал. Після завершення ін'єктування та спінювання смоли Carbo PurWF по тій же схемі проводили повторне ін'єктування смолою Carbo CracSeal. Після завершення процесу пакери видаляли, отвори зароблювали швидкотужавіючим розчином з малою усадкою Фікс-10.



а)



б)

Рис. 6. Вибурювання ін'єкційних отворів (а) та встановлення пакерів (б)

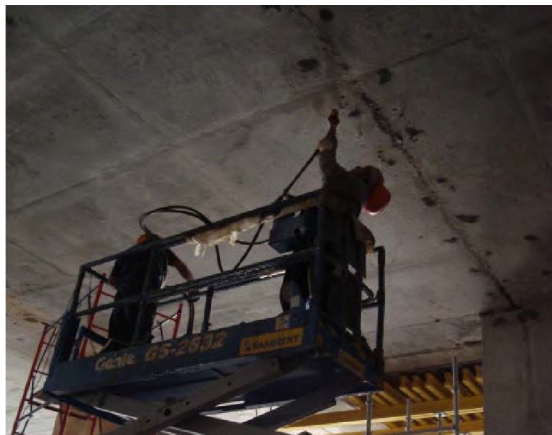


Рис. 7. Під'єднання змішувача двокомпонентного насоса до пакера



Рис. 8. Вихід піни з порожнин бетону після ін'єктування

У результаті проведення ремонтно-відновлювальних робіт протікання води через конструкції докових частин насосних станцій було усунуто, їх водонепроникність була відновлена.

**Висновки.** Сучасні гідроактивні поліуретанові композиції (смоли) на ринку України представлені в широкому діапазоні: однокомпонентні і двокомпонентні, повільнореактивні, швидкорективні та надшвидкорективні. Реактивність поліуретанових смол залежить від вмісту каталізатора і прискорювача полімеризації в композиції, а також від температури оточуючого середовища. Із збільшенням вмісту каталізатора в суміші від 2 до 9% швидкість реакції полімеризації зростає в 3,3-3,9 раз, а із збільшенням температури оточуючого середовища від 10 до 25 °С швидкість полімеризації зростає в 1,3-1,4 рази. Час спінювання поліуретанових композицій коливається в межах 0,8... 16 хвилин.

Найбільш перспективними для застосування в технології ін'єкційної гідроізоляції на гідротехнічних спорудах водогосподарсько-меліоративного комплексу є двокомпонентні поліуретанові смоли, які дозволяють усунути протікання води через конструкції різної інтенсивності: від крапельної до активної струменевої фільтрації. Застосування ін'єктування поліуретановими композиціями ґрунтується на їх різній водореактивності залежно від марки смоли. При активних протіканнях необхідно застосовувати смоли з коротким часом спінювання та великим піноутворенням. Можливо застосування смол з низьким коефіцієнтом спінювання, але з добавкою каталізатора для прискорення реакції полімеризації. Натурними дослідженнями підтверджена висока ефективність застосування гідроактивних поліуретанових композицій в технологіях ін'єкційної гідроізоляції.

#### Бібліографія

1. Вербецкий Г.П. Прочность и долговечность бетона в водной среде. Москва: Стройиздат, 1976. 128 с.
2. Москвин В.М., Иванов Ф.И., Алексеев С.Н. и др. Коррозия бетона и железобетона. Методы их защиты. Москва: Стройиздат, 1980. 526 с.
3. Шилин А.А. Ремонт строительных конструкций с помощью инъектирования. Москва: Изд-во МГГУ, 2009. 170 с.
4. Коваленко О.В., Шаршунов А.Б. Дослідження параметрів ін'єктування бетону силікат-ізоціанатними композиціями // Меліорація і водне господарство. Вип. 96. 2008. С. 261-269.
5. Коваленко О.В., Крученко В.Д. Ін'єкційна гідроізоляція – ефективний метод усунення активних протікань води через бетонні конструкції гідротехнічних споруд // Меліорація і водне господарство. Вип. 100. Том II, 2013. С. 138-147.
6. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 76451 Україна. № u 201205736; заявл. 11.05.2012; Опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.
7. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 76452 Україна. № u 201205737; заявл. 11.05.2012; Опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.
8. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 130335 Україна. № u 201804688; заявл. 27.04.2018; Опубл. 10.12.2018, Бюл. № 23.
9. Спосіб укріплення і захисту будівельних конструкцій: пат. 130336 Україна. № u 201804689; заявл. 27.04.2018; Опубл. 10.12.2018, Бюл. № 23.
10. Саундерс Дж.Х., Фриш К.К. Химия полиуретанов. Москва: Химия, 1968. 470 с.

## References

1. Verbetskyi, H.P. (1976). Prochnost y dolhovechnost betona v vodnoi srede [Strength and durability of concrete in the aquatic environment]. Moskva: Stroiyzdat. [in Russian].
2. Moskvyn, V.M., Yvanov, F.Y., & Alekseev, S.N. (1980). Korroziiya betona y zhelezobetona. Metody ykh zashchyty [Corrosion of concrete and reinforced concrete. Methods of their protection]. Moskva: Stroiyzdat. [in Russian].
3. Shylyn, A.A. (2009). Remont stroytelnykh konstruksiy s pomoshchiu ynetsyrovaniya [Repair of building structures using injection]. Moskva: Horn. kn., Yzd-vo MHHU. [in Russian].
4. Kovalenko, O.V., & Sharshunov, A.B. (2008). Doslidzhennia parametriv iniektuvannia betonu sylikat-izotsianatnyu kompozytsiiamy [Investigation of parameters of injection of concrete by silicate-isocyanate compositions]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 96, 261-269. [in Ukrainian].
5. Kovalenko, O.V., & Krucheniuk, V.D. (2013). Inieksiina hidroizoliatsiia – efektyvnyi metod usunennia aktyvnykh protikan vody cherez betonni konstruksii hidrotekhnichnykh sporud [Injection waterproofing – an effective method for eliminating active water leakage through concrete structures of hydraulic structures]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo, 100, Vol.2, 138-147. [in Ukrainian].
6. Kovalenko, O.V., & Krucheniuk, V.D. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnykh konstruksii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraine № 76451. [in Ukrainian].
7. Kovalenko, O.V., & Krucheniuk V.D. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnykh konstruksii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraine № 76452. [in Ukrainian].
8. Kovalenko, O.V. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnykh konstruksii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraine № 130335. [in Ukrainian].
9. Kovalenko, O.V. Sposib ukriplennia i zakhystu budivelnykh konstruksii [A method of strengthening and protecting building structures]. Patent of Ukraina № 130336. [in Ukrainian].
10. Saunders, Dzh. Kh., Frysh K.K. (1968). Khymiya polyuretanov [Polyurethane Chemistry]. Moskva: Khymiya. [In Russian].

А.В. Коваленко

**Современные гидроактивные полиуретаны для восстановления водонепроницаемости гидротехнических сооружений**

**Аннотация.** В статье проанализировано современное техническое состояние железобетонных гидротехнических сооружений водохозяйственно-мелиоративного комплекса и причины возникновения фильтрационных явлений в процессе их эксплуатации. Проанализировано строительный рынок гидроактивных полиуретановых инъекционных композиций ведущих мировых производителей, их реакционная способность и физико-механические свойства как материала для восстановления водонепроницаемости бетона гидротехнических сооружений методом инъектирования – нагнетания под давлением в дефекты гидротехнического бетона полимерных композиционных материалов. Применение полиуретанов в технологии инъекционной гидроизоляции основано на их способности вспениваться в результате взаимодействия части изоцианатных групп с водой и, таким образом, восстанавливать водонепроницаемость конструкций. Исследованы и проанализированы основные факторы, которые влияют на технологические и физико-механические свойства одно- и двухкомпонентных полиуретановых композиций. Исследовано влияние содержания катализатора и температуры окружающей среды на скорость полимеризации и на водореакционную способность полиуретановых композиций. С увеличением содержания катализатора в смеси от 2 до 9% скорость реакции полимеризации возрастает в 3,3-3,9 раз, а с увеличением температуры окружающей среды от 10 до 25 °С скорость полимеризации возрастает в 1,3-1,4 раза. Время вспенивания полиуретановых композиций колеблется в пределах 0,8... 16 минут. В зависимости от скорости полимеризации полиуретановые композиции можно классифицировать как медленно-, быстро- и сверхбыстрореактивные, что дает возможность их применять в условиях фильтрации воды через тело конструкции различной интенсивности. В натуральных условиях подтверждена высокая эффективность применения двухкомпонентных полиуретановых смол в технологиях инъекционной гидроизоляции доковых частей насосных станций, в том числе, для остановки активных фонтанирующих протечек.

**Ключевые слова:** фильтрация, полиуретаны, инъекционные смолы, реакционная способность, скорость полимеризации, водонепроницаемость, ремонтно-восстановительные работы.



O.V. Kovalenko

**Modern hydroactive polyurethane for restoration  
of waterproofing capability of hydrotechnical structures**

**Abstract.** *The article analyzes the current technical condition of reinforced concrete of the hydraulic structures of water-reclamation complex and the causes of filtration phenomena in the course of their operation. The construction market of hydroactive polyurethane injection compositions of leading world manufacturers, their reactivity and physicochemical properties as a material for restoring the waterproofing capability of concrete hydraulic structures by injection molding – injection under pressure of polymer composite materials to the waterproofing concrete are analyzed. The use of polyurethane in the technology of injection waterproofing is based on their capability to foam as a result of the interaction of a part of the isocyanate groups with water and, thus, to restore the waterproofing of structures. The main factors that influence the technological and physicochemical properties of one- and two-component polyurethane compositions are investigated and analyzed. The effect of catalyst content and environmental temperature on the rate of polymerization and the water reactivity of polyurethane compositions were studied. When increasing the rate of the catalyst in the mixture from 2 to 9%, the rate of the polymerization reaction increases by 3,3-3,9 times, and when increasing the environmental temperature from 10 to 25 °C, the polymerization rate increases by 1,3-1,4 times. The time of foaming for polyurethane compositions ranges from 0,8... 16 minutes. Depending on the rate of polymerization, polyurethane compositions can be classified as slow, fast and ultrafast, which makes it possible to use them in terms of filtering water through a structure body of different intensity. In natural conditions, the high efficiency of using two-component polyurethane resins was confirmed in the technologies of injection waterproofing of the docking facilities of pumping stations, including for stopping active flowing leakages.*

**Key words:** *filtration, polyurethanes, injection resins, reactivity, polymerization rate, waterproofing, repair and restoration work.*