



Грищенко В. К.



Агеєва В. В.



Мужев В. В.



Бойко В. П.



Мишак В. Д.



Черевко С. В.

Грищенко В. К.¹, канд. хім. наук, провідний науковий співробітник відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів, ☎ +38 044 292 72 95, ✉ oligomer8@bigmir.net

Агеєва В. В.¹, провідний інженер відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів, ✉ oligomer8@bigmir.net

Мужев В. В.¹, молодший науковий співробітник відділу полімерних композитів, ☎ +38 067 915 65 38, ✉ muzhev11@ua.fm

Бойко В. П.¹, канд. хім. наук, старший науковий співробітник відділу хімії олігомерів та сітчастих полімерів, ☎ +38 068 361 36 05, ✉ boikovita@bigmir.net

Мишак В. Д.¹, канд. хім. наук, старший науковий співробітник відділу полімерних композитів, ☎ +38 044 552 72 95, ✉ vmyshak@ihvs.nas.gov.ua

Черевко С. В.², директор ТОВ «Акцент СК» ☎ +38 050 990 85 58 ✉ accent_sk@ukr.net

¹ Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02160, Україна,

² ТОВ «Акцент СК», 7/171, вул. Булгакова, Київ, 03134, Україна

V. Grishchenko¹, PhD in Chemistry, Leading Researcher, Department of Oligomer Chemistry and Network Polymers, ☎ +38 044 292 72 95, ✉ oligomer8@bigmir.net

V. Ageeva¹, Leading Engineer, Department of Oligomer Chemistry and Network Polymers, ✉ oligomer8@bigmir.net

V. Muzhev¹, Junior Researcher, Department of Polymer Composites, ☎ +38 067 915 65 38, ✉ vmuzhev11@ua.fm

V. Boiko¹, PhD in Chemistry, Senior Researcher, Department of oligomer chemistry and network polymers, ☎ +38 068 361 36 05, ✉ boikovita@bigmir.net

V. Myshak¹, PhD in Chemistry, Senior Researcher of Polymer Composites, ☎ +38 044 552 72 95, ✉ vmyshak@ihvs.nas.gov.ua

S. Cherevko², Director, «Accent SK Ltd.» , ☎ +38 050 990 85 58 ✉ accent_sk@ukr.net

¹ Institute of Macromolecular Chemistry of NAS of Ukraine, 48 Kharkivske shosse, Kyiv 02160 Ukraine,

² TOV «Accent SK», 7/171 Bulgakova str., Kyiv 03134 Ukraine

ГЕРМЕТИЗУЮЧІ МАСТИКИ ХОЛОДНОГО ТВЕРДНЕННЯ ДЛЯ БУДІВЕЛЬНОЇ ІНДУСТРІЇ НА ОСНОВІ ПОЛІУРЕТАНОВИХ ЗВ'ЯЗУЮЧИХ

SEALING MASTICS OF COLD CURING FOR THE BUILDING INDUSTRY BASED ON POLYURETHANE BINDERS

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ МАСТИКИ ХОЛОДНОГО ТВЕРДНЕНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ СВЯЗУЮЩИХ

Анотація. Розроблені високоефективні в процесі експлуатації та технологічні при нанесенні двокомпонентні герметизуючі мастики холодного отверднення вітчизняного виробництва на основі поліуретанових зв'язуючих для використання їх у будівельній індустрії України при зведенні та ремонті житлових та промислових споруд. Виконані кінетичні вимірювання отверднення робочих складів герметиків в залежності від концентрації каталізатора, молекулярної маси та природи олігомерного блоку звиваючого агента. Досліджені фізико-механічні властивості герметизуючих матеріалів.

Ключові слова: герметизуючі мастики холодного отверднення, поліуретанові матеріали, кінетика отверднення, каталізатори отверднення, фізико-механічні властивості.

Анотация. Разработаны высокоэффективные в процессе эксплуатации и технологические при нанесении двухкомпонентные герметизирующие мастики холодного отверждения отечественного производства на основе полиуретановых связующих для использования их в строительной индустрии Украины при возведении и ремонте жилых и промышленных сооружений. Выполнены кинетические измерения отверждения рабочих составов герметиков в зависимости от концентрации катализатора, молекулярной массы и природы олигомерного блока сшивающего агента. Исследованы физико-механические свойства герметизирующих материалов.

Ключевые слова: герметизирующие мастики холодного отверждения, полиуретановые материалы, кинетика отверждения, катализаторы, физико-механические свойства.

Annotation. Highly effective in the process of operation and technological when applied, two-component sealing mastics of cold curing of domestic production on the basis of polyurethane binders for their use in the construction industry of Ukraine during the erection and repair of residential and industrial buildings have been worked out. Kinetic measurements of the curing sealant working compositions were performed depending on the catalyst concentration, molecular weights and the nature of the oligomer blocks of the cross-linking agents. The physical and mechanical properties of sealing materials have been studied.

Keywords: cold curing sealing mastics, polyurethane materials, kinetics of curing, catalysts, physical and mechanical properties.

Вступ

Будівельна галузь на сьогодні є однією з найбільш розвинутих сфер української економіки і постійно потребує впровадження новітніх високоефективних матеріалів, зокрема для герметизації та гідроізоляції. Надійна герметизація міжпанельних стиків будівель не лише сприяє збереженню цілісності споруд та захисту елементів конструкцій від проникнення вологи (атмосферної корозії), а й запобігає втраті будинками тепла, тобто сприяє вирішенню актуальної проблеми енергозбереження.

Як відомо, герметизуючі мастики, в залежності від характеру переходу в робочий стан, поділяють на такі, що тверднуть, не тверднуть і висихають. Мастики, що тверднуть, переходять з паstopодібного в гумоподібний робочий стан в результаті хімічної реакції складових компонентів між собою (для багатокомпонентних мастик) або внаслідок реакції самої мастики з вологою повітря

(для однокомпонентних). Мастики, що не тверднуть, являють собою дуже в'язкі маси, які за консистенцією нагадують пластилін. Такі мастики менш довговічні (термін експлуатації становить від 3 до 6 років) в порівнянні з мастиками, що тверднуть, через відсутність гумоподібної структури. Мастики, що висихають, набувають необхідні властивості лише після випаровування розчинника або води, які входять до їх складу. В результаті відбувається значне зменшення об'єму матеріалу, тобто усадка.

Мастики, що тверднуть, частіше за все виготовляють на основі тіоколів, поліуретанових або кремнійорганічних каучуків, мастик, що не тверднуть – на основі бутилкаучуку, мастик, що висихають – на основі акрилатних дисперсій [1–4]. Це зумовлює різну здатність мастик до деформації. Так, найбільшу здатність до деформації мають мастики, що тверднуть. В залежності від складу вони дозволяють герметизувати

шви будівельних конструкцій з допустимою деформацією (виміряною за шириною шва) до 50 % і більше. Така технічна характеристика є дуже суттєвою, оскільки зовнішня ширина та стики будівельних конструкцій можуть змінювати ширину в результаті атмосферних впливів (температури, вологості і таке інше) та вібрацій до 40%. Для порівняння, здатність до деформації мастик, що не тверднуть, складає від 0 до 5 %, а мастик, що висихають – від 5 до 15 %. Виходячи з вищенаведеного, найбільшого розповсюдження в області герметизації рухомих швів повнозбірних конструкцій отримали мастики, що тверднуть. Термін експлуатації таких мастик в середньому складає 10-20 років.

На даний момент в Україні розроблена технологія отримання та налагоджено виробництво будівельних герметизуючих мастик, які не тверднуть, на основі бутилкаучука (гермобутила). Такі матеріали є недостатньо технологічними і мають ряд недоліків. Так, внаслідок невисокої питомої ваги (~1200 кг/м³) і в'язкості потребують поетапного нанесення (попереднє праймування поверхні, армування мастики склосіткою для запобігання стіканню матеріалу з поверхні, а після висихання – наступне фарбування для захисту від УФ-опромінення). Крім того, мастики на основі гермобутилу, мають значну усадку (до 50% об'ємних) за рахунок високого вмісту летючих компонентів, на відміну від мастик холодного тверднення, які не містять у своєму складі розчинників. Завдяки наявності залишкових подвійних зв'язків у карбонанці бутилкаучуку, герметик досить швидко старіє під дією УФ-опромінювання і стає крихким. Середній термін експлуатації становить 3-6 років (для поліуретанових герметизуючих мастик 10-15 років).

Оптимальним з точки зору співвідношення ціни герметизуючих матеріалів та їхніх експлуатаційних властивостей в кліматичних умовах України є використання композицій на основі поліуретанових зв'язуючих [5-10].

Поліуретанові герметики є еластичними матеріалами і можуть витримувати без руйнування структури значні знакозмінні (циклічні) механічні навантаження. Пастоподібні поліуретанові герметики здатні вулканізуватися як при кімнатній, так і при мінусовій температурі. Цінною властивістю поліуретанових герметиків є низька температура крихкості, що дозволяє експлуатувати ці матеріали в умовах суворих зим. Ці матеріали можуть також експлуатуватися і в спекотних кліматичних умовах. Поліефіуретанові захисні герметизуючі мастики мають високу атмосферну стійкість та високу зносостійкість. Шви, які загерметизовані мастиками на основі поліуретанових зв'язуючих, в разі необхідності придатні для подальшого відновлення (ремонт).

Метою роботи була розробка вітчизняних матеріалів, які за своїми експлуатаційними характеристиками не будуть поступатися мастикам закордонного виробництва і зможуть успішно використовуватися у будівельній індустрії України при зведенні та ремонті житлових і промислових споруд.

Експериментальна частина

Для якісного аналізу складових компонентів № 1 і № 2 герметика, зокрема визначення наявності функціональних груп, таких як гідроксильні та ізоціанатні, використовували метод ІЧ спектроскопії (спектрометр FTIR «Tensor-37» з Фур'є перетворенням фірми «Bruker», Німеччина). Швидкість отверднення робочого складу герметиків після змішування компонентів досліджували, фіксуючи зниження у часі інтенсивності смуги валентних коливань ізоціанатної групи (2272 см⁻¹) уретанового форполімеру методом ІЧ-спектроскопії у варіанті багаторазово порушеного повного внутрішнього відбиття на кристалі ZnSe. В якості внутрішнього стандарту використовували інтенсивність

смуги поглинання із частотою 2870 см⁻¹, яка відповідає валентним коливанням аліфатичних груп C-H.

Фізико-механічні характеристики зразків герметиків визначали відповідно до ГОСТ 21751 «Герметики. Метод визначення умовної міцності, відносного подовження при розриві і відносної залишкової деформації після розриву», а також ДСТУ Б В.2.7-133 «Матеріали герметизуючі полімерні отвердіваючі однокомпонентні. Методи випробування» на розривній машині типу ТТМ-10D Н 500N (Німеччина), що призначена для випробувань на розтяг і вимір зусиль із точністю до 1% від вимірюваної величини, забезпечує постійну швидкість руху затиску від 100 мм/хв до 300 мм/хв та здійснює запис діаграми «напруження-деформація». Навантаження дорівнювало 500 Н. Зразки герметиків готували для випробувань у вигляді готових пластин товщиною 1,0 мм, із яких надалі вирубували по 5 лопаток відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7.-133.

Вміст (масову частку) гідроксильних груп в поліоксіетерполіолах визначали методом ацетилювання, вміст ізоціанатних груп в уретанових форполімерах – шляхом їх взаємодії з надлишком дибутиламіну за стандартною методикою [11].

Консистенцію паст визначали на приладі Віка.

Результати та їх обговорення

Герметизуюча мастика складається із двох компонентів: полімерного зв'язуючого – уретанового форполімеру (УФІ) з кінцевими ізоціанатними групами (молекулярна маса 1300-4000, вміст ізоціанатних груп 3-6 мас. %) на основі олігоетерполіолу (компонент № 1) та паст герметизуючої мастики (компонент № 2).

До складу паст герметизуючої мастики (компонент № 2) входять: подовжувач ланцюга або зшиваючий агент, інертні наповнювачі, загущувачі (тиксотропні добавки), кольорові пігменти, пластифікатори, каталізатори реакції уретаноутворення, інші цільові добавки (у разі потреби), модифікатори. Для отримання паст з різним співвідношенням органічної та неорганічної складової використані суміші природної тонкодисперсної сепарованої високоякісної крейди із гідрофобізованою. Крейди широко використовуються в якості наповнювачів у гумовій, кабельній, лакофарбовій, полімерній промисловості. Характеристики таких крейд: масова частка карбонату кальцію – не менше 98,2%, масова частка речовин, нерозчинних в соляній кислоті, – не більше 1,5 %, масова частка полуторних оксидів заліза та алюмінію – не більше 0,6 %, білизна – 85 %, масова частка вологи – не більше 0,2 %, залишок на ситі з сіткою № 014 – не більше 0,4 %. Властивістю, що утруднює застосування карбонатних наповнювачів, зокрема крейди, є їхня здатність до агрегації при незначному зволоженні через велику «зв'язність» часток. Це призводить до злежування і утруднює використання. Для запобігання цьому явищу крейду піддають поверхневій обробці – гідрофобізації, що полягає в нанесенні на поверхню часток поверхнево-активних речовин, які надають крейді властивості не змочуватися водою і обумовлюють хорошу сипучість, а також поліпшують адгезію між масою полімеру і частинками крейди при використанні її як наповнювача. Нормальна густина (консистенція) паст становить не менше 20 мм при 20 °С.

Після змішування компонентів у певній пропорції робочий склад мастики являє собою тиксотропну масу, що легко наноситься, не стікає з вертикальних поверхонь і може бути використана для герметизації деформаційних, теплових швів будівель та конструкцій. Для всіх досліджених нами герметизуючих матеріалів склад основних паст (компонент № 2) та співвідношення між компонентами № 1 та № 2 робочого складу мастик були підібрані таким чином, щоби властивості герметизуючих мастик і кінцевих отверднених поліуретанових матеріалів від-

повідали вимогам ДСТУ Б.В.2.7-158 «Матеріали герметизуючі полімерні. Класифікація. Загальні технічні вимоги».

Твердіння матеріалу та перехід його в гумоподібний стан відбувається внаслідок взаємодії високо реакційноздатного поліуретанового форполімеру (отверджувача) із зшиваючим агентом, який входить до складу основної пасти, а також із вологою повітря в присутності каталізатора.

Природу і концентрацію каталізаторів уретаноутворення сполук олова (DABCO T9 – октоат олова та DABCO T12 – ди-н-бутилдилауринат олова) підбирали таким чином, щоб, з одного боку, забезпечити необхідну для виконання роботи життєздатність композиції (не менше 2 годин за температури 20 °С), а з іншого – оптимальний час її отверднення (не більше 48 год. за температури 20 °С).

Швидкість отверднення визначали як середнє значення по тангенсу кута нахилу прямолінійної ділянки кінетичних кривих, які відображають залежність зміни концентрації ізоціанатних груп в композиції, що досліджується, від часу перебігу реакції. На рис. 1 наведені типові криві конверсії ізоціанатних груп з часом для композицій, які відрізняються вмістом каталізатора.

У табл. 1 наведені дані щодо впливу природи і концентрації каталізаторів уретаноутворення, а також молекулярної маси та природи олігомерного блоку зшиваючого агента на швидкість процесу отверднення робочого складу герметика після перемішування обох компонентів. Як зшиваючі агенти використані поліоксіетерполіоли (ПОЕП) різної молекулярної маси та функціональності, які містять у своєму складі первинні (ПОЕП (п)) або вторинні (ПОЕП (в)) гідроксильні групи.

З наведених у табл.1 даних випливає, що оловоорганічні сполуки є ефективними каталізаторами реакції уретаноутворення для досліджених герметизуючих композицій. Як відомо з літературних джерел [12,13] оловоорганічні сполуки ефективно прискорюють реакції ізоціанатів не лише зі спиртовою (гідроксильною) групою, а й з іншими сполуками, що містять активний атом водню, зокрема з сечовиною та водою. Такі реакції також можуть мати місце під час отверднення робочого складу герметика.

Суттєва різниця у швидкості отверднення композицій (табл.1) обумовлена наявністю у складі молекули зшиваючого агента (подовжувача) первинних (зразки 9-12) або вторинних (зразки 1-8) гідроксильних груп. Дослідження [12] показали, що відносна швидкість взаємодії первинних, вторинних та третинних аліфатичних спиртів з фенілізоціанатом у розчині бензолу при 26 °С становить 1,0; 0,3 та 0,003 – 0,007. Ці данні знаходяться

Таблиця 1.

Вплив природи і концентрації каталізатора, а також молекулярної маси та природи олігомерного блоку зшиваючого агента на швидкість процесу отверднення робочого складу герметика за температури 20°С

| Зразок | Природа зшиваючого агента | Природа каталізатора | Концентрація каталізатора, мас. % | Початкова швидкість тверднення композиції, % NCO/год. | Час 50 %-ї конверсії ізоціанатних груп, год. | Життєздатність робочого складу герметика, 20°С, год. |
|--------|---------------------------|----------------------|-----------------------------------|---|--|--|
| 1 | ПОЕП-503 (в) | DABCO T12 | 0,2 | 1,7 | 19,6 | < 5 |
| 2 | ПОЕП-503 (в) | DABCO T12 | 0,6 | 8,5 | 8,0 | < 4 |
| 3 | ПОЕП-2002 (в) | DABCO T12 | 0,2 | 2,1 | 18,2 | < 5 |
| 4 | ПОЕП-2002 (в) | DABCO T12 | 0,6 | 8,0 | 6,5 | < 3 |
| 5 | ПОЕП-2002 (в) | DABCO T12 | 1,0 | 16,0 | 2,5 | < 2 |
| 6 | ПОЕП-2002 (в) | DABCO T9 | 0,6 | 9,0 | 6,2 | < 3 |
| 7 | ПОЕП-2002 (в) | DABCO T9 | 1,0 | 14,8 | 3,1 | < 2 |
| 8 | ПОЕП-1002 (в) | DABCO T12 | 0,6 | 8,8 | 7,5 | < 3 |
| 9 | ПОЕП-1052 (п) | DABCO T12 | 0,2 | 10,1 | 6,3 | 2 |
| 10 | ПОЕП-1052 (п) | DABCO T12 | 0,6 | 23,3 | 2,2 | 1 |
| 11 | ПОЕП-2002 (п) | DABCO T12 | 0,2 | 11,2 | 4,1 | 2 |
| 12 | ПОЕП-2002 (п) | DABCO T12 | 0,6 | 48,0 | 1,4 | 0,5 |

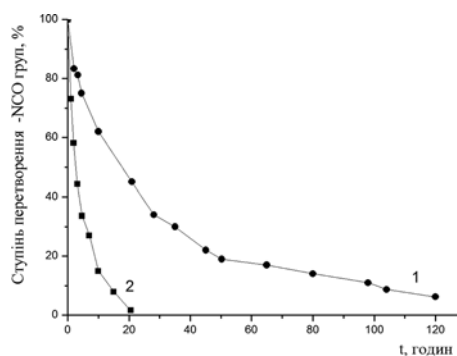


Рис. 1. Конверсія ізоціанатних груп в реакції уретаноутворення від часу тверднення робочого складу герметика за температури 20 °С. Зшиваючий агент – ПОЕП-2000 (в). Вміст каталізатору DABCO T12 в композиції: 1 – 0,2%, 2- 1,0%

у відповідності із припущенням щодо впливу стеричних перешкод, які створюють розгалуження поблизу реакційного центру у вторинних та третинних аліфатичних спиртах. Різниця у швидкостях також відчутна у випадку використання каталізаторів уретаноутворення. Так, при взаємодії 2,4-толуїлдендіізоціанату в присутності 0,005% ди-н-бутилдилауринату олова при 40 °С з поліоксипропіленгліколем, який містить вторинні гідроксильні групи, константа швидкості $k = 0,87 \cdot 10^{-4}$ л/(моль·с), а з поліоксіетиленгліколем, який містить первинні гідроксильні групи, $k = 27,1 \cdot 10^{-4}$ л/(моль·с) [12].

Досліджені фізико-механічні характеристики зразків герметиків в залежності від складу вихідних композицій. На рис. 2 наведені типові криві динамометричної залежності «умовна міцність при розриві – деформація».

Такі значення і вигляд деформативності характерні для полімерів у високоеластичному стані [14,15]. Порівнюючи вплив природи та концентрації каталізаторів уретаноутворення DABCO T12 і DABCO T9 на фізико-механічні характеристики зразків герметиків, де зшиваючим агентом є ПОЕП-2002 (в) (рис. 2), слід відмітити їх різний прояв у процесі тверднення герметика від моменту змішування компонентів (приготування робочого складу) до утворення еластичного продукту. В результаті каталітичної дії DABCO T9 реалізуються ті процеси структуроутворення, при яких зростає умовна міцність при розриві та енергія руйнування і не погіршується подовження зразка герметика, яке спостерігається при дії каталізатора DABCO T12 (рис. 2, крива 2 та крива 4). Вміст DABCO T9 повинен бути оптимальним в концентраційній залежності динамометричних характеристик герметика (рис. 2, крива 3 та крива 4). Порівнюючи вплив природи зшиваючих агентів ПОЕП-1002 (в) і ПОЕП 1002 (п) (рис. 3, крива 1 та крива 2), на фізико-механічні властивості герметиків, встановлено значну різницю як в когезійній міцності, так і в еластичних характеристиках кінцевих отверднених матеріалів. Аналіз динамометричних залежностей, наведених на рис. 3, свідчить про те, що зменшення розміру олігоетерного блоку зшиваючого агента, який містить у своєму складі первинні гідроксильні групи (рис. 3, крива 2 та крива 3) приводить до збільшення умовної міцності при розриві при збереженні показників еластичності.

При однаковому розмірі олігомерного блоку зшиваючого агента, поліуретанові герметики, де в якості зшиваючого агента використаний ПОЕП-2002 (п), є значно еластичнішими, хоча можуть поступатися у міцності зразкам, де використаний ПОЕП-2002 (в) (порівняємо дані рис. 2, крива 2 та дані рис. 3, крива 4). У той же час концентрація каталізатора уретаноутворення і, як наслідок, режим отверднення робочого складу композиції, суттєво впливає на фізико-механічні властивості кінцевих еластомерів (рис. 2, крива 1 та рис. 3, крива 3).

Слід зауважити, що чим вищою є еластичність матеріалу, тим ширша сфера його застосування і менш жорсткими є вимоги до розміру деформаційного шва, який необхідно загерметизувати.

Проведені дослідження щодо рецептури та визначення характеристик двоконпонентних поліуретанових герметиків дозволили оптимізувати їх склад та розробити Технічні умови

ТУУ В.2.7-25.2-35122009-001 на герметик марки «Мастикад УР-21». Виготовлений експериментальний зразок пройшов випробування у Випробувальному Центрі будівельних матеріалів і виробів ДП «НДІБМВ», за результатами яких відповідає вимогам вказаних Технічних умов (табл. 2).

ТОВ «Акцент СК» (Україна, м. Київ) організовано виробництво поліуретанової герметизуючої мастики марки «Мастикад УР-21» в обсязі 100 тон/рік. Виробництво продукції в Україні дозволить зменшити залежність будівельної галузі від імпортованої продукції.

Таблиця 2.

Показники якості розробленої поліуретанової герметизуючої мастики відносно вимог Технічних умов

| Найменування показників | Відповідно до вимог ТУУ В.2.7-25.2-35122009-001 для марки «Мастикад УР-21» | Фактичні значення для герметизуючої мастики марки «Мастикад УР-21» | Похибка вимірювань |
|--|--|--|--------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I. Робочий склад | | | |
| 1. Життєздатність за температури (20±2)°С, год. | не менше 2 | 4 | ±30 с |
| 2. Час утворення поверхневої плівки, год. | не більше 24 | 22 | |
| 3. Час повного твердіння, год. | не більше 48 | 48 | |
| II. Плівка герметика | | | |
| 4. Здатність до деформації, % | не менше 25 | 25 | ±1% |
| 5. Границя міцності на розтяг при розриві, МПа | не менше 0,2 | 0,3 | |
| 6. Відносне подовження при розриві, % | не менше 300 | 487 | |
| 7. Водопоглинання за 24 год., % | не більше 2 | 0,5 | ±0,4% |
| 8. Водонепроникність протягом 72 год. під тиском 0,001 МПа | не повинно бути ознак води | протягом встановленого часу за заданого тиску на поверхні зразків не з'являється вода | |
| 9. Теплостійкість протягом 6 год. за температури, °С | не менше 70 | протягом встановленого часу за заданої температури зразки витримали випробування без наявності на поверхні здутих та інших руйнувань | ±0,5 |
| 10. Адгезійна міцність, з бетоном, МПа | когезійний розрив не менше 0,1 | когезійний розрив 0,6 | ±1% |

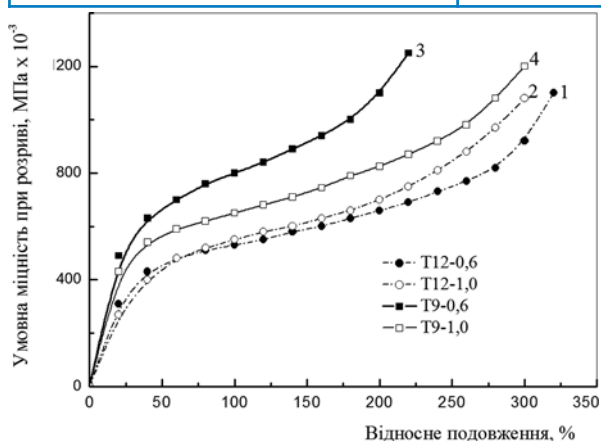


Рис. 2. Динамометричні залежності для зразків герметиків, де швидкозшиваючим агентом є ПОЕП-2000 (в), при швидкості руху затиску 300 мм/хв. Вміст каталізатора DABCO T12 в композиції: 1 – 0,6%, 2 – 1,0%, DABCO T9: 3 – 0,6%, 4 – 1,0%

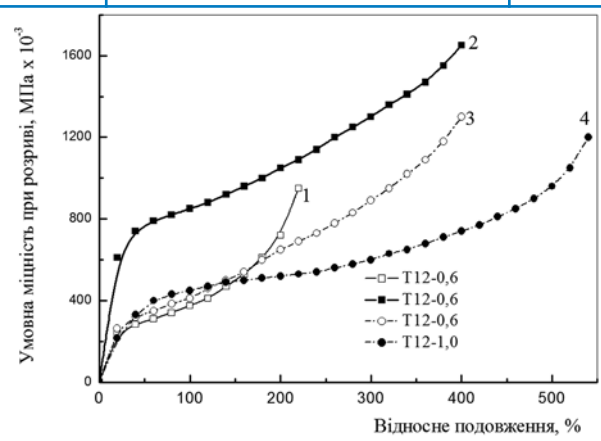


Рис. 3. Динамометричні залежності для зразків герметиків, де швидкозшиваючим агентом є ПОЕП-1000 (в) – 1, ПОЕП-1002 (п) – 2, ПОЕП-2002 (п) – 3, 4, при швидкості руху затиску 300 мм/хв. Вміст каталізатора DABCO T12 в композиції: 1 – 0,6%, 2 – 0,6%, 3 – 0,6%, 4 – 1,0%

Література:

- Handbook of Sealant Technology / K.L. Mittal and A. Pizzi (Ed.), Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group. 2009. – 498 p. – ISBN 978-0-8493-9162-0.
- Handbook of Adhesives and Sealants, Vol. 1 / Philippe Cognard (Ed.), Amsterdam: Elsevier. 2005. – 511 p. – ISBN 978-0-08-044554-3.
- Handbook of Adhesives and Sealants, Vol. 2 / Philippe Cognard (Ed.), Amsterdam: Elsevier. 2006. – 512 p. – ISBN 978-0-08-044708-7.
- Клеи и герметики / Под ред. Д.А. Кардашова. – М.: Химия, 1978. – 200 с.
- Булатов Г.А. Полиуретаны в современной технике. – М.: Машиностроение. 1983. – 272с.
- Новые защитно-герметизирующие полиуретановые материалы, не содержащие растворителей/ А.Л. Лабутин, В.С. Шитов, Э.Д. Жабин и др. – Ленинград, ЛДНТП, 1978. – 20 с.
- Композиционные материалы на основе полиуретанов: Пер. с англ./ Под ред. Ф.А. Шутова. – М.: Химия. 1982. – 240 с.
- Pat. 2007/0043198 A1 USA, IC C08G 18/00. Paintable two-component polyurethane sealant / E.J. Madaj. – Publ. 22.02.2007.
- Pat. 2004/0198900 A1 USA, IC7 C08K 3/00. Two part polyurethane sealant composition with low modulus and good paintability / E.J. Madaj. – Publ. 07.10.2004.
- Pat. 4318959 USA, IC3 D02G 3/00. Low-modulus polyurethane joint sealant / R.M. Evans, T.M. Leonard. – Publ. 9.03.1982
- Торопцева А.М., Белгородская К.В., Бондаренко В.М. Лабораторний практикум по хімії і технології високомолекулярних сполучень/Под ред. А.Ф.Николаева. – Л.:Химия.1972. – 416 с.
- Саундерс Дж. Х., Фриш К. К. Химия полиуретанов / Под ред. С. Г. Энтелеса – М.: Химия, 1968. – 470 с.
- Silva Ana L., Bordado J. C. Recent developments in polyurethane catalysis: catalytic mechanisms review // Catalysis Rev. – 2004. – Vol. 46. – P. 31–51.
- Липатов Ю.С., Керча Ю.Ю., Сергеева Л.М. Структура и свойства полиуретанов. – Киев.:Наук. думка. 1970. – 280 с.
- Райт П., Камминг А. Полиуретановые эластомеры. – Ленинград: Химия. 1973. – 304 с.