

- © С.Й. Солодкий, докт. тех. наук, професор,
- © Ю.В. Сідун, (НУ “Львівська політехніка”),
- © О.Є. Волліс, зав. лабораторії (ТзОВ “Пролог ТД”)

КІНЕТИКА НАБОРУ КОГЕЗІЙНОЇ МІЦНОСТІ ХОЛОДНИХ ЛИТИХ ЕМУЛЬСІЙНО-МІНЕРАЛЬНИХ СУМІШЕЙ НА БІТУМАХ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

Анотація. Представлено дослідження закономірностей набору когезійної міцності литих емульсійно-мінеральних сумішей на основі окислених і дистиляційних бітумів; визначено можливі терміни відкриття руху транспортних засобів по влаштованому тонкошаровому емульсійно-мінеральному покриттю.

Ключові слова: лита емульсійно-мінеральна суміш, когезійна міцність, окислений бітум, дистиляційний бітум, тонкошарове емульсійно-мінеральне покриття.

Аннотация. Представлено исследование закономерностей набора когезионной прочности литых эмульсионно-минеральных смесей на основе окисленных и дистилляционных битумов; определены возможные сроки открытия движения транспортных средств по устроенному тонкослойному эмульсионно-минеральному покрытию.

Ключевые слова: литая эмульсионно-минеральная смесь, когезионная прочность, окисленный битум, дистилляционный битум, тонкослойное эмульсионно-минеральное покрытие.

Annotation. The suite regularity research of cohesion strength of a slurry seal on the base of oxygenized and distillation bitumens is represented; terms of possible opening of the vehicle movements on the placed slurry seal payment are defined.

Key words: slurry seal, cohesive strength, oxidized bitumen, distillation bitumen, slurry seal payment.

Вступ

Сьогодні є актуальним питання відновлення за короткий проміжок часу основних властивостей пошкодженого покриття з одночасним продовженням строків його експлуатації. Проблема може бути вирішена шляхом влаштування тонкошарових захисних шарів на основі литих холодних емульсійно-мінеральних сумішей (ТЕМП). Ця технологія набуває все більшого розповсюдження в Україні, проте є недостатньо вивченою на стадії проектування складу суміші. Одним з виявлених вузьких місць застосування даної технології є використання бітумних емульсій на бітумах, що не забезпечують необхідну швидкість набору когезійної міцності укладеної литої суміші, а відтак інтенсивне формування покриттів типу “Slurry Seal” або “Microsurfacing” і своєчасне відкриття руху.

Аналіз проведених досліджень технології литих холодних сумішей показав, що питання дослідження швидкості набору когезійної міцності залежно від виду бітуму є недостатньо вивченими [1, 2]. Тому метою представлених досліджень було

встановлення закономірностей набору когезійної міцності литих холодних сумішей на основі окислених і дистиляційних бітумів, а відтак визначення можливого часу відкриття руху транспортних засобів по влаштованому ТЕМП.

Матеріали і методи досліджень

Приготування і випробування литих емульсійно-мінеральних сумішей (далі – ЛЕМС) здійснено відповідно до вимог ТУ У В.2.7-45.2-00018112-208-2002 [3].

У дослідженнях використано метод оцінювання кінетики набору когезійної міцності готової ЛЕМС згідно з вимогами технічного бюлетеня ISSA (International Slurry Surfacing Association) [4]. Дослідження проведено шляхом формування 4–5 зразків з ЛЕМС одного складу та випробування їх через певні періоди часу на когезійну міцність за допомогою модифікованого когезійного тестера The Modified ASTM D3910-80a Cohesion Tester (рис. 1).

Визначення когезійної міцності ЛЕМС за характерним типом руйнування і відповідним

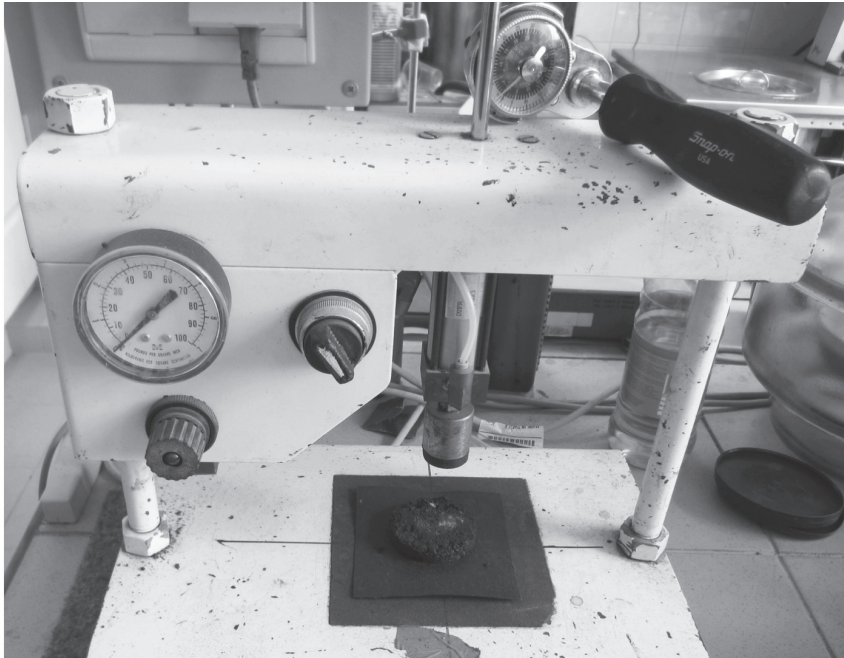
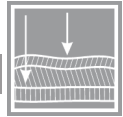
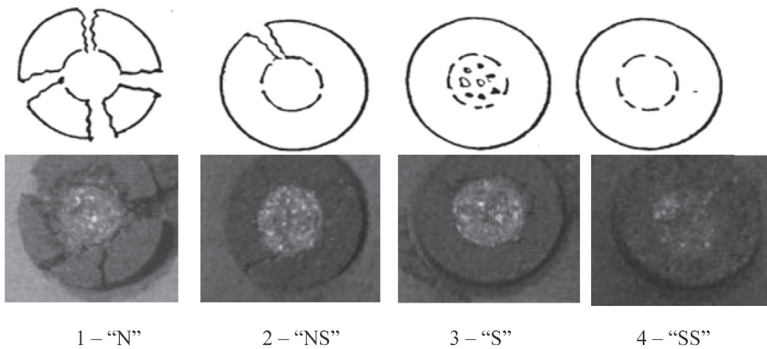


Рис. 1. Випробування зразків із ЛЕМС за допомогою модифікованого когезійного тестера



1 – “N” 2 – “NS” 3 – “S” 4 – “SS”

Рис. 2. Типи руйнування зразків із ЛЕМС

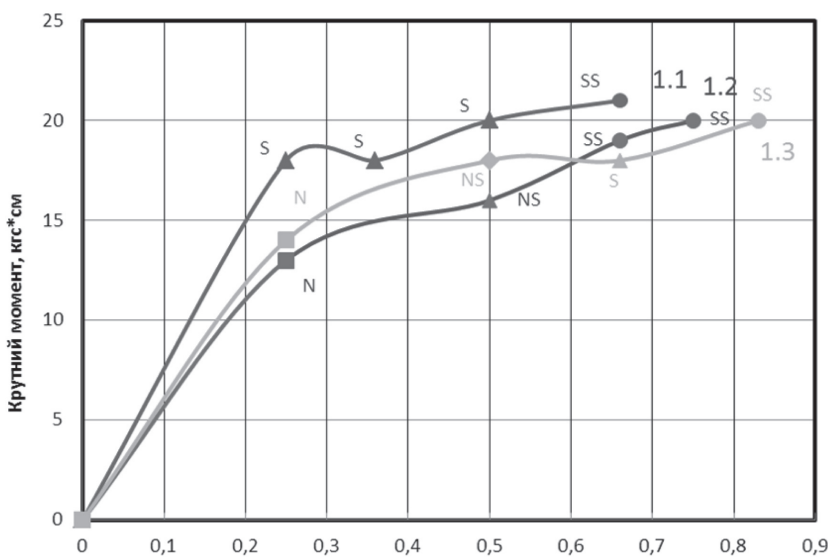


Рис. 4. Кінетика набору когезійної міцності ЛЕМС складів 1.1; 1.2; 1.3

значенням крутного моменту проводили через визначені інтервали часу залежно від рецепту використаної бітумної емульсії і добавок, починаючи приблизно через 15–30 хвилин після формування зразків у кільці-формі (час коригувався шляхом візуального оцінювання готовності зразків для проведення випробувань). У результаті випробування візуально оцінювали тип руйнування зразка при фіксуванні відповідного значення крутного моменту (рис. 2).

Згідно з технічним бюлетенем ISSA [4] руйнування зразків із ЛЕМС при випробуванні на когезійному тестері класифікуються таким чином:

1. “N” – Normal (стандартне) – характеризується практично повним руйнуванням зразка з наявністю радіальних тріщин.

2. “NS” – Normal Spin (нормальне кручення) – характеризується наявністю лише однієї руйнуючої радіальної тріщини. Рівнозначне значення когезії – 20 кг·см.

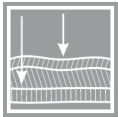
3. “S” – Spin (кручення) – характеризується відсутністю тріщин, але відбувається викиршування зерен кам’яного матеріалу зразка або їх зміщення по колу. Рівнозначне значення когезії – 23 кг·см.

4. “SS” – Solid Spin (тверде кручення) – характеризується відсутністю тріщин. Зразок зберігає цілісність, можливе зміщення або видалення частинок бітуму. Рівнозначне значення когезії – 26 кг·см.

Кінцевою метою дослідження є визначення проміжку часу, за який зразок із ЛЕМС набере потрібну когезійну міцність, тобто буде відповідати 4-му типу руйнування.

Експериментальна частина

Для проведення дослідження кінетики набору когезійної міцності було обрано дев’ять складів ЛЕМС (табл. 1), що є оптимальними за критеріями забезпечення нормативного значення розпаду суміші (не менше 180 секунд [5]), на основі емульсій трьох розроблених рецептів:



Таблиця 1

Оптимальні склади ЛЕМС

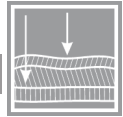
Склад	Вміст компонентів ЛЕМС					Час розпаду, с
	Кам'яний матеріал, г	Цемент, г	Вода, мл	Присадка (10% розчин Redicote E-11), мл	Емульсія, г	
На основі емульсії на дистиляційному бітумі Nybit E 85						
1.1	100	0,75	10	0,25	14	226
1.2	100	0,25	10	0,5	14	220
1.3	100	1,25	10	0,5	14	200
На основі емульсії на окисленому бітумі БНД 60/90						
2.1	100	1,0	10	2,0	14	190
2.2	100	0,5	10	2,5	14	180
2.3	100	1,5	10	2,0	14	191
На основі емульсії на окисленому бітумі БНД 60/90 із спів-емульгатором Redicote 505						
3.1	100	0,75	10	1,75	14	190
3.2	100	0,25	10	2,25	14	185
3.3	100	1,25	10	1,75	14	181

Результати визначення кінетики набору когезійної міцності ЛЕМС наведені у табл. 2 і на рис. 4-6.

Таблиця 2

Кінетика набору когезійної міцності ЛЕМС

Склади ЛЕМС	Показники кінетики набору когезійної міцності		
	Час випробування, хв/год	Тип руйнування	Прикладений крутний момент, кг·см
На основі емульсії на дистиляційному бітумі Nybit E 85			
1.1	15 / 0,25	S	18
	22 / 0,36	S	18
	30 / 0,50	S	20
	40 / 0,66	SS	21
1.2	15 / 0,25	N	13
	30 / 0,50	S	16
	40 / 0,66	SS	19
	45 / 0,75	SS	20
1.3	15 / 0,25	N	14
	30 / 0,50	NS	18
	40 / 0,66	S	18
	50 / 0,83	SS	20
На основі емульсії на окисленому бітумі БНД 60/90			
2.1	90 / 1,50	N	12
	330 / 5,50	NS	13
	420 / 7,00	S	14
	450 / 7,50	SS	15
2.2	170 / 2,83	N	10
	330 / 5,50	NS	11
	390 / 6,50	S	11
	450 / 8,00	SS	12
2.3	120 / 2,00	N	11
	330 / 5,50	N	11
	420 / 7,00	S	14
	480 / 7,50	SS	15



Продовження табл. 2

На основі емульсії на окисленому бітум БНД 60/90 із спів-емульгатором Redicote 505			
3.1	45 / 0,75	N	13
	60 / 1,00	NS	13
	105 / 1,75	NS	14
	135 / 2,25	S	15
	165 / 2,75	SS	16
3.2	30 / 0,50	N	12
	70 / 1,17	NS	12
	150 / 2,50	NS	14
	210 / 3,50	S	15
3.3	45 / 0,75	N	12
	90 / 1,25	NS	13
	135 / 2,25	NS	14
	180 / 3,00	S	14
	200 / 3,30	SS	15

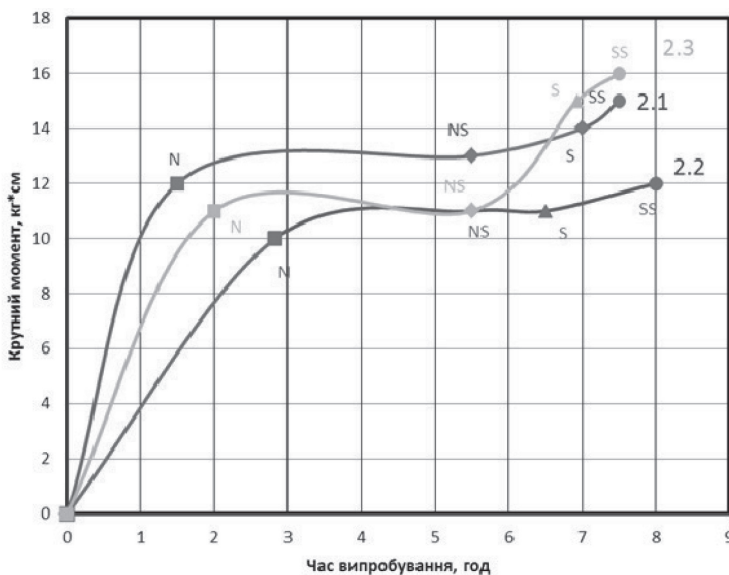


Рис. 5. Кінетика набору когезійної міцності ЛЕМС складів 2.1; 2.2; 2.3

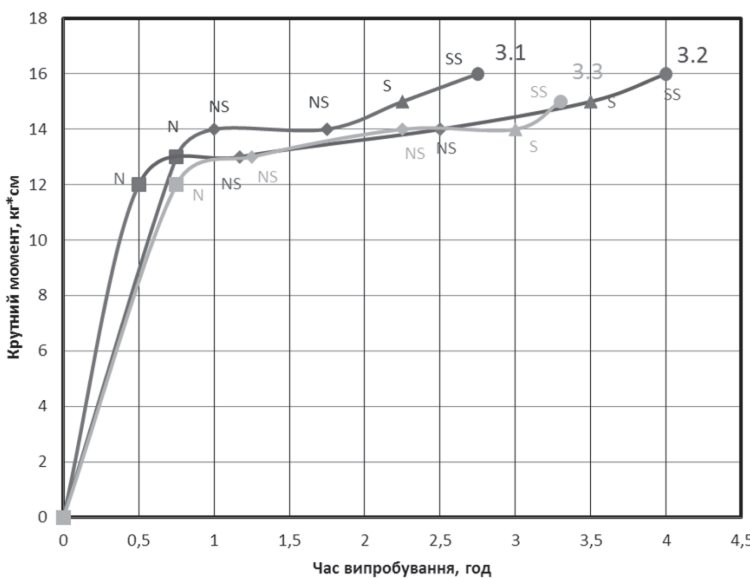


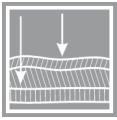
Рис. 6. Кінетика набору когезійної міцності ЛЕМС складів 3.1; 3.2; 3.3

- 1) на дистиляційному бітумі Nybit E85 шведської компанії "Nynas";
- 2) на окисленому бітумі БНД 60/90 виробництва ВАТ "Мозирський НПЗ";
- 3) на окисленому бітумі БНД 60/90 виробництва ВАТ "Мозирський НПЗ" із спів-емульгатором Redicote 505 в кількості 0,25 мас. % емульсії.

Як видно з даних табл. 2 та рис. 4-6, найвищі темпи набору когезійної міцності ЛЕМС на використаних емульсіях забезпечують склади відповідно 1.1, 2.1, 3.1, які є оптимальними за критерієм розпаду суміші. Емульсія на основі дистиляційного бітуму Nybit E 85 забезпечує найшвидший набір когезійної міцності ЛЕМС (рис. 7), відкриття руху транспорту можна починати за 40 хвилин після укладання ЛЕМС. Набір когезійної міцності ЛЕМС на основі емульсії з спів-емульгатором Redicote 505 на окисленому бітумі БНД 60/90 досягається за 2,75 години (рис. 7), що є задовільним показником. Емульсія на окисленому бітумі БНД 60/90 демонструє негативний результат, оскільки набір когезійної міцності ЛЕМС на її основі відбувається за 7,5 години (рис. 7).

Визначено груповий хімічний склад використаних бітумів [6]. Порівняння отриманих даних із рекомендаціями ДерждорНДІ [2] та нормами ТТР 218-063-2000 [7] наведено у табл. 3.

Як видно з даних табл. 3, за вмістом смол і асфальтенів досліджені бітуми мають близькі показники і не відповідають рекомендаціям ДерждорНДІ та вимогам технологічного регламенту. Водночас дистиляційний бітум забезпечує високі темпи набору когезійної міцності ЛЕМС. Це свідчить про те, що груповий хімічний склад не є визначальним чинником для



Груповий хімічний склад бітумів

Найменування і вміст компонентів	Вид бітуму		Вимоги	
	Дистиляційний Nubit E85	Окислений БНД 60/90	ДерждорНДІ	ТТР 218-063-2000
Оливи, % мас.	46,0	47,6	45 – 50	48 – 52
Смоли, % мас.	24,6	21,6	33 – 36	30 – 36
Асфальтени, % мас.	29,4	30,8	18 – 20	16 – 23
Карбени і карбоїди, % мас.	–	–	не норм.	не норм.
Структурний тип	III	III	III	II, III

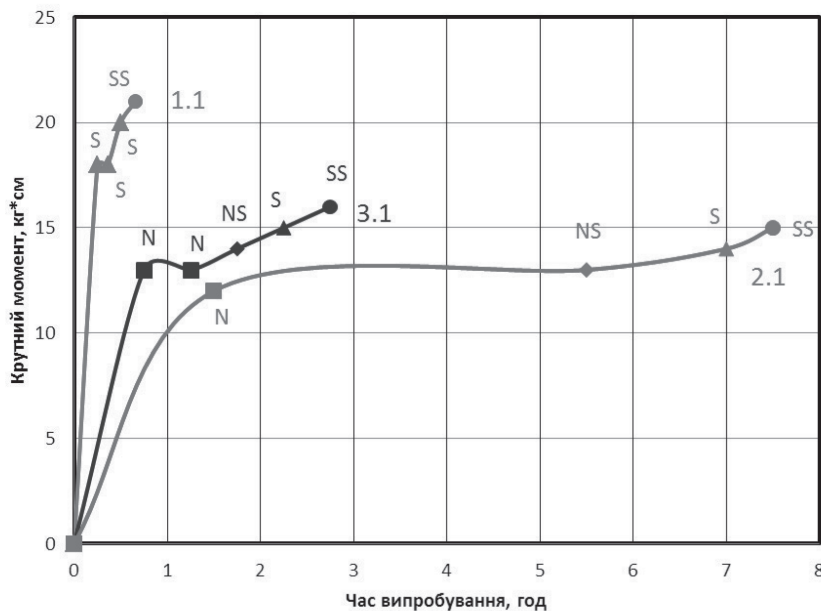


Рис. 7. Кінетика набору когезійної міцності ЛЕМС складів 1.1; 2.1; 3.1

оцінювання придатності бітумів різного походження для використання в литих холодних сумішах.

Висновки

1. Бітуми, що відповідають вимогам ДСТУ 4044, не завжди є придатними для приготування литих холодних сумішей за критерієм швидкості набору когезійної міцності ЛЕМС і формування структури покриття.

2. Найкращі результати досягнуто шляхом використання дистиляційних бітумів: ЛЕМС на таких бітумах не потребують спеціальних добавок – прискорювачів набору когезійної міцності, а швидкість формування структури покриття є найвищою – відкриття руху по влаштованому покриттю можливе за 40–50 хвилин після укладання ЛЕМС.

3. При використанні окислених бітумів для підвищення швидкості набору когезійної міцності ЛЕМС необхідно включати в склад емульсії співемульгатор Redicote 505 (компанії Akzo Nobel) в орієнтовній кількості 0,25 мас. %.

4. Груповий хімічний склад бітуму не є визначальним чинником для оцінювання придатності бітумів різного походження для використання в литих холодних сумішах.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Островерхий О.Г.** Проектування тонкошарових емульсійно-мінеральних покриттів дорожніх одягів : Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.11 / О.Г. Островерхий / Нац. транспорт. ун-т. – К., 2002. – 16 с.
2. **Кіщинський С.В., Гончаренко Ю.Ф., Гнатюк Е.М.** Досвід та проблеми влаштування на дорогах України тонкошарових покриттів типу “Сларрі Сіл” // Дороги і мости: Збірник наукових праць. – Вип. 10. – К.: ДерждорНДІ, 2008.
3. **ТУ У В.2.7-45.2-00018112-208-2002.** Суміші литі емульсійно-мінеральні та холодні асфальтобетонні. – К.:Укравтодор, 2002.
4. **ISSA Technical Bulletin 139.** Test Method to Classify Emulsified Asphalt/Aggregate Mixture Systems by Modified Cohesion Tester Measurement of Set and Cure Characteristics, International Slurry, Surfacing Association, Washington, DC, 1990.
5. **ISSA Technical Bulletin A105 (Revised) May 2003,** Recommended Performance Guidelines for Emulsified Asphalt Slurry Seal, International Slurry Surfacing Association, Annapolis, MD, Web Page: www.slurry.org.
6. **Химия нефти.** Руководство к лабораторным занятиям: Учеб. Пособие для вузов / И.Н. Дияров, И.Ю. Батуева, А.Н. Садмков, Н.Л. Солодова. – Л.: Химия, 1990. – 240 с.
7. **ТТР 218-063-2000.** Тимчасовий технологічний регламент на випуск емульсійно-мінеральних сумішей (ЕМС) для влаштування тонкошарових покриттів типу Сларрі Сіл. – К.:Укравтодор, 2001.