

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

І.В. Резніченко, інженер

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ СТИКІВ МАТЕРІАЛАМИ ПОЛІУРЕТАНОВИМИ SPT RESINS

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

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

Постановка проблеми.

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

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

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

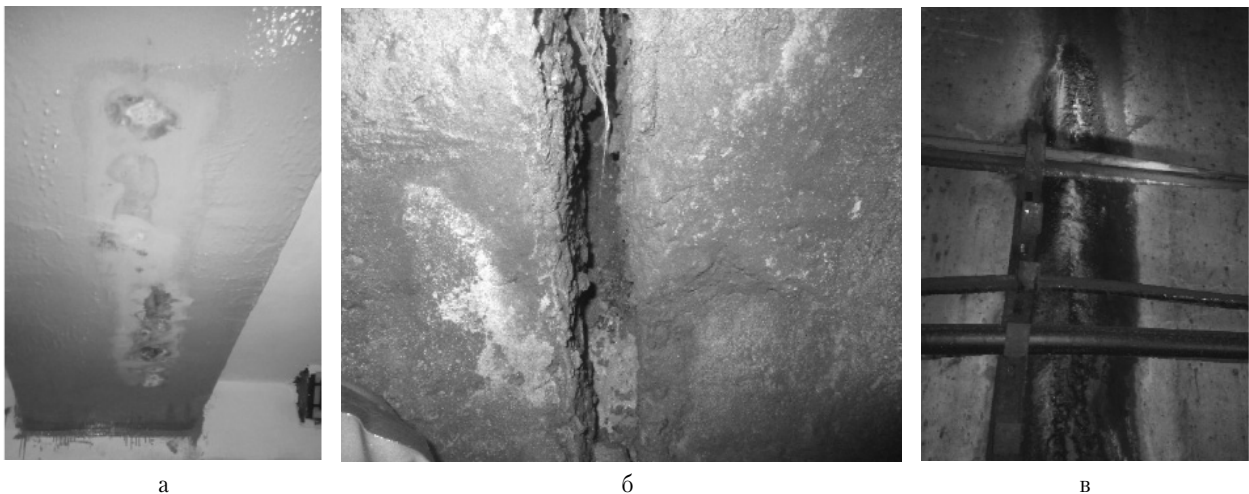


Рис. 1. Фото протікань води через розгерметизовані стики: а – підземний перехід; б – каналізаційний колектор; в – тунель метро

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

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

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

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

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

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

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

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

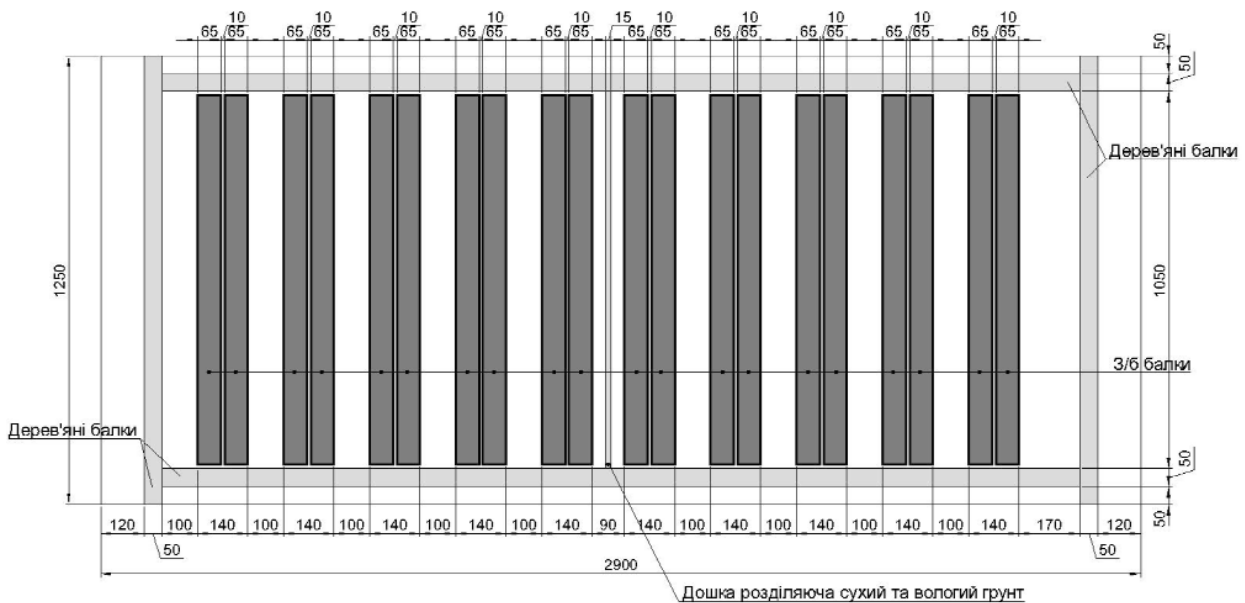


Рис. 2. Схема експериментального стенду

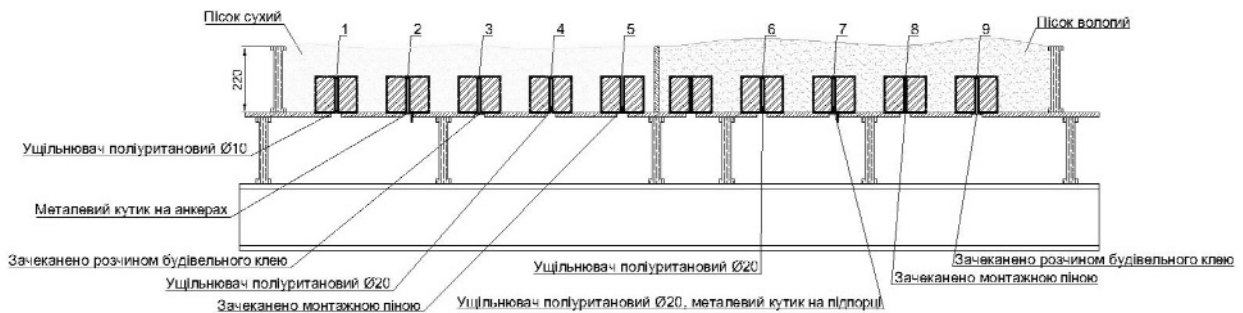


Рис. 3. Експериментальний стенд. Розріз

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень технології герметизації стиків

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

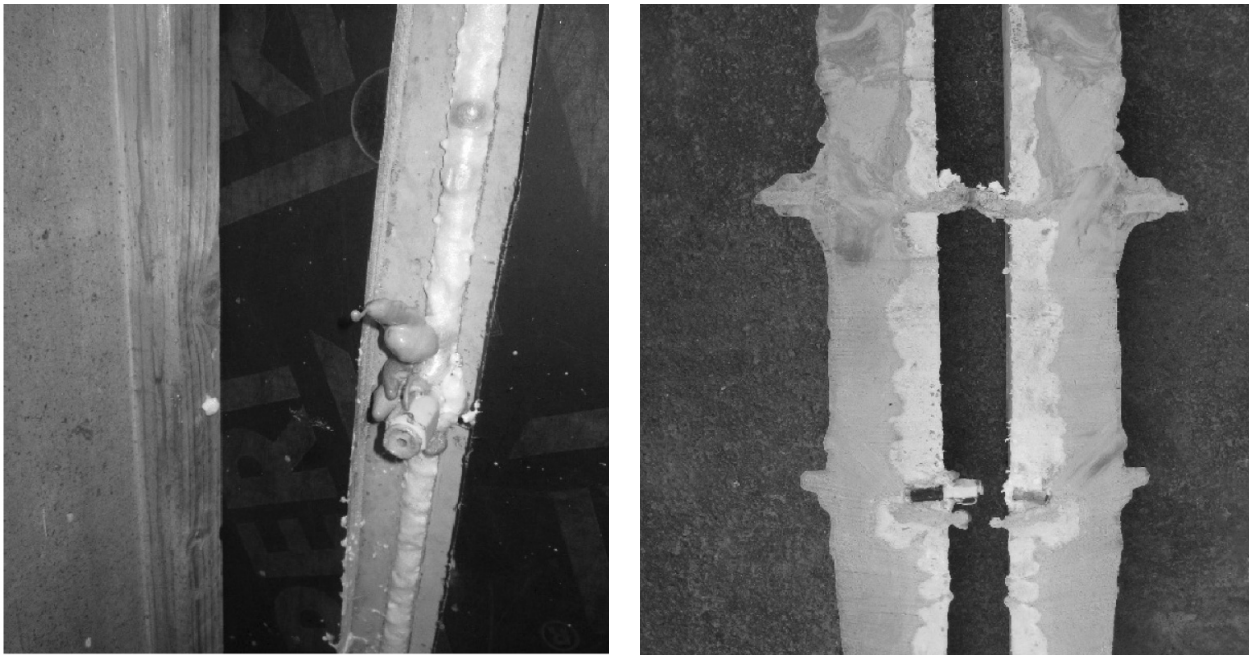


Рис. 4. Вигляд стику №5 нижня частина якого заповнена монтажною піною

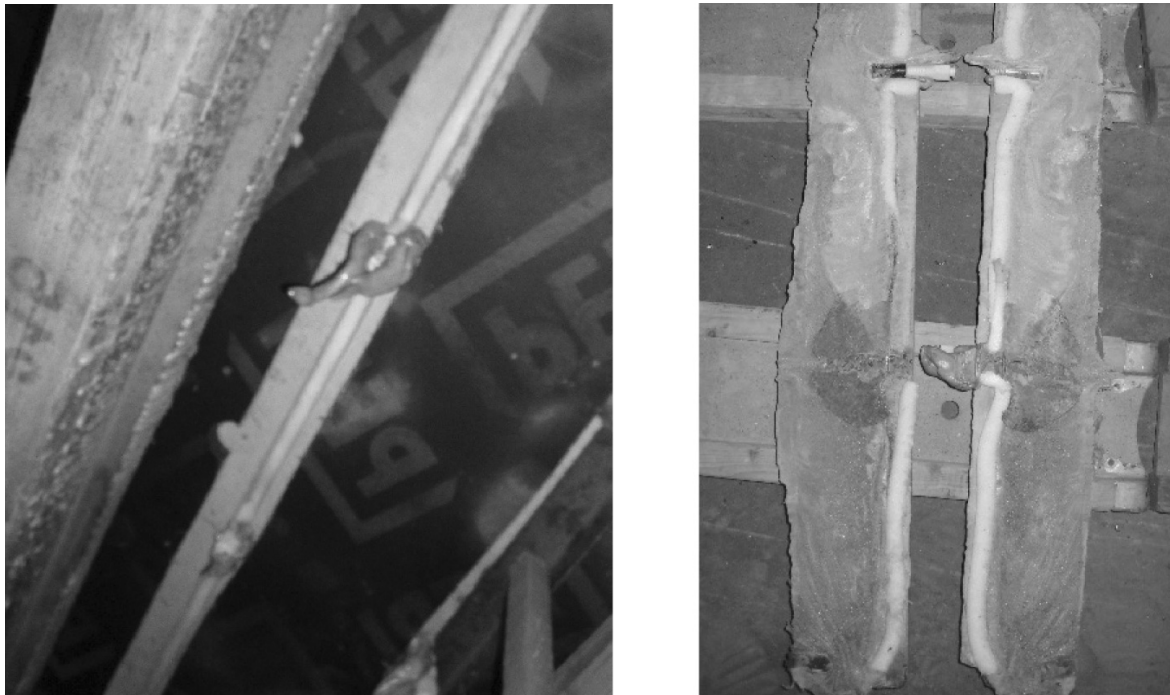


Рис. 5. Вигляд стику №6 нижня частина якого заповнена ущільнювачем поліуретановим $\varnothing 20$

чення видавлювання зі шва ущільнювача полімером при розширенні.

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

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

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

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

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



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

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

Висновки.

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

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

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

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

Література

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

References

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

А. С. Молодид

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

И. В. Резниченко, инженер

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЕРМЕТИЗАЦИИ СТЫКОВ МАТЕРИАЛАМИ ПОЛИУРЕТАНОВЫМИ SPT RESINS.

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

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

A. S. Molodid

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

I.V. Reznichenko, engineer

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

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

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