



В.І. Маруха¹, Я.А. Середницький¹, А.Т. Пічугін², О.Г. Лук'яненко², М.П. Волошин¹

¹ Державне підприємство Інженерний центр «Техно-Ресурс» НАН України, Львів

² Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України, Львів

РОЗРОБКА ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВОГО УСТАТКУВАННЯ ТА СТВОРЕННЯ ДІЮЧОГО ЦЕХУ ДЛЯ ВИПУСКУ ПОЛІОЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ ПОЛІУРЕТАНОВИХ ІН'ЄКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ



Наведено оптимальні рецепти поліольних компонентів для приготування текучих ін'єкційних поліуретанових композицій, що забезпечують зміцнення і відновлення роботоздатності пошкоджених тріщинами бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд. Розроблено нормативну та нормативно-технічну документацію на устаткування та технологічні процеси дослідно-промислового виробництва поліольних компонентів. Створено і запущено діючий цех, випущено першу дослідно-промислову партію. Описано відпрацьовані і впроваджені технологічні процеси приготування і практичного використання поліольних компонентів.

Ключові слова: поліол, поліуретановий матеріал, ін'єкція, відновлення, тріщина, бетон, залізобетон, споруда.

В рамках науково-технічного проекту № 31 (Постанова Президії НАН України від 19.03.2008 р. № 85) співробітники Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України і Державного підприємства Інженерний центр «Техно-Ресурс» НАН України виконали у 2008 р. комплекс науково-технічних і технологічних робіт, спрямованих на розв'язання проблеми забезпечення вітчизняними поліольними компонентами підприємств будівництва і промисловості України. Поліольні компоненти застосовують як основу (компонент «А») для приготування текучих поліуретанових ін'єкційних композицій, призначених для зміцнення і відновлення роботоздатності пошкоджених тріщинами, розшаруваннями та іншими дефектами бетонних і залізобетонних конструкцій і

споруд на підприємствах Держбуду України, НАЕК «Енергоатом» України та ВАТ «Укргідроенерго» [1–4]. Вказаний науково-технічний проект є продовженням виконаного в ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України і ДПІЦ «Техно-Ресурс» НАН України інноваційного проекту ІНП-10 „Розробка високоефективних ін'єкційних технологій та створення комплексу сучасного пересувного устаткування для діагностики та відновлення роботоздатності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в умовах корозійно-механічного руйнування” (Постанова Президії НАН України від 20.04.2006 р. № 131) [5].

Аналіз вітчизняних і зарубіжних літературно-патентних джерел щодо реалізації технологічних процесів приготування і практичного використання низки текучих полімерних ін'єкційних матеріалів показав, що двокомпонентні поліуретанові композиції перевершу-



ють поліепоксидні, кремнійорганічні та поліакрилатні композиції аналогічного призначення за комплексом технологічних і техніко-експлуатаційних параметрів. Відносно невисока в'язкість і тривала життєздатність (до «схоплення») текучих поліуретанів забезпечують їх взаємодію з бетонними поверхнями в тріщинах. Відзначимо, що в'язкість, текучість та реакційну здатність (швидкість тверднення) поліуретанових матеріалів можна легко регулювати, змінюючи природу і структуру вихідних компонентів «А» і «Б» [6, 7].

Внаслідок реакцій між поліольними та ізоціанатними компонентами в тріщинах та інших дефектах бетонних матриць проходять процеси уретаноутворення, які забезпечують тверднення ін'єкційних композицій з утворенням композиційних з'єднань типу «бетон—поліуретан—бетон». Тверді поліуретанові еластomersи формуються безпосередньо на об'єктах при нормальних температурах (20 ± 5 °С) і характеризуються високими фізико-механічними параметрами та стабільністю у водних середовищах, котрі містять хімічні реагенти, іони солей, а також корозійно активні бактерії та плісеневі гриби [8]. Суттєвою техніко-експлуатаційною перевагою еластичних поліуретанів перед іншими жорсткими полімерами (напр., поліепоксидами) є їх висока роботоздатність в умовах довготривалої дії статичних і циклічних механічних навантажень на адгезійні з'єднання «бетон—поліуретан» [9—10].

Вищенаведені техніко-експлуатаційні чинники, як підтверджено вітчизняною і зарубіжною практикою, забезпечують відновлення міцності, функціональних параметрів і роботоздатності пошкоджених бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд та забезпечують подальшу тривалу експлуатацію композиційних з'єднань «бетон—поліуретан—бетон» при механічних навантаженнях. Наприклад, максимально допустиме в результаті деформації видовження бетонної балки із відновленою поліуретановим ін'єкційним матеріалом поперечною тріщиною може досягати 5,0 %, а аналогічне з'єд-

нання «бетон—поліепоксид» руйнується при деформації 1,0 % [11, 12]. Крім того, ослаблені дефектами ділянки бетонних матриць (включаючи зони поблизу вершин корозійно-втомних тріщин) підсилюються за рахунок просочення вихідних компонентів та поліуретанових текучих композицій. При перетворенні ін'єкційних матеріалів у тверді еластичні полімери практично досягається початковий рівень міцності непошкодженого бетону [13].

РОЗРОБКА ПОЛІОЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ТЕКУЧИХ ІН'ЄКЦІЙНИХ ПОЛІУРЕТАНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Наукові дослідження та технологічну проробку щодо створення основи текучих ін'єкційних поліуретанових композицій — поліольних складових (компонентів «А») — здійснювали на основі сформованого комплексу технічних вимог до процесів відновлення міцності та функціональних параметрів пошкоджених бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд [1—7, 12]. Вихідна сировина та продукти її поліконденсації в процесі уретаноутворення повинні відповідати комплексу таких технічних вимог:

для текучих поліуретанових композицій

- ✦ повністю заповнювати корозійно-механічні тріщини (включно з їх вершинами) та інші пошкодження і дефекти;
- ✦ мати спорідненість (закріплюватись і частково просочувати поверхневий неоднорідно пористий шар) бетонної матриці в дефектах її структури;
- ✦ тверднути за рахунок реакції поліконденсації на поверхні та в товщі бетону при температурах порядку 20 ± 5 °С;

для твердих еластичних поліуретанових композицій

- ✦ утворювати міцні адгезійні зв'язки з бетонною матрицею на поверхнях корозійно-втомних тріщин і пошкоджень;
- ✦ повністю зупиняти доступ води з розчиненими в ній корозійними сполуками і мікроорганізмами у тріщини та пошкодження в бетони;

- ✦ зберігати стабільність при тривалій комплексній дії водних корозійних середовищ, механічних навантажень і температурних коливань;
- ✦ максимально відновлювати міцність та роботоздатність бетонних конструкцій і споруд.

При цьому необхідно враховувати, що залежно від наявності вологи чи витoku води під тиском у тріщинах і пошкодженнях у бетонних конструкціях і спорудах для їх відновлення використовують два типи текучих ін'єкційних поліуретанових матеріалів:

- ✦ неспінювані композиції для сухих дефектів;
- ✦ спінювані композиції для дефектів із суттєвим зволоженням або навіть витіканням води.

Перевагою спінюваних текучих поліуретанових композицій перед поліепоксидними, кремнійорганічними і поліакрилатними ін'єкційними матеріалами є здатність ізоціанатів (компонентів «Б») зшиватися з поліолами (компонентами «А») зі значним розширенням об'єму (в 10–30 разів) в присутності води. Збільшення в 10–30 разів об'єму твердого пінополіуретану, вихідні композиції якого подають під тиском 50–150 атм, забезпечує повне блокування тріщин у бетонних матрицях. Таким чином зупиняють виток водних потоків через тріщини і пошкодження у каналізаційних колекторах або у гідротехнічних спорудах (див. рис. 1). Тверді пінополіуретанові композиції перевершують пінопласти на основі інших полімерів за параметрами еластичності, міцності, стійкості до атмосферних чинників і водних агресивних середовищ в широкому інтервалі робочих температур [14, 15].

Поліолільні компоненти «А» випускають у вигляді дослідно-промислових партій в діючому цеху ДПЦ «Техно-Ресурс» НАН України згідно з вимогами технічних умов ТУУ 25.2-13803953-001:2008 «Поліефір Технопол 6008». Випущені в ДПЦ «Техно-Ресурс» НАН компоненти «А» і «Б», призначені для синтезу текучих реакційно здатних ін'єкційних поліуретанових композицій, завантажують у герметичну суху тару і поставляють на будівельні об'єкти. Для пере-

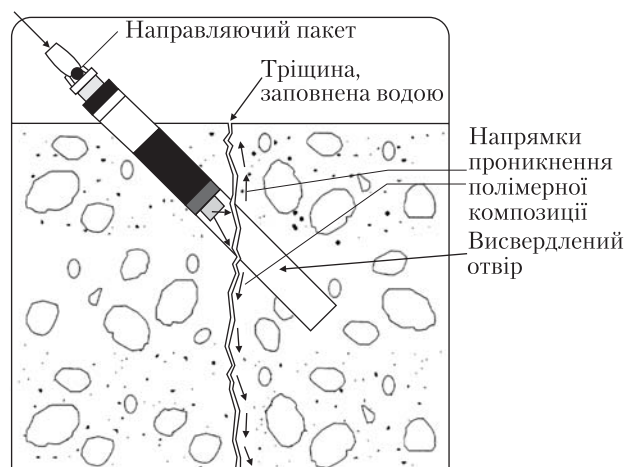


Рис. 1. Схема ін'єктування поліуретанової композиції в наскрізну тріщину у бетонній конструкції з усуненням протікання води [11]

творення поліолільних компонентів у текучі поліуретанові композиції використовують ізоціанатний компонент «Б» (наприклад, один з продуктів серійного зарубіжного виробництва на основі дифенілметандіізоціанату – «Супрасек 5005» (Німеччина), «Альфапур ІЗО 5012» або «Альфапур ІЗО 2970» (Польща)).

ТЕХНОЛОГІЯ ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА ПОЛІОЛІЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ

Технологічну схему дослідно-промислового випуску поліолільних компонентів для приготування поліуретанових ін'єкційних матеріалів побудовано на основі вивчення аналогічних виробництв на вищевказаних німецьких та польських підприємствах. Її загальний вигляд наведено на рис. 2.

Технологічна схема містить таке устаткування:

- ✦ ректор-змішувач для приготування поліолільних компонентів;
- ✦ бойлер для подачі теплої або холодної води в сорочку реактора для обігріву або охолодження поліолільних компонентів у процесі їх приготування;
- ✦ дві ємності для подачі компонентів сировини «А» і «Б» в реактор-змішувач;

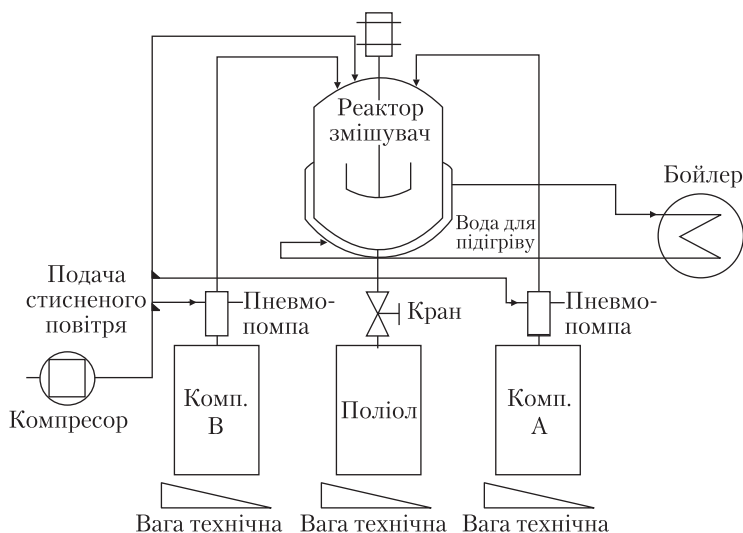


Рис. 2. Технологічна схема дослідно-промислового виробництва поліолієвих компонентів поліуретанових ін'єкційних композицій

- ✦ ємність для приймання готових поліолієвих компонентів;
- ✦ три технічні ваги для зважування сировини (компонентів «А» і «Б») і готових поліолієвих компонентів;
- ✦ дві пневмопомпи для подачі компонентів «А» і «Б» в реактор-змішувач;
- ✦ компресор для забезпечення роботи пневмопомп і створення надлишкового тиску в 0,5—1,0 атм для вивантаження готових поліолієвих компонентів із реактора-змішувача.

Для встановлення технологічного устаткування в дослідно-промисловому цеху виробництва поліолієвих компонентів поліуретанових ін'єкційних матеріалів згідно з «Технічним завданням» науково-технічного проекту № 31 залито бетонні фундаменти: під реактор-змішувач, технічні ваги для сировини і готової продукції, компресори та інші установки. На основному устаткуванні цеху встановлено засоби автоматизації (див. рис. 3).

Основним нормативно-технічним документом, що забезпечує реалізацію комплексу технологічних операцій із виготовлення поліолієвих компонентів, розробленим Фізико-механічним інститутом ім. Г.В. Карпенка НАН України і ДПІЦ «Техно-Ресурс» НАН України в рамках науково-технічного проекту № 31, є «Технологічний регламент на процес виготов-

лення в діючому дослідно-промисловому цеху поліолієвих компонентів для приготування поліуретанових ін'єкційних матеріалів, призначених для зміцнення та відновлення роботоздатності пошкоджених тріщинами та іншими дефектами бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд».

ДПІЦ «Техно-Ресурс» НАН України використовував поліолієві компоненти на об'єктах Держбуду України і ВАТ «Укрводенерго» для приготування поліуретанових текучих матеріалів, призначених для ін'єкційного заповнення, зміцнення та відновлення роботоздатності пошкоджених тріщинами, розшаруваннями та іншими дефектами бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд. Складові вказаних поліуретанових систем (синтезовану в дослідно-промисловому цеху основу — *поліолієвий компонент «А»* і як твердник *ізоціанатний компонент «Б»*) застосовували безпосередньо на об'єктах.

ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ПОЛІОЛІЄВИХ КОМПОНЕНТІВ ПОЛІУРЕТАНОВИХ ІН'ЄКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВИМУ ЦЕХУ

Процес розробляли, виходячи з потужностей і операційних можливостей технологічного устаткування (див. рис. 2). Завантаження сировинних складових поліолієвих компонен-

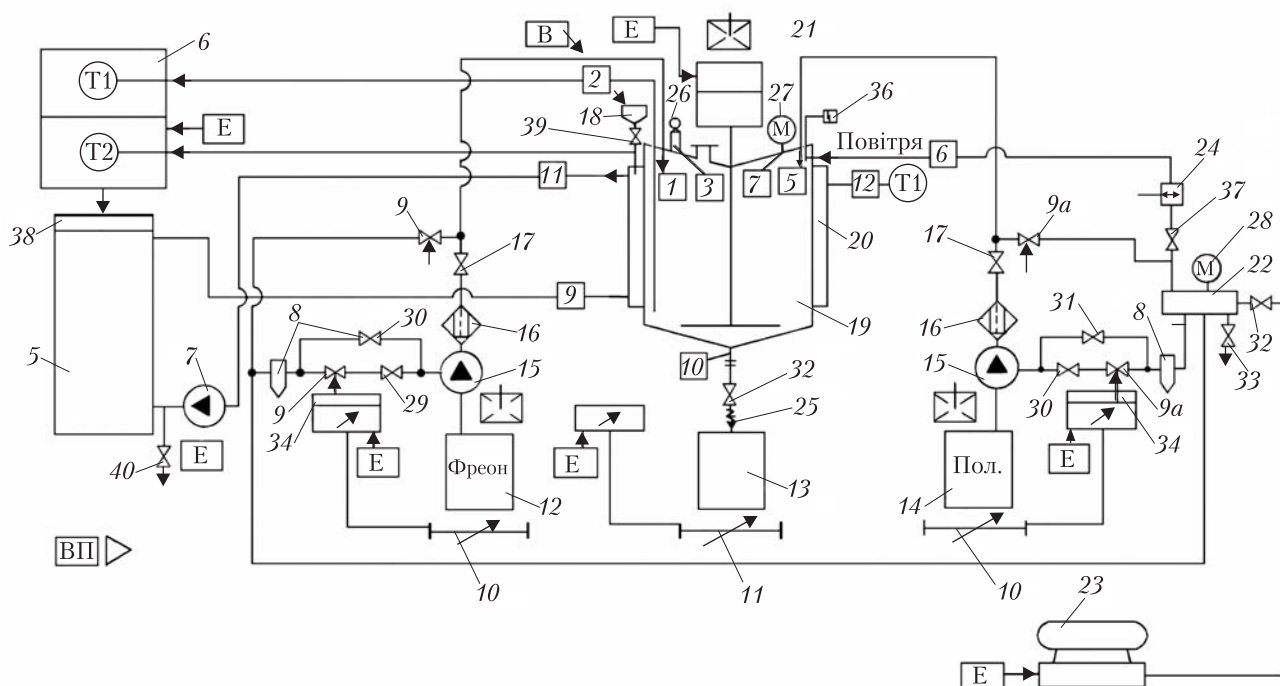


Рис. 3. Загальна схема автоматизації дослідно-промислового технологічного процесу виробництва поліольних компонентів поліуретанових ін'єкційних матеріалів

тів в реактор-змішувач проводили, використовуючи дві автоматизовані вагові ємності, котрі мають аналогічну конструкцію і використовуються для подавання в реактор-змішувач складової 1 (поз. 12) і складової 2 (поз. 14) поліольного компонента. Пневмопомпу 15 занурюють у тару зі складовою 1 і приводять механізм помпи у дію стиснутим повітрям від компресора 23. Стиснене повітря поступає від компресора в помпу через колектор 22, блок підготовки повітря 8 та автоматичний кран з електроприводом 9. Сигнал для управління автоматичним краном 9 надає електронний блок дозуючої ваги 10 через блок живлення 34.

Технологічні операції завантаження сировини і вивантаження готового продукту. Бочку з сировиною 12 автонавантажувачем встановлюють на платформу ваги 10. Вагову кількість наявного в бочці продукту фіксують встановленим на вазі електронним табло. Технологічні можливості обладнання дають можливість на-

бирати на табло необхідну кількість сировини для подачі в реактор-змішувач, потім пускачем приводять в дію пневмопомпу 15. При досягненні виставленого на табло порогу завантаження сировини робота пневмопомпи автоматично зупиняється. В системі паралельно передбачено її ручне включення відкриттям крана подачі сировини 30.

У зв'язку з тим, що певна частина перекачаних продуктів залишається в напірному трубопроводі, передбачено його продувку після подачі сировини стисненим повітрям. Для цього відкривають кран, з'єднаний з лінією від компресора 9. Сировинні добавки в невеликих кількостях завантажують вручну в реактор-змішувач через спеціальний люк у крищі.

Вивантаження готового поліольного компонента з реактора-змішувача проходить самовитоком послідовно через кран 32 та гнучкий рукав 25 у тару для продукції 15. Для запобігання утворення вакууму в верхній частині

реактора-змішувача встановлено клапан низького тиску 36. В разі необхідності прискорення вивантаження передбачено можливість підймання тиску повітря в реакторі-змішувачі над готовим поліольним компонентом. Для цього відкривають кран подачі стисненого повітря 37. Зміну тиску в реакторі-змішувачі здійснюють регулятором 24 і контролюють манометром 27. При перевищенні тиску понад критичну величину спрацьовує запобіжний клапан 26, через який надлишок повітря стравлюється в атмосферу.

Підігрівання або охолодження поліольних систем у процесі їх приготування в реакторі-змішувачі здійснюють за допомогою системи автоматичного регулювання температури води в сорочці реактора-змішувача. Систему комплектують з таких складових:

- ✦ 2 бойлери 5 потужністю по 2 кВт;
- ✦ рециркуляційна помпа 7;
- ✦ сорочка охолодження або нагрівання 20;
- ✦ розширювальний бачок на виході води з сорочки 18;
- ✦ блок-реле 38;
- ✦ двоканальний регулятор-вимірювач з терморезисторами 6.

На табло вимірювача-регулятора *T1* встановлюють необхідну температуру в реакторі-змішувачі для отримання цільового продукту — поліольного компонента. Після цього через блок реле 38 подають напругу живлення на бойлери 5. Рециркуляційний насос 7 включають окремо і забезпечують його постійну роботу. При досягненні необхідної температури продукту в реакторі-змішувачі вимірювач-регулятор *T1* автоматично виключає живлення бойлерів. При зниженні температури автоматично включається нагрів. Температуру води, яка поступає в сорочку реактора-змішувача, контролюють приладом *T2*. Для фіксації рівня води в сорочці та її доливання при потребі використовують розширювальний бачок 18.

Вивантаження готового продукту — поліольного компоненту — з реактора-змішувача проводять у такий спосіб:

- ✦ створюють над готовим до вживання поліольним компонентом в реакторі-змішувачі надлишковий тиск 0,5—1,0 атм встановленим у реакторному відділенні компресором;
- ✦ відкривають кран, встановлений за нижнім фланцем реактора-змішувача, і під надлишковим тиском повітря переливають із нього приготований поліольний компонент у відповідну тару;
- ✦ встановлюють крани для припинення або регулювання швидкості процесу переливання в тару на системі подачі готових поліольних компонентів у тару;
- ✦ обов'язково додатково зважають на технічній вазі тару після її заповнення;
- ✦ у цеховій лабораторії, де здійснюють вхідний контроль вхідної сировини, проводять контроль якості готової продукції — поліольних компонентів поліуретанових ін'єкційних матеріалів;
- ✦ тару з готовою продукцією — поліольними компонентами поліуретанових ін'єкційних матеріалів — автотранспортом подають на склад для зберігання і відвантаження замовникам.

Методики і прилади для лабораторного контролю поліольних компонентів повинні відповідати вимогам ТУ У 25.2-13803953-001:2008 «Полієфір Технопол 6008» та ТУ У В.2.7-24.1-13803953-016-2003 «Поліуретанова система «Техно-ПУР»;

Проведені лабораторні випробування показали, що випущені при виконанні науково-технічного проекту № 31 поліольні компоненти поліуретанових ін'єкційних матеріалів не поступаються за якісними та технологічними параметрами зарубіжним аналогам фірм «Байер», «Вебак», «Тех-Кан», «МС-Vauchemie» (Німеччина), «Альфа Системс» (Польща) та ін.

У 2008 р. ДПЦ «Техно-Ресурс» НАН України для приготування поліуретанових ін'єкційних композицій при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт на МКП «Львіввококанал» Держбуду України та Новодністровській гідроакумуляційній електростанції ВАТ «Укргі-

дроенерго» успішно використав поліоліні компоненти першої дослідно-промислової партії, випущеної при виконанні науково-технічного проекту № 31, для відпрацювання та впровадження технології зміцнення і відновлення роботоздатності пошкоджених тріщинами бетонних і залізобетонних споруд текучими ін'єкційними поліуретановими композиціями.

ВИСНОВКИ

На основі критичного аналізу вітчизняних і зарубіжних літературних і патентних джерел вибрано оптимальні рецепти поліоліних компонентів для приготування текучих ін'єкційних поліуретанових композицій, що забезпечують зміцнення і відновлення роботоздатності пошкоджених тріщинами бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд. Розроблено нормативну та нормативно-технічну документацію на устаткування та технологічні процеси дослідно-промислового виробництва поліоліних компонентів. Створено і запущено діючий цех, випущено першу дослідну партію поліоліних компонентів. Відпрацьовано і впроваджено технологічні процеси приготування і практичного використання поліоліних компонентів для приготування текучих ін'єкційних поліуретанових композицій у виробничих умовах. Зміцнено і відновлено роботоздатність пошкоджених тріщинами бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд у МКП «Львівводоканал» Держбуду України і Новодністровській ГАЕС ВАТ «Укргідроенерго».

ЛІТЕРАТУРА

1. *Панасюк В.В., Силованюк В.І., Маруха В.І.* Міцність пошкоджених тріщинами елементів конструкцій, залікованих за ін'єкційними технологіями // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — 2005. — № 6. — С. 60–64.
2. *Захист* бетонних конструкцій і споруд від корозійно-механічного руйнування поліуретановими ін'єкційними композиціями / В.І. Маруха, Б.Я. Генега, Я.А. Середницький, М.І. Заплатинський // Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів. Фіз.-хім. механіка матеріалів. Спеціальний випуск № 5. — Львів, 2006. — Т. 2. — С. 834–840.
3. *Маруха В.І., Генега Б.Я.* Ущільнюючі технології для зміцнення і ремонту залізобетонних конструкцій // Зб. наукових праць «Діагностика, довговічність і реконструкція мостів і будівельних конструкцій». — Львів: Каменяр, 2001. — С. 158–161.
4. *Механіка* руйнування як наукова основа технології ущільнювальних ін'єкцій під час реконструкції об'єктів тривалої експлуатації / В.П. Силованюк, В.І. Маруха, Б.Я. Генега, Н.А. Іванишин // Зб. наукових праць «Механіка і фізика руйнування будівельних матеріалів і конструкцій». — Львів: Каменяр, 2002. — вип. 5. — С. 373–382.
5. *Розробка* ін'єкційних технологій та створення комплексу пересувного устаткування для діагностики та відновлення міцності і працездатності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд, що експлуатуються в умовах корозійно-механічного руйнування / В.І. Маруха, Я.А. Середницький, І.П. Гнип, В.П. Силованюк // Наука та інновації. — 2007. — Т. 3, № 5. — С. 55–62.
6. *Вплив* поліестерних та ізоціанатних складових на в'язкість поліуретанових композицій при їх полімеризації / Л. Голушкова, І. Галань, М. Непріла, О. Гулай // Вісник Тернопільського ДТУ. — 2006. — Т. 11, № 1. — С. 31–37.
7. *Середницький Я.А.* Вплив структури поліефірного блока та ізоціанатних компонентів на властивості литієвих поліуретанових еластомерів // Композиційні полімерні матеріали. — 2001. — № 2. — С. 45–50.
8. *Середницький Я., Банахевич Ю., Драгілев А.* Сучасна протикорозійна ізоляція в трубопровідному транспорті (2-а частина). — Львів: ТзОВ «Сплайн», 2004. — 276 с.
9. *Кадуріна Т.И., Омельченко С.И.* Гидролитическая устойчивость и защитные свойства сложноэфирных полиуретанов // Лакокрасочные материалы и их прим. — 1980. — № 3. — С. 4–6.
10. *ACI-89 M12 503-5R* Guide for the selection of polymer adhesives with concrete // ACI Material Journal. — 1992. — № 1–2. — P. 90–105.
11. *Czarnecki L., Emmons P.H.* Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych. — Krakow: Polski Cement, 2002. — 434 s.
12. *Маруха В.І., Генега Б.Я., Середницький Я.А.* Ефективність застосування поліуретанових ін'єкційних матеріалів у відновленні працездатності бетонних і залізобетонних конструкцій і споруд // Зб. наук. праць «Діагностика, довговічність і реконструкція мостів і будівельних конструкцій». — Львів: Каменяр, 2006. — Вип. 8. — С. 84–90.
13. *Маруха В.І., Середницький Я.А.* Особливості ін'єкційного зміцнення поліуретановими композиціями бетонних конструкцій і споруд із тріщинами // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — 2008. — № 5. — С. 34–38.

14. Булатов А.Г. Пенополиуретаны в промышленности и строительстве. — М.: Машиностроение, 1978. — 184 с.
15. Wirpsza. Poliuretany: Chemia technologia zastosowanie. — Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1991. — 265 s.

*В.И. Маруха, Я.А. Середницький, А.Т. Пичугин,
А.Г. Лукьяненко, М.П. Волошин*

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ
ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ
И СОЗДАНИЕ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЦЕХА
ДЛЯ ВЫПУСКА ПОЛИОЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ
ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ИНЪЕКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Приведены оптимальные рецепты полиольных компонентов для приготовления текучих инъекционных полиуретановых композиций, обеспечивающих упрочнение и восстановление работоспособности повреждённых трещинами бетонных и железобетонных конструкций и сооружений. Разработана нормативная и нормативно-техническая документация на оборудование и технологические процессы опытно-промышленного производства полиольных компонентов. Создан и запущен действующий цех, выпущена первая опытно-промышленная партия. Описаны отработанные и введенные в действие

технологические процессы приготовления и практического использования полиольных компонентов.

Ключевые слова: полиол, полиуретановый материал, инъекция, трещина, восстановление, бетон, железобетон, сооружение.

*V.I. Marukha, Ya.A. Serednytskyi, A.T. Pichuhin,
A.G. Lukyanenko, M.P. Voloshyn*

DEVELOPMENT OF TRIAL EQUIPMENT AND
CREATION OF AN OPERATING SHOP
FOR PRODUCTION OF POLYOL COMPONENTS OF
POLYURETHANE INJECTION MATERIALS

Optimal polyol components formulas for preparation of liquid injection polyurethane compositions providing strengthening and restoration of serviceability of concrete and iron-concrete structures and constructions damaged by cracks are cited. Standards and norms for equipment and technological processes of pilot-industrial production of polyol components have been developed. Technological processes of preparation and practical use of polyol components for preparation of liquid injection polyurethane compositions in industrial conditions have been worked out and implemented.

Key words: polyol, polyurethane material, injection, crack, restoration, concrete, iron-concrete, structure.

Надійшла до редакції 16.02.09.