

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РЕЦЕПТУРИ НА ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИУРЕТАН-БІТУМНОГО ГЕРМЕТИКА

О.В. КОВАЛЕНКО, Н.Д. БРЮЗГІНА

Інститут гідротехніки і меліорації УААН

Наведено результати досліджень технологічних та фізико-механічних властивостей герметика на основі епоксиретан-бітумних композицій залежно від їхньої рецептури. Дослідження міцнісних, деформаційних та адгезійних властивостей, морозо- та водостійкості підтверджують ефективність використання розроблених композицій як матеріалу для деформаційних швів гідротехнічних споруд.

Проблема. Досвід експлуатації протифільтраційних облицювань меліоративних каналів показує, що їхня водонепроникність значною мірою залежить від якості та довговічності герметизації швів. У свою чергу, надійність та довговічність герметика в гідротехнічних спорудах залежать від відповідності його фізико-механічних властивостей (адгезійної та когезійної міцності, деформативності), водо-, атмосферо- та морозостійкості технічним вимогам до герметизуючих матеріалів для водогосподарського будівництва [1].

Аналіз сучасного стану в галузі розробки нових герметизуючих матеріалів, здатних твердіти й утворювати міцні адгезійні зв'язки в умовах вологого бетону, показує, що перспективними матеріалами, здатними забезпечити зазначені вимоги, є епоксиретанові полімери. Епоксиретани мають високу адгезію до бетону, достатню міцність на розтяг, водонепроникні. Перспектива створення герметизуючих композицій на основі

© О.В. Коваленко, Н.Д. Брюзгіна, 2009

Меліорація і водне господарство. 2009. Вип. 97

епоксиуретанів базується на особливостях хімічної будови та на широкому діапазоні їхніх деформативних характеристик.

Епоксиуретанові полімери – це сполуки, молекулярні ланцюжки яких мають уретанові зв'язки та кінцеві епоксигрупи. Такі полімери поєднують цінні властивості епоксидів: низьку усадку при твердінні, високу адгезію до різних матеріалів з високими пружно-деформаційними характеристиками поліуретанів в умовах перепаду температур, їхньою атмосферою та корозійною стійкістю. Будова зшитих епоксиуретанових полімерів характеризується наявністю різних за полярністю гнучких та жорстких блоків. Гнучкі блоки – ланки звичайного поліефіру, жорсткі блоки утворюються при взаємодії ізоціанатних груп ароматичного діізоціанату з гідроксильними групами поліефірів та епоксидних олігомерів. Гнучкі поліефірні блоки зумовлюють еластичність системи, а жорсткі забезпечують міцні міжмолекулярні взаємодії. Завдяки наявності різноманітних функціональних груп епоксиуретанові полімери мають комплекс властивостей, необхідних для герметизуючих матеріалів.

Різноманітність можливостей взаємної модифікації епоксидів і поліуретанів дає змогу покращувати властивості полімерних матеріалів. Недолік таких герметиків – висока вартість. Оскільки найбільш розповсюдженими і недорогими на сьогодні захисними будівельними матеріалами є бітуми, то для розробки герметизуючих композицій для ГТС нами запропоновано взаємну епоксиуретан-бітумну модифікацію з одержанням епоксиуретан-бітумних компаундів [2]. Така модифікація може проводитись шляхом суміщення в розчині або розплаві. Модифікація полімерами призводить до підвищення деформаційних характеристик, водостійкості, міцності та життєздатності бітумовмісних композицій.

Властивості епоксиуретанових олігомерів і сітчастих полімерів на їхній основі визначаються в основному трьома складниками: довжиною та хімічною природою макромолекулярного фрагмента, присутністю уретанових та епоксидних груп.

Епоксидні групи зумовлюють можливість затвердження будь-яким відомим затверджувачем епоксидних смол. Присутність уретанових груп у сполученні з епоксидними визначає міцну міжмолекулярну взаємодію і можливість до самозатвердження суміші при нагріванні.

Завдяки високій реакційній спроможності епоксидів як затверджувачів можливо використовувати моно-, оліго- та полімерні сполуки різноманітних класів. Природа затверджувача суттєво впливає на технологічні й експлуатаційні характеристики епоксидних матеріалів. Так, наприклад, затверджувачі на основі модифікованих амінів дають змогу затверджувати епоксиди на вологих поверхнях, під водою та при низьких температурах.

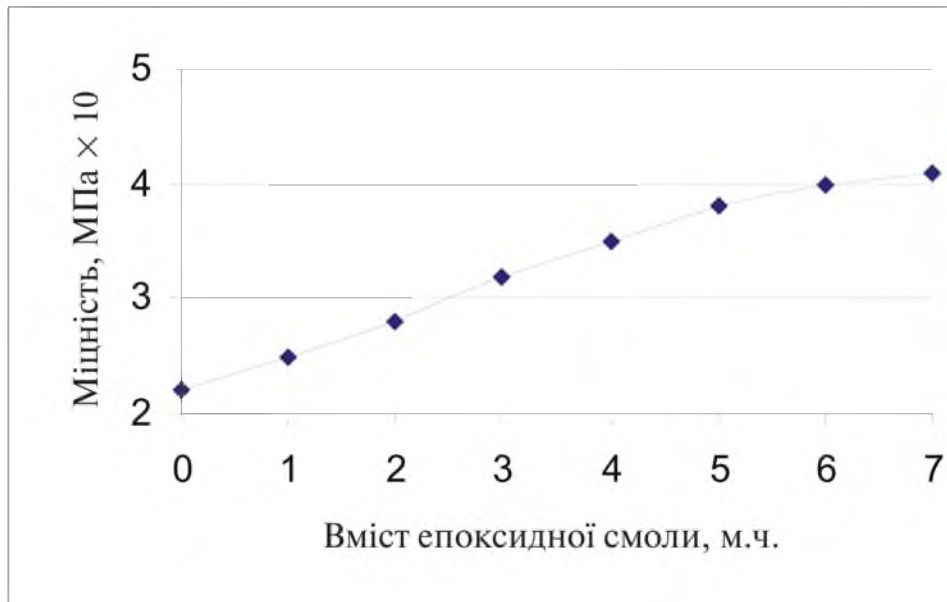
Метою даної роботи було визначення впливу вмісту компонентів на фізико-механічні й технологічні характеристики епоксиуретан-бітумних композицій.

У дослідженнях застосовували: епоксиуретановий олігомер із вмістом епоксидних груп 6–8%, мінеральні наповнювачі, бітум марки БН-ІУ, модифіковану епоксидну смолу та затверджувачі.

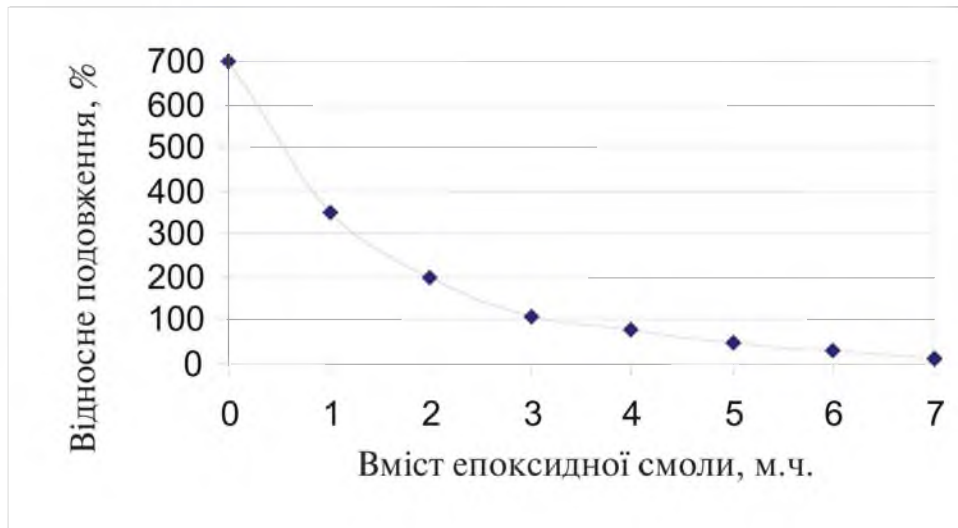
Композиції готували змішуванням електроміксером наповненого епоксиуретанового олігомеру з розплавом бітуму. Як мінеральні наповнювачі застосовували каолін, тальк, гідрофобну крейду із вмістом 35 – 45 м.ч. на 100 м.ч. епоксиуретанового олігомеру. Змішування проводили при температурі 120°C до отримання гомогенної суміші. Після охолодження суміші до неї додавали модифіковану епоксидну смолу та затверджувач, перемішували протягом 5–7 хв і готували зразки для досліджень.

Зразки для досліджень – це бруски із герметизуючої композиції довжиною 50 мм, висотою 20 і шириною 10 мм, які з'єднували дві цементні плитки розміром 50×50×20 мм. Після виготовлення зразки витримували при кімнатній температурі протягом 72 год. Дослідження фізико-механічних характеристик епоксиуретан-бітумного герметика проводили на розривній машині РМ-05.

Результати досліджень міцнісних і деформаційних характеристик епоксиретанової композиції залежно від вмісту модифікованої епоксидної смоли (на 100 м.ч. олігомеру) наведено на рис. 1.



a



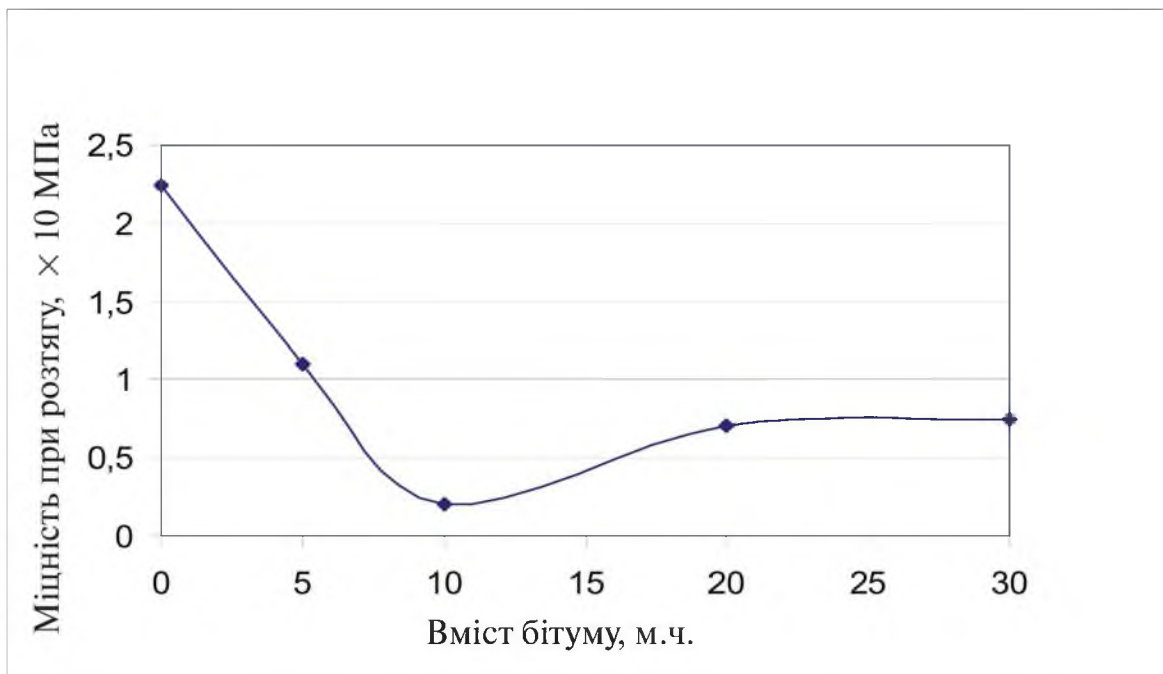
б

Рис. 1. Зміна міцності (а) та відносного подовження (б) при розриві епоксиретанової композиції залежно від вмісту модифікованої епоксидної смоли

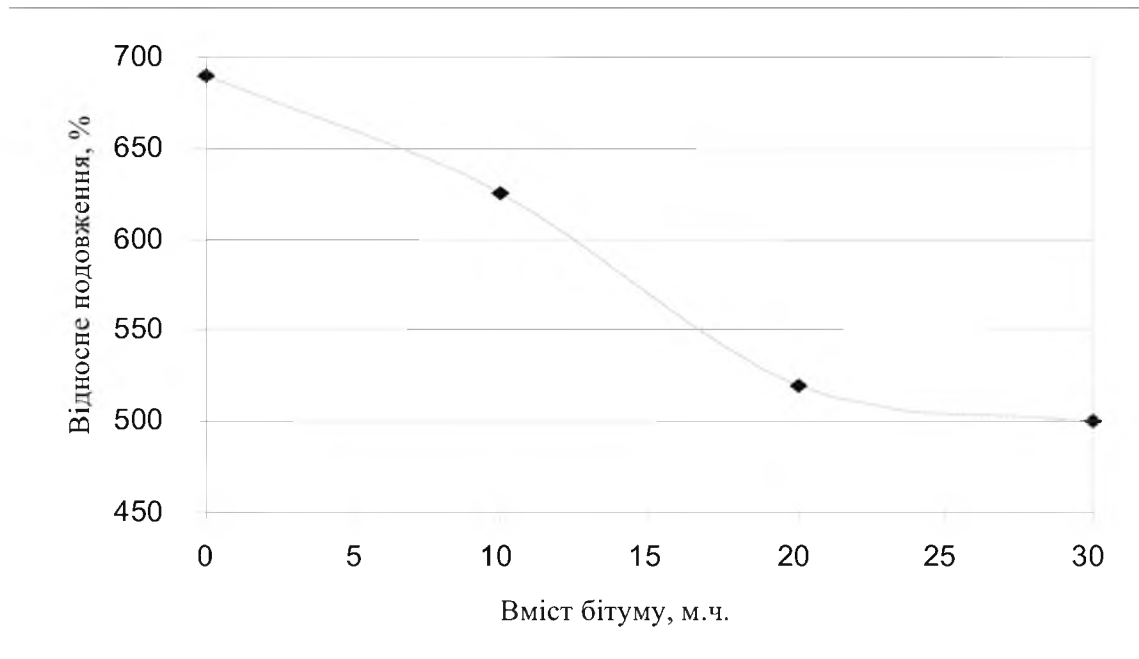
При збільшенні вмісту модифікованої епоксидної смоли спостерігається значне підвищення показника міцності, водночас деформативність знижується.

Підвищення міцнісних та зниження деформаційних характеристик у результаті епоксидної модифікації пояснюється наступним чином. У системі епоксиуретан-епоксид формуються дві взаємопроникні сітки – еластична епоксиуретанова та жорстка епоксидна. Із збільшенням вмісту епоксидного складника жорсткість системи і, як наслідок, її міцність зростає, а деформаційні характеристики погіршуються.

Введення в наповнену епоксиуретанову композицію бітуму в кількості 5 – 10 м.ч. призводить до зниження міцності матеріалу, а в діапазоні 10 – 30 м.ч. міцнісні характеристики мало залежать від вмісту бітуму (рис. 2, *a*). Деформаційні характеристики композиції також знижуються при введенні бітуму в кількості до 20 м.ч. і при подальшому збільшенні вмісту бітуму до 30 м.ч. – змінюються мало (рис. 2, *б*).



a



б

Рис. 2. *Зміна міцності (а) та відносного подовження (б) при розриві епоксиретан-бітумної композиції залежно від вмісту бітуму*

Слід відмітити, що введення бітуму в кількості понад 30 м.ч. ускладнено через високу в'язкість суміші.

В умовах водонасиченого бетону суттєвим є питання проникнення вологи в зону контакту бетон – герметик по капілярах бетону. За наявності вологи в зоні контакту можливе зниження адгезійних характеристик та відшарування герметика від бетону. Для надійної роботи шва необхідно захистити зону контакту герметика з бетоном від вологи. Для цього доцільно використання праймерування. Як праймер використовували суміш модифікованої епоксидної смоли та затверджувача УП-583Д (для вологої поверхні) або УП-0633М (для сухої поверхні) у масовому співвідношенні 5:1.

Результати досліджень фізико-механічних властивостей епоксиретан-бітумних композицій (при вмісті бітуму 30 м.ч. на 100 м.ч. олігомеру) залежно від вмісту модифікованої епоксидної смоли наведено в табл. 1.

1. Залежність фізико-механічних властивостей епоксиретан-бітумних композицій від вмісту модифікованої епоксидної смоли

Вміст модифікованої епоксидної смоли, м.ч. на 100 м.ч. епоксиретан-бітумної композиції	Фізико-механічні властивості			
	Відносне подовження при розриві, %	Адгезія, МПа		
		без праймера, до сухого бетону	по праймеру	
			до сухого бетону	до водонасиченого бетону
0	700	1	2,3	2,3
1	550	1,2	2,5	2,5
2	300	1,35	2,75	2,75
3	200	1,4	3,25	3,25
4	100	1,45	3,5	3,5
5	80	1,5	3,75	3,75
6	50	1,51	4	4
7	20	1,53	4,25	4,25

Як видно із даних табл. 1, збільшення вмісту епоксидної смоли приводить до значного підвищення міцнісних та адгезійних характеристик композиції, однак додавання її в кількості понад 3 м.ч. є недоцільним через недостатню деформативність одержаного матеріалу.

Досліджено вплив природи затверджувача на життєздатність епоксиретан-бітумного герметика, що є важливою технологічною характеристикою герметизуючих композицій. Як затверджувачі використовували ціанетиленовий амін УП-0633М і продукт взаємодії фенолу, формальдегіду з етиленовими амінами УП-583Д.

Проведеними дослідженнями встановлено, що термін придатності епоксиретан-бітумного герметика після введення затверджувача суттєво залежить від типу затверджувача та його кількості. У табл. 2 наведено дані щодо терміну життєздатності епоксиретан-бітумної композиції при 20°С залежно від вмісту затверджувачів з розрахунку на 100 м.ч. наповненої епоксиретанової композиції.

2. Час життєздатності епоксиретан-бітумної композиції при 20°C залежно від вмісту затверджувачів

Вміст затверджувача, м.ч.	Час життєздатності, хв	
	УП 0633М	УП - 583
4	500	290
5	300	250
6	240	190
7	180	120
8	120	90
9	90	50
10	60	30

Доведено, що в межах вмісту затверджувачів від 6 до 8 м.ч. (УП-0633М) і від 5 до 7 м.ч. (УП-583Д) на 100 м.ч. наповненої епоксиретанової композиції життєздатність композиції становить від 2 до 4 год, що відповідає технологічним вимогам до твердіючих герметиків. За підвищення вмісту затверджувачів життєздатність композицій скорочується, що робить їх технологічно непридатними. При зменшенні вмісту затверджувача в композиції нижче вказаного рівня час до її твердіння зростає до 6–7 год і більше, що також технологічно не виправдано. При нанесенні герметика з великим часом життєздатності можливе його опливання на похилих поверхнях.

Результати проведених досліджень дають змогу визначити оптимальні склади епоксиретан-бітумного герметика, м.ч.:

епоксиретановий олігомер	– 60
наповнювач (тальк, каолін)	– 40
модифікована епоксидна смола	– 1 – 3
бітум	– 5 – 20
затверджувач (УП-0633 М або УП-583 Д)	– 7 – 8.

Вивчали водопоглинання та морозостійкість епоксиретан-бітумних затверджених композицій оптимального складу.

Водопоглинання визначали за зміною маси зразків після витримки їх у воді. Цей показник за 12 міс. не перевищує 1%.

Морозостійкість оцінювали за кількістю циклів попере-мінного заморожування при –20°C та відтанення у воді. Після

300 циклів випробувань міцнісні та деформаційні характеристики епоксиретан-бітумного герметика залишались у тих самих межах.

Висновки. Показано, що визначальним фактором міцності епоксиретан-бітумного герметика є вміст епоксидної смоли, деформативності – вміст епоксиретанового олігомеру, життєздатності – вміст затверджувача.

Проведеними дослідженнями визначено рівні рецептурних факторів, які забезпечують одержання герметизуючих матеріалів з комплексом заданих властивостей: міцністю при розриві $\sigma \geq 0,2$ МПа; відносним подовженням при розриві $\geq 200\%$, адгезією ≥ 1 МПа.

1. Алимов А.Г. Современные методы исследования качества герметизации деформационных швов мелиоративных гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. – 2009. – № 2. – С. 39–44.

2. Пат. України № 38113, МПК C08L. Полімерна герметизуюча композиція / О.В.Коваленко, Н.Д. Брюзгіна. – Опубл. 25.12.2008; Бюл. № 24.

Приведены результаты исследований прочностных и деформационных характеристик герметика на основе эпоксиретан-битумных композиций в зависимости от их рецептуры. Исследования физико-механических характеристик, морозоустойчивости и водостойкости дают возможность сделать вывод об эффективности использования разработанных композиций в качестве материалов для деформационных швов гидротехнических сооружений.

Resulted results of researches of technological and physical-mechanical properties of sealant on the basis of epoksiuretan-bitumen compositions depending on their compounding. Researches of durability and deformation, frost-resistance and water resistance enable to draw conclusion about efficiency of the use of the developed compositions in quality materials for the deformation stitches of hydrotechnical buildings.