

## ВПЛИВ СКЛАДУ ХОЛОДНОЇ ЛИТОЇ АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ СУМІШІ НА ЇЇ РОЗПАД І ПОЧАТОК НАБОРУ КОГЕЗІЙНОЇ МІЦНОСТІ

Солодкий С.Й.<sup>1</sup>, *д.т.н., проф.*, Сідун Ю. В.<sup>1</sup>, *асп.*,  
Волліс О.Є.<sup>2</sup>, *зав. лаб.*

<sup>1</sup>Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

<sup>2</sup>ТОВ «Пролог ТД», м. Львів, Україна

**Вступ.** Одним з пріоритетних напрямків підвищення транспортно-експлуатаційних властивостей автодоріг є влаштування тонкошарових холодних литих асфальтобетонних покриттів за технологіями Slurry Seal або Micro-surfacing. Технологія Micro-surfacing дає змогу ліквідувати ушкодження покриття (лушення, викришування, тріщини, колійність), підвищує рівність, збільшує коефіцієнт зчеплення, забезпечує водонепроникність, загалом збільшує термін служби наявного покриття. Також Micro-surfacing виступає запобіжною технологією захисту ще незруйнованої поверхні від деградації під впливом кліматичних чинників, проникнення вологи і механічного зносу. Міжремонтні терміни служби тонкошарових покриттів з холодного литого асфальтобетону становлять 3 - 5 років [1], після яких захисне покриття можна поновлювати.

Аналіз досліджень технології холодних литих асфальтобетонних сумішей (ХЛАС) показав, що питання впливу параметрів складу ХЛАС на її розпад і початок набору когезійної міцності є недостатньо вивченими [2-3]. Під розпадом суміші розуміють час від змішування всіх компонентів суміші до моменту, коли вона втрачає рухливість і можливість подальшого перемішування. Саме параметр розпаду визначає час, протягом якого суміш повинна бути виготовлена і укладена в тонкошарове покриття. Початок набору когезійної міцності – це час від змішування всіх компонентів суміші до моменту її переходу в квазітвердий стан. На практиці це той час, коли суміш розподілена по поверхні і вже не може бути відкоригованою без порушення цілісності однорідного шару. Сьогодні є актуальним питання виготовлення ХЛАС залежно від технологічного способу отримання бітуму: дистиляції чи окиснення. Відтак, постає проблема підбору складу ХЛАС за критерієм її розпаду та початок набору когезійної міцності на окиснених та дистиляційних бітумах.

**Метою роботи є** встановлення закономірностей впливу параметрів складу ХЛАС на час розпаду та початку набору когезійної міцності на бітумах, що отримані методом дистиляції та окиснення. Оптимальним складом ХЛАС за критерієм розпаду є такий вміст кам'яного матеріалу, цементу, води, регулюючої добавки (присадки) та емульсії, що забезпечує розпад суміші не раніше 120 секунд [4] та не пізніше 480 секунд [5].

**Матеріали та методи випробувань.** Приготування і випробування ХЛАС здійснено відповідно до вимог ТУ У В.2.7-45.2-00018112-208-2002 [6].

Для приготування бітумної емульсії використано бітуми нафтові дорожні в'язкі не модифіковані, що відповідають вимогам ДСТУ 4044-2001 [7], а саме:

1-й рецепт – дистиляційний бітум Nynas 70/100 компанії Nynas (Швеція);

2-й рецепт – окиснений бітум БНД 60/90 виробництва ВАТ «Лисичанського НПЗ» (Україна).

Було розроблено і використано наступні рецепти бітумної емульсії для ХЛАС (табл.1).

Таблиця 1

Рецепти бітумної емульсії для ХЛАС

Компоненти емульсій, мас.%	№ рецепту і марка бітуму	
	1. Nynas 70/100	2. БНД 60/90
Бітум	61	61
Емульгатор Redicote 404	1,2	1,2
Соляна кислота	до рівня рН 2,5 у водній фазі	до рівня рН 2,5 у водній фазі
Вода	до 100	до 100
Синтетичний Латекс, Tортex А*	3	3
* Латекс додається до готової та охолодженої до температури 25°C бітумної емульсії, з наступним її ретельним перемішуванням.		

Приготування бітумних емульсій здійснювали у лабораторній бітумно-емульсійній установці SEP-0,3R виробництва Данської компанії «Денімотех».

У всіх рецептах емульсій використано рідкий, розчинний у воді емульгатор для катіонних повільнорозпадних емульсій Redicote 404 (Akzo Nobel), що призначений для технології Micro-surfacing та синтетичний латекс Tортex А компанії Algol Chemicals (Фінляндія/Швеція), що є латексним SBR-полімер (стирол-бутадієновий синтетичний кау-

чук). Цей латекс спеціально розроблений для модифікації катіонних бітумних емульсій; при змішуванні цього продукту з катіонною бітумною емульсією утворюється стійка однорідна суміш.

**Експериментальна частина.** Дослідження емульсій розроблених рецептів підтвердили, що емульсії є катіонними модифікованими повільнорозпадними (ЕКМ-П) і відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-129:2006 [8] та придатні для технології ХЛАС.

В якості кам'яного матеріалу було використано гранітний щебень Клесівського кар'єру нерудних копалин «Технобуд», було встановлено, що гранулометричний склад даного щебеню належить до другого типу гранскладу мінеральної частини ХЛАС відповідно до робочих нормативів ISSA (International Slurry Surfacing Association) [4]. Кам'яний матеріал другого типу рекомендується використовувати для влаштування ХЛАС на міських вулицях, злітно-посадкових смугах аеродромів та під'їзних дорогах. Як регулюючу добавку (присадку) використали 10% розчин емульгатора Redicote E-11, що дає змогу регулювати час розпаду суміші, тобто забезпечити необхідний проміжок часу для виготовлення та укладання ХЛАС.

Склад суміші залежить від категорії дороги, стану дорожнього покриття з врахуванням кліматичних умов [6].

Розпад та час початку набору когезійної міцності ХЛАС в лабораторних умовах визначали в наступній послідовності:

- змішування мінеральних компонентів, води, присадки та емульсії в емальованому посуді;

- ручне перемішування суміші шпателем в нахиленому посуді для можливості оцінювання рухливості суміші впродовж усього часу перемішування;

- фіксування розпаду суміші, як час від змішування всіх компонентів суміші до моменту, коли емульсійно-мінеральна система втратить рухливість і можливість подальшого перемішування.

- фіксування початку набору когезійної міцності, як час від змішування всіх компонентів суміші до моменту, коли на шпателі можливо було сформувати і утримати комок (грудку) із утвореної суміші впродовж декількох секунд (рис 1.).

Результати досліджень по впливу компонентів ХЛАС (присадки, цементу, емульсії, води) на її розпад та на початок набору когезійної міцності на дистиляційному бітумі Nynas 70/100 та окисленому БНД 60/90 представлені в табл.2. Також показано вплив присадки на розпад (рис. 2) та на початок набору когезійної міцності (рис. 3) ХЛАС відповідно на використаних бітумах при однаковому вмісті інших компонентів. Спостерігається прямо пропорційна залежність між вмістом регу-

люючої добавки (присадки) та розпадом і початком набору когезійної міцності ХЛАС (рис. 2, 3). На дистиляційному бітумі Nynas 70/100 розпад суміші відбувається швидше, відповідно час початку набору когезійної міцності є меншим. Це вимагає включення у склад суміші на бітумі Nynas 70/100 більшої кількості присадки для забезпечення розпаду суміші не раніше 120 секунд. Встановлено, що додавання цементу в ХЛАС до певного граничного значення сповільнює розпад суміші та початок набору когезійної міцності, але при перевищенні даного значення цемент прискорює період розпаду суміші та збільшує крихкість суміші загалом (рис. 4). Визначено, що близьким до оптимального є вміст цементу в суміші в інтервалі 1-1,5 частин; в даній кількості цемент виконує функції мінерального наповнювача: покращує фракційний склад кам'яного матеріалу, регулює час розпаду і пластичність суміші. Вплив емульсії та води на досліджувані критерії є прямо пропорційним.

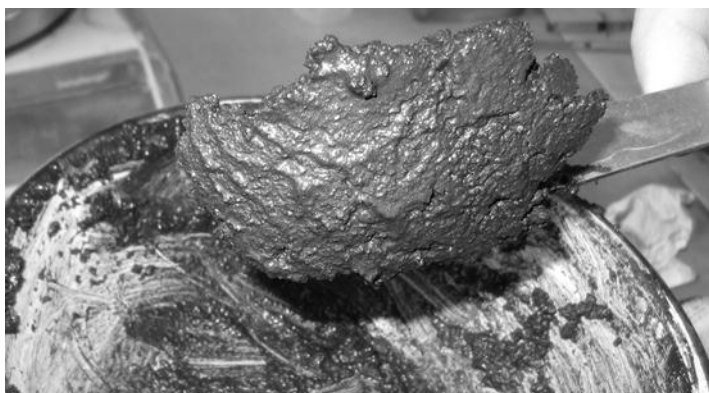


Рис. 1. Початок набору когезійної міцності ХЛАС

### ***Висновки***

1. Розроблено рецепти бітумних емульсій на дистиляційному бітумі Nynas 70/100 та окисненому бітумі БНД 60/90 для технології Microsurfacing, що відповідають ДСТУ Б В.2.7-129:2006 та придатні для використання в технології ХЛАС. Встановлено, що емульсії є катіонними модифікованими повільнорозпадними (ЕКМ-П).

2. Підібрано склади ХЛАС на дистиляційному бітумі Nynas 70/100 та окисненому бітумі БНД 60/90.

3. Встановлено закономірності впливу параметрів складу ХЛАС на час розпад та початку набору когезійної міцності на досліджуваних бітумах.

Таблиця 2

Вплив компонентів ХЛАС на час її розпаду і початок набору когезійної міцності

Назва компонента	Вміст компонента	Nynas 70/100		БНД 60/90	
		Розпад, с	Початок набору когезійної міцності, с	Розпад, с	Початок набору когезійної міцності, с
При визначені впливу присадки інші компоненти становили: Ц=1,0 г; В=8,0 мл; Е=13,0 мл.					
1. Присадка (П), мл	0,5	40	100	50	110
	0,75	53	111	130	180
	1,0	75	125	146	191
	1,5	134	172	193	246
	2,0	138	201	230	301
	2,5	177	298	260	413
При визначені впливу цементу інші компоненти становили: В=8,0 мл; Е=13,0 мл; П=1,5 мл (Nynas 70/100 ); П=0,75 мл (БНД 60/90).					
2. Цемент (Ц),г	0,5	120	160	27	50
	1,0	134	172	130	180
	1,5	144	179	134	186
	2,0	145	195	100	144

Продовження таблиці 2

Назва компонента	Вміст компонента	Nynas 70/100		БНД 60/90	
		Розпад, с	Початок набору когезійної міцності, с	Розпад, с	Початок набору когезійної міцності, с
При визначенні впливу емульсії інші компоненти становили: Ц=1,5 г; В=8,0 мл; П=1,5 мл (Nynas 70/100 ); П=0,75 мл (БНД 60/90).					
3. Модифікована бітумна емульсія (Е), г	13,0	144	179	134	186
	14,0	155	185	144	204
	15,0	166	216	155	302
	16,0	178	233	162	369
	17,0	278	336	267	391
При визначенні впливу води інші компоненти становили: Ц=1,5 г; Е=13,0 мл; П=1,5 мл (Nynas 70/100 ); П=0,75 мл (БНД 60/90).					
4. Вода (В), г	6,0	45	76	36	61
	7,0	65	100	47	157
	8,0	144	179	134	186
	9,0	179	209	176	239
	10,0	190	241	286	282

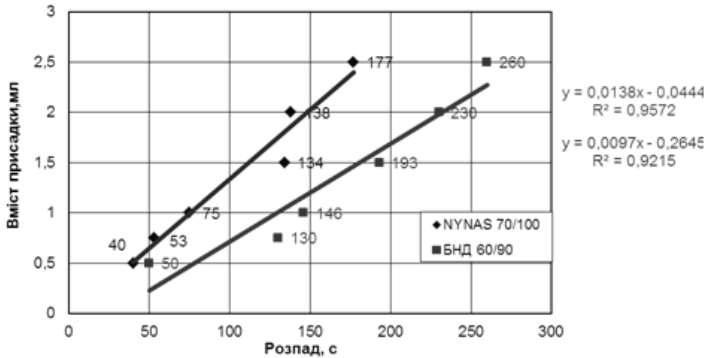


Рис. 2. Вплив присадки на розпад ХЛАС на використаних бітумах

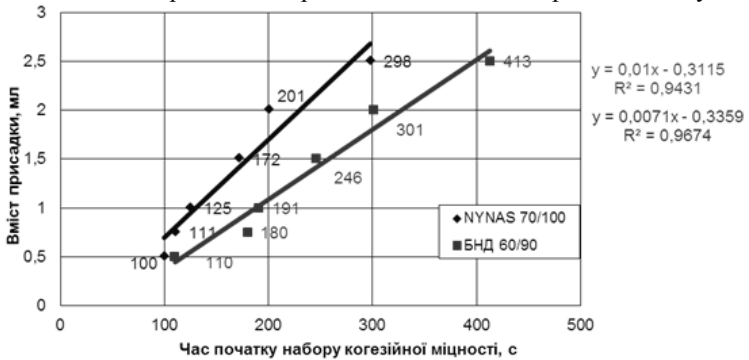


Рис.3. Вплив присадки на початок набору когезійної міцності ХЛАС на використаних бітумах

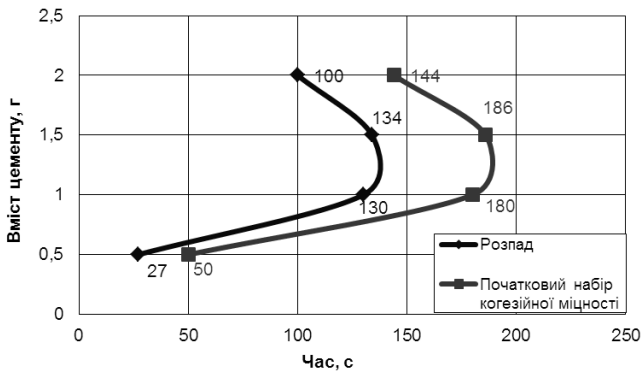


Рис.4. Вплив цементу на розпад та початок набору когезійної міцності ХЛАС на БНД 60/90

## Summary

**Design recipes of bitumen emulsions for technology Micro-surfacing. Presented patterns influence of Micro-surfacing its collapse and the beginning of a set of cohesive strength by distillation and oxidized bitumen.**

## *Література*

1. ВБН В.2.3-218-175-2002. «Споруди транспорту. Влаштування тонкошарових покриттів з литих емульсійно-мінеральних та холодних асфальтобетонних сумішей» - Київ :Укравтодор.2002.

2. Скрыпник Т.В., Петрович В.В., Могильченко Д.Ю., Лисянец А.А. Усовершенствование технологических параметров устройства тонкослойного покрытия. 36. «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво», Київ: НТУ, 2004, № 71, с. 45-49.

3. Нагайчук В.М. Досвіду влаштування тонкошарових покриттів з емульсійно-мінеральних сумішей // Автошляховик України. - 2005. - № 4. - С. 47-48.

4. ISSA Technical Bulletin A143 (Revised) May 2003, Recommended Performance Guidelines for Micro-Surfacing, International Slurry Surfacing Association, Annapolis, MD, Web Page: [www.slurry.org](http://www.slurry.org)

5. Методические рекомендации по устройству защитного слоя износостойкого из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил». - Изд. офиц. - Отрасл. дор. методика / М-во трансп. Российской Федерации, Гос. служба дор. хоз-ва (Росавтодор). - М., 2001. – 33с.

6. ТУ У В.2.7-45.2-00018112-208-2002. «Суміші литі емульсійно-мінеральні та холодні асфальтобетонні» - Київ:Укравтодор.2002

7. ДСТУ 4044-2001. «Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови.» - Київ: Держстандарт.2001.

8. ДСТУ Б В.2.7-129:2006. «Емульсії бітумні дорожні. Технічні умови.» - Київ : Мінбуд України.,2006.