

УДК 625.768.5

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПАДУ БІТУМНИХ ТА МОДИФІКОВАНИХ БІТУМНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Асп. В.Я. Новаковська

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПАДА БИТУМНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

Асп. В.Я. Новаковская

INVESTIGATION OF BITUMEN AND MODIFIED BITUMEN EMULSIONS BREAKING PROCESS

Postgraduate V. Novakovska

Розглянуто механізм розпаду бітумних та модифікованих бітумних емульсій на поверхні мінеральних матеріалів. Згідно із запропонованим механізмом швидкість розпаду емульсій залежить від швидкості зменшення концентрації кислоти в дисперсійному середовищі та швидкості адсорбції емульгатора на поверхні мінеральних матеріалів. Експериментально досліджено вплив концентрації емульгатора, кислоти та водного латексу на індекс розпаду емульсій.

Ключові слова: катіонна бітумна емульсія, водний катіонний латекс, швидкість розпаду, емульгатор.

Рассмотрен механизм распада битумных и модифицированных битумных эмульсий на поверхности минеральных материалов. Согласно с предложенным механизмом скорость распада эмульсий зависит от скорости уменьшения концентрации кислоты в дисперсионной среде и скорости адсорбции эмульгатора на поверхности минеральных материалов. Экспериментально исследовано влияние концентрации эмульгатора, кислоты и водного катионного латекса на показатель индекса распада.

Ключевые слова: катионная битумная эмульсия, водный катионный латекс, скорость распада, эмульгатор.

The paper deals with process of breaking of cationic bitumen and modified bitumen emulsion. The stage of the setting of cationic bitumen emulsion on the mineral surface are the following: adsorbs acid, water and emulsifier; reverse the charge of the minerals by emulsifier; loss of charge of the emulsion droplets; flocculation and coalescence of bitumen droplet, displacing the water film by emulsifier with bitumen. Regarding the modified bitumen emulsions, latex adsorbs before bitumen. It was set that the breaking index depends on speed of diminishing of concentration of acid in emulsion and speed of adsorption of emulsifier onto the mineral surface. The speed of adsorption slows with the increase of amount of emulsifier and acid. It was provide that adding of water cationic latex to emulsion slow break of emulsion. In our view, this slower breaking of emulsion is due the additional amount of emulsifier and water in modified emulsions.

Keywords: cationic emulsion, water cationic latex, breaking index of emulsions, emulsifier.

Вступ. Катіонні дорожні бітумні емульсії успішно використовуються в різних технологіях при будівництві та ремонті автомобільних доріг у багатьох країнах світу. Одним із напрямків покращення структурно-механічних властивостей в'язучого, що утворюється при розпаді катіонних бітумних емульсій, є введення до його складу

полімерних речовин. Особливості проектування складів, виготовлення, властивості катіонних дорожніх бітумних емульсій, модифікованих полімерами, та в'язучого, виділеного з них, на сьогодні залишаються недостатньо вивченими.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науко-

вими та практичними завданнями. Довговічність шарів дорожнього одягу, влаштованих із застосуванням бітумних та модифікованих бітумних емульсій, залежить від якості зчеплення в'язучого, що виділяється при розпаді емульсії, з поверхнею мінеральних матеріалів. Одним із чинників, що впливає на його зчеплення з поверхнею мінерального матеріалу, є повнота обволікання поверхні мінеральних матеріалів в'язучим. У свою чергу ступінь покриття в'язучим поверхні мінерального матеріалу напряму залежить від швидкості розпаду емульсії. Для цілеспрямованого управління вказаними процесами необхідно чітко уявляти, що відбувається при виділенні в'язучого з емульсії на поверхні мінеральних матеріалів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На процес розпаду емульсії впливають як властивості мінерального матеріалу, так і склад емульсії. Будівельні мінеральні матеріали являють собою складну гетерогенну структуру, до складу якої входять різні хімічні сполуки. Серед основних можна

виділити: оксиди металів і кремнію, гідроксиди металів, солі металів та ін. Таким чином, поверхня мінерального матеріалу є досить неоднорідною з хімічної точки зору. Кожна окрема зона мінерального матеріалу має свій заряд і може адсорбувати різні види полярних груп. Спрощено прийнято вважати, що основною сполукою, що утворює вапняки, є карбонат кальцію, а граніти – оксид кремнію. Таким чином, внаслідок іонізації оксиду кремнію з утворенням $SiO_n^- H_n^+$ при наявності води, поверхня гранітів заряджається негативно і відповідно притягує до себе позитивно заряджені іони. Позитивний заряд вапняку обумовлений тим, що іони двовалентного кальцію Ca^{2+} лише частково компенсуються карбонат-іонами CO_3^{2-} [1, 2].

На основі аналізу робіт М.І. Волкова, Е.О. Казарновської, Л.О. Кирилової, М.І. Кучми, І.А. Плотнікової, Г. Холлерана та інших учених [1-4] можна виділити основні стадії розпаду емульсії на поверхні мінеральних матеріалів (рис. 1).

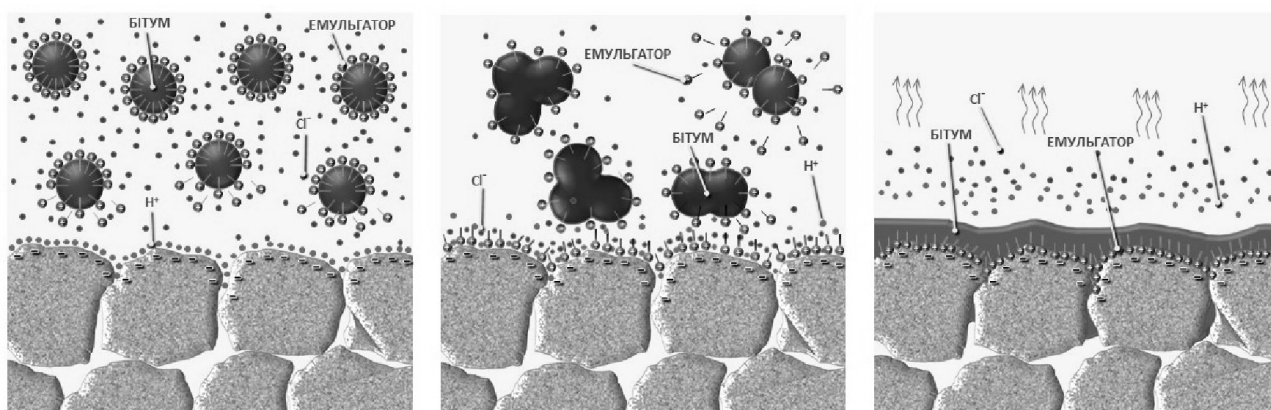


Рис. 1. Процес розпаду емульсії на поверхні мінерального матеріалу

У першу чергу на поверхні мінеральних матеріалів адсорбуються вода та кислота, які містяться у водній фазі емульсії. Під впливом полярних молекул води, іонів кислотного залишку та іонів водню відбувається поляризація сполук, що входять до складу мінеральних матеріалів. Паралельно відбувається поступова адсорбція емульгатора. Наступним етапом є утворення зв'язку між активними центрами мінерального матеріалу та кислотою і емульгатором. Можливе утворення хімічного зв'язку внаслідок реакції обміну;

хімічного зв'язку за донорно-акцепторним механізмом або фізико-хімічного зв'язку за рахунок сил Ван-дер-Ваальса. Внаслідок адсорбції емульгатора поступово відбувається перезарядка поверхні та гідрофобізація її вуглецевими «хвостами» емульгаторів. Одночасно, внаслідок взаємодії кислоти з поверхнею мінеральних матеріалів, відбувається падіння кислотності розчину. У нейтральному середовищі катіоноактивний емульгатор втрачає здатність розчинятися, що приводить до його повної адсорбції на поверхні

мінеральних матеріалів. Внаслідок адсорбції емульгатора та падіння кислотності краплі бітуму втрачають свої захисні оболонки і спочатку злипаються, а потім осідають на ліофільну поверхню мінеральних матеріалів. Невелика частина води з емульсії адсорбується поверхнею мінеральних матеріалів, інша вода поступово витискується бітумом з емульгатором та випаровується.

Виходячи із запропонованого механізму розпаду можна сказати, що розпад катіоноактивної емульсії на мінеральному матеріалі залежить від швидкості зменшення концентрації кислоти в дисперсійному середовищі та швидкості адсорбції емульгатора. При цьому для емульсій на емульгаторах меншої молекулярної маси та більш простій молекулярної будови буде характерна більш швидка адсорбція та формування плівки бітуму. Дифузія об'ємних катіонів четвертинних амонієвих сполук до активних центрів мінерального матеріалу протікає поволі. Поліаміни також здатні створювати об'ємну захисну оболонку на частках бітуму, яка має складну просторову структуру, і тому також досить повільно десорбуються з поверхні часток бітуму при контакті з мінеральним матеріалом. Це означає, що регулюючи тип та концентрацію кислоти та емульгатора можна впливати на швидкість розпаду емульсії. Так, для приготування швидкорозпадних катіонних емульсій можна рекомендувати застосовувати алкіламіни, алкілдіаміни, аміноєфіри, амідоаміни, імідазоліни; для приготування катіонних

емульсій з меншою швидкістю розпаду – четвертинні амонієві сполуки, які при переводі в сольову форму утворюють полізарядні молекули з розгалуженою гідрофільною частиною, і поліаміни.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою роботи є обґрунтування механізму розпаду катіонних бітумних та модифікованих бітумних емульсій на поверхні мінеральних матеріалів. Задачі дослідження полягають у оцінці впливу водного катіонного латексу, будови емульгатора, концентрації емульгатора та кислоти на швидкість розпаду катіонних бітумних емульсій.

Основна частина дослідження. Для оцінки швидкості розпаду емульсій було обрано показник «індекс розпаду», який вимірюється кількістю піску, що витрачається для визначення розпаду одиниці маси емульсії. При проведенні експериментальних досліджень використовували кварцовий пісок для скляної промисловості марки ВС-050-1.

Для оцінки впливу хімічної будови емульгатора на індекс розпаду емульсій були виготовлені катіонні бітумні емульсії в лабораторній установці конструкції заводу «Укрбудмаш». Вміст бітуму в емульсіях складав 59-62 %, вміст емульгатора 0,3 %, водневий показник (рН) 2,5-3,0.

Аналіз впливу хімічної будови емульгатора на індекс розпаду емульсій (рис. 2) показав, що емульсіям на основі емульгаторів з простішою просторовою будовою (Dinoram SL-алкілдіамін) властива більша швидкість розпаду.

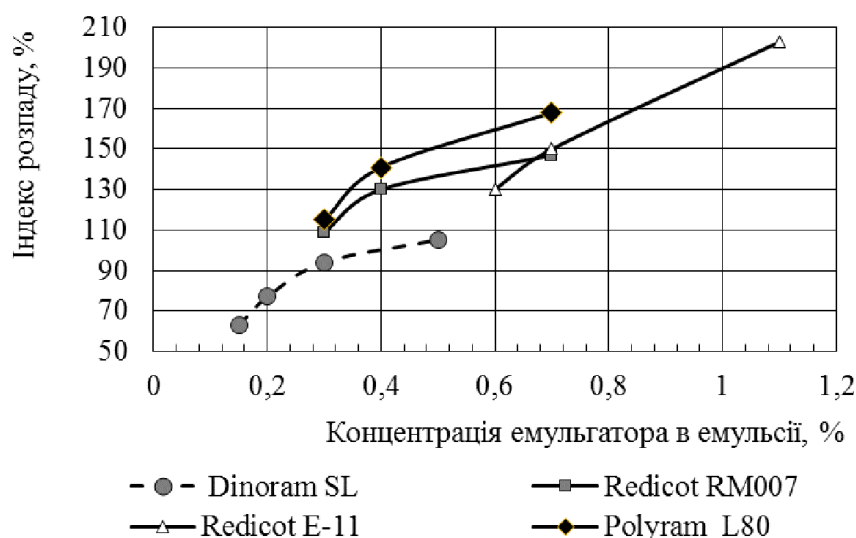


Рис. 2. Концентраційні залежності індексу розпаду

Емульсіям на основі інших емульгаторів (Redicot RM007 – алкілдіамін етоксилат, Polyram L80 – суміш алкілполіаміну та амідопо-ліаміну та Redicot E-11 – талевий алкіл-1,3 – пропандіамін хлорид) із складнішою просторовою будовою властива менша швидкість розпаду. При цьому спостерігається зменшення швидкості розпаду емульсій при зростанні концентрації емульгатора, що

підтверджує наведений вище механізм розпаду.

Для оцінки впливу концентрації кислоти на швидкість розпаду емульсій були виготовлені емульсії на основі емульгатора Redicot RM007. Концентрація емульгатора в емульсіях складала 0,3 %, вміст бітуму 60 %. З отриманих результатів досліджень (рис. 3) видно, що при зменшенні рН на 4 одиниці індекс розпаду збільшився на 86 одиниць.

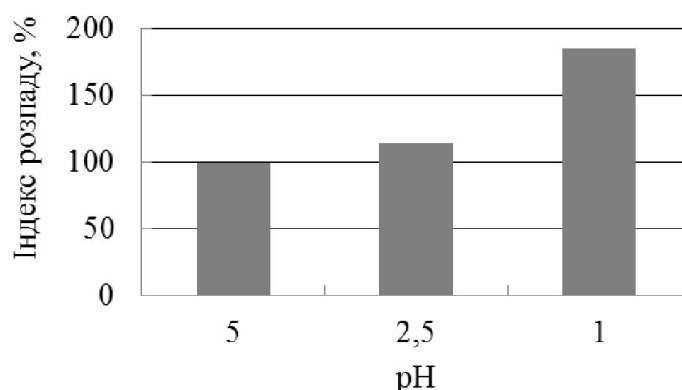


Рис. 3. Вплив рН на індекс розпаду емульсії

Це підтверджує те, що чим більша концентрація кислоти, тим повільніше відбувається розпад емульсії.

Щодо механізму розпаду модифікованої бітумної емульсії, можливо припустити, що він має відмінності, пов'язані з наявністю у складі бітумної емульсії водного катіонного латексу [5,6]. Водний катіонний латекс це також катіонна емульсія, але як фаза в ній виступає співполімер стирол-бутадієну. У зв'язку з тим, що краплі латексу мають менший розмір, порівняно з краплями бітуму, і містяться у водній фазі, вони дестабілізуються раніше. Внаслідок втрати захисного шару з емульгатора краплі полімеру зливаються і утворюють стільникову структуру навколо крапель бітуму. Паралельно з цим процесом відбувається адсорбція та зменшення захисного шару емульгатора на поверхні крапель бітуму, що також призводить до їх коалесценції. У зв'язку з тим, що адсорбція латексу протікає швидше, бітум осідає на утворену латексом сітку.

Розгалужена структура, яку утворює полімер, забезпечує закріплення мінерального матеріалу між прошарками в'язучого.

Виходячи з того, що при додаванні водного латексу до готової емульсії незначно збільшується кількість води та емульгатора, швидкість розпаду може дещо сповільнитися.

Для підтвердження запропонованого механізму розпаду модифікованих емульсій було проведено порівняльні дослідження швидкості розпаду катіонних бітумних емульсій (КБЕ) та катіонних бітумних модифікованих емульсій (КБМЕ), що були виготовлені на підприємстві «Паркінг +» м. Харків на основі емульгатора Redicot EM-44. Латекс змішували з готовими бітумними емульсіями. Як можна бачити з діаграм, поданих на рис. 4, індекс розпаду емульсій внаслідок модифікації їх водним катіонним латексом, збільшується, що може бути підтвердженням адекватності запропонованого механізму розпаду.

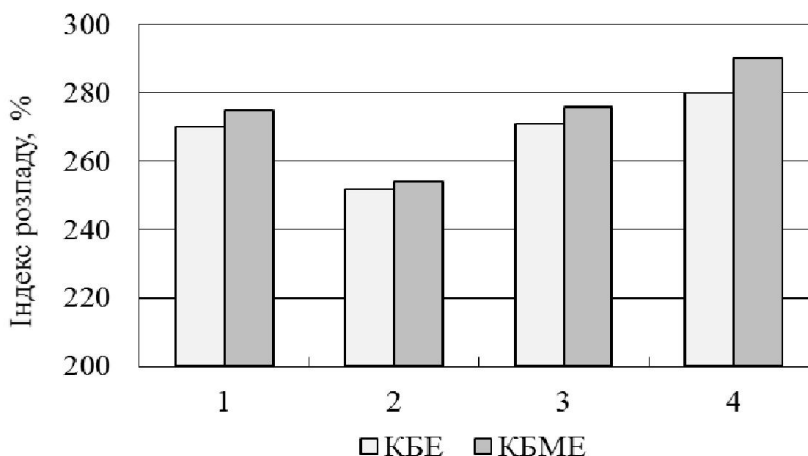


Рис. 4. Порівняння показників індексу розпаду КБЕ та КБМЕ

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. На основі аналізу результатів досліджень можна відзначити таке. Розпад бітумних емульсій на поверхні мінеральних матеріалів відбувається в такій послідовності: хімічна або фізико-хімічна адсорбції кислоти, потім емульгатора та бітуму. На швидкість розпаду серед інших чинників впливає природа та концентрація емульгатора, концентрація кислоти. Більш швидка адсорбція

та формування плівки бітуму характерні для емульсій на емульгаторах більш простої молекулярної будови. Із збільшенням кількості емульгатора та кислоти швидкість адсорбції зменшується. При введенні водного катіонного латексу до готової бітумної емульсії її швидкість розпаду, порівняно з вихідною емульсією, зменшується за рахунок надходження у склад додаткової кількості емульгатора та води.

Список використаних джерел

1. Волков, М.І. До питання про кінетику бітумних емульсій [Текст] / М.І. Волков, Л.О. Кирилова // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 1974. – №4. – С. 73-75.
2. Кучма, М.И. Поверхностно-активные вещества [Текст] / М.И. Кучма. – М.: Транспорт, 1980. – 190 с.
3. Улучшение качества и совершенствование технологии применения битумных эмульсий [Текст]: сб. науч. трудов СоюздорНИИ. – М.: Науч.ред., 1974. – Вып. 71. – 96 с.
4. Holleran, G. Analysis of Emulsion Stability and Asphalt Compatibility, Asphalt Emulsion (Manufacturing Association, International Symposium on Asphalt Emulsion Technology, 1999) [Електронний ресурс] / G. Holleran, R. Jeffrey. – Режим доступу: <http://www.slurry.org>.
5. Takamura, K. Using latex modified asphalt emulsion: view from the colloid scientist (Materials of UNH Materials Science Seminar, November 4, 2003 New Hampshire) [Електронний ресурс] / К. Takamura. – Режим доступу: <http://worldaccount.basf.com>.
6. Терлецька, В.Я. Існуючі уявлення про структуру катіонних бітумних емульсій з добавками полімерів [Текст] / В.Я. Терлецька, В.К. Жданюк // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожнього факультету «Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів». – Харків, 2010. – С. 163-168.

Рецензент д-р техн. наук, професор В.К. Жданюк

Новаковська Вікторія Яківна, аспірант, кафедра будівництва та експлуатації автомобільних доріг Харківський національний автомобільно-дорожній університет. тел. (057)707-37-80. E-mail: vitasmol yakova@yandex.ru.

Novakovska V, postgraduate, department of building and maintenance of automobile road Kharkiv National Automobile and Highway University. tel. (057)707-37-80. E-mail: vitasmol yakova@yandex.ru.

Стаття прийнята 9.11.2015 р.