УДК 625.7/.8

Собчук В.Ю.

РУХ ЗЕРЕН БІЛЬШОЇ ФРАКЦІЇ ЩЕБЕНЮ СУХОЇ СУМІШІ ПРИ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАННЯХ

Анотація. Представлено порівняння фракції гранулометричного складу сит з круглими та квадратними отворами; розглянуто рух більшої фракції зерен щебеню при вертикальних коливаннях в суміші .
Ключові слова. Лита емульсійно-мінеральна суміш, гранулометричний склад, вертикальні коливання, сегрегація, кам'яний матеріал, тонкошарове покриття.

Аннотация. Представлено сравнение фракции гранулометрического состава сит с круглыми и квадратными отверстиями; рассмотрено движение большей фракции зерен щебня при вертикальных колебаниях в смеси.
Ключевые слова. Литая эмульсионно-минеральная смесь, гранулометрический состав, вертикальные колебания, сегрегация, каменный материал, тонкослойное покрытие.

Abstract. The article describes the comparison of grain size fractions sieves with round and square holes; considered movement greater fraction of grains of gravel in vertical vibrations in the mixture.
Keywords. Cast emulsion-mineral mixture, grain size, vertical oscillations, segregation, stone material, thin-layer coating.

Вступ

На теперішній час з недостатнім фінансуванням коштів в Україні проводяться переважно роботи з ремонту та утриманню автомобільних доріг. Вибір методу ремонту є комплексною проблемою, рішення якої досягається на різних стадіях проектування конструкції або матеріалу для будівництва та експлуатації покриття.

Як свідчить світова практика, влаштування тонкошарових покриттів з литих емульсійно-мінеральних сумішей (ЛЕМС) типу Сларрі Сіл (Slurry Seal) є одним із найекономічніших і найефективніших заходів. Цей матеріал покращує шорсткість, рівність, попереджує та запобігає руйнуванню дорожнього покриття, усуває дефекти поверхні, продовжуючи її термін служби.

Кам’яна суміш для ЛЕМС при транспортуванні піддається вертикальним і горизонтальним коливанням. Під дією вібрації з невеликою амплітудою менша фракція щебеню просіюється крізь більшу, в результаті чого нижня частина суміші буде складати більшу частку мілкішої фракції ніж верхня. Результатом сегрегації в даному випадку пояснюється тим, що зернова система намагається перейти в стан з найменшою потенційною енергією в поле земного тяжіння [1]. Для запобігання, або хоча б послаблення впливу сегрегації на структуру суміші, необхідно розуміти фізичну природу процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікації. Запропоноване Радовським Б.С. сучасне наукове бачення теорії сегрегації сипучих матеріалів та практичні заходи по зменшенню її впливу на асфальтобенну суміш в цілому [1]. Також ним представлена оптимізація складу асфальтобетонної суміші за допомогою моделі безладної упаковки частинок [2]. Островерхий О.Г. розробив метод розрахунку ЛЕМС нежорсткого одягу за двома критеріями – вирівнювання основи та міцності на зсув, що дало можливість встановити характеристики напружено-деформованого стану тонкошарових покриттів [3].

Мета дослідження – детально провести порівняння мінеральної частини ЛЕМС за розсівом на ситах з круглими та квадратними отворами на переміщення зерен більшої фракції в суміші при вертикальних коливаннях.

Матеріали та методи розрахунків. Вихідними даними є використання відсоткового співвідношення кам’яного матеріалу відповідно до рекомендацій [4, 5].

Для порівняння використовують мінеральну частину ЛЕМС на ситах з круглими отворами [4, 5] (табл. 1), та на ситах з квадратними отворами (табл. 2) [4, 5].

Таблиця 1 – Гранулометричний склад мінеральної частини ЛЕМС за розсівом на ситах з круглими отворами.

Тип	Граничні розміри частинок	Вміст частинок менше даного розміру в мм, % по масі							
		10	5	2.5	1.25	0.63	0.315	0.14	0.071
I	0-5	100	100-90	90-65	70-45	50-30	30-18	21-10	10-5

Таблиця 2 – Гранулометричний склад мінеральної частини ЛЕМС за розсівом на ситах з квадратними отворами.

Тип	Граничні розміри частинок	Вміст частинок менше даного розміру в мм, % по масі								
		8	6	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.09
I	0-4	100	100-80	85-60	60-33	48-24	38-16	30-10	20-6	14-6

Проведено розрахунок окремими блоками між суміжними фракціями даного складу та їхнім відсотковим співвідношенням по масі, що дасть можливість приблизно оцінити, при яких співвідношеннях діаметру та маси більша фракція буде підійматися чи опускатися в суміші. Введемо наступні позначення, більша фракція зерна по діаметру «dБ», а менша фракція «dМ». Граничні значення по масі більшої фракції «mБ» і меншої маси «mМ». Також прийнято в розрахунок і те , що зерна більшої фракції розташовані по середині суміші (рис. 1 а), тому їх переміщення залежить від співвідношення(1):

$$k = (\text{dБ}/\text{dM})^2 \times (\text{mБ}/\text{mM}), \qquad (1)$$

k – коефіцієнт руху більшої фракції щебеню в блоці;

dБ , dМ - відповідно діаметр більшої і меншої фракції щебеню в блоці;

mБ , mМ – відповідно маса більшої і меншої фракції щебеню в блоці.

При k ≈1 – більша фракція залишається в стані спокою (рис. 1 а), k < 1 – більша фракція буде опускатись (рис. 1 б) та k > 1 – більша підійматиметься вверх (рис. 1 в), [6].

Розрахунок проводився за двома випадками. Випадок №1: в розрахунок приймаємо лише максимальне та мінімальне граничне значення відсоткового співвідношення по масі суміжних фракцій блоку. Випадок №2 : розрахунок ведеться окремо по максимальним та окремо мінімальним граничним значенням суміжних фракцій блоку.

Рисунок 1 – Рух більшої фракції щебеню в блоці а - k ≈1, б - k < 1 , в - k > 1.

Результати за розсівом на ситах з круглими отворами (рис. 2) мають значну нестабільність руху більшої фракції щебеню при вертикальних коливаннях у випадку №1 (табл. 3) та для випадку №2 (табл. 4).

Таблиця 3 – Рух більшої фракцій в блоці для випадку №1

Тип	Граничні розміри частинок	Коефіцієнт руху	Розмір суміжних фракцій в блоці з круглими отворами, мм						
			10-5	5-2.5	2.5-1.25	1.25-0.63	0.63-0.315	0.315-0.14	0.14-0.071
I	0-5	$к_1$	3.60	2.60	2	1.72	1.43	0.75	0.92

Таблиця 4 –_Рух більшої фракцій в блоці для випадку №2

Тип	Граничні розміри частинок	Коефіцієнт руху	Розмір суміжних фракцій в блоці з круглими отворами, мм						
			10-5	5-2.5	2.5-1.25	1.25-0.63	0.63-0.315	0.315-0.14	0.14-0.071
I	0-5	$к_1$	4	3.60	3.10	2.81	2.4	3.54	1.85
		$к_2$	3.60	2.90	2.78	2.62	2.4	3,54	1,85

При розсіву на ситах з квадратними отворами суміш є більш стійкою (рис. 3) при вертикальних коливаннях у випадку №1(таб. 5) та для випадку №2 (таб.6).

Таблиця 5 – Рух більшої фракцій в блоці для випадку №1

Тип	Граничні розміри частинок	Коефіцієнт руху	Розмір суміжних фракцій в блоці з квадратними отворами, мм							
			8-6	6-4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125	0,125-0,09
I	0-4	$к_1$	1,42	0,90	1,55	1,60	1,33	1,05	0,80	0,58

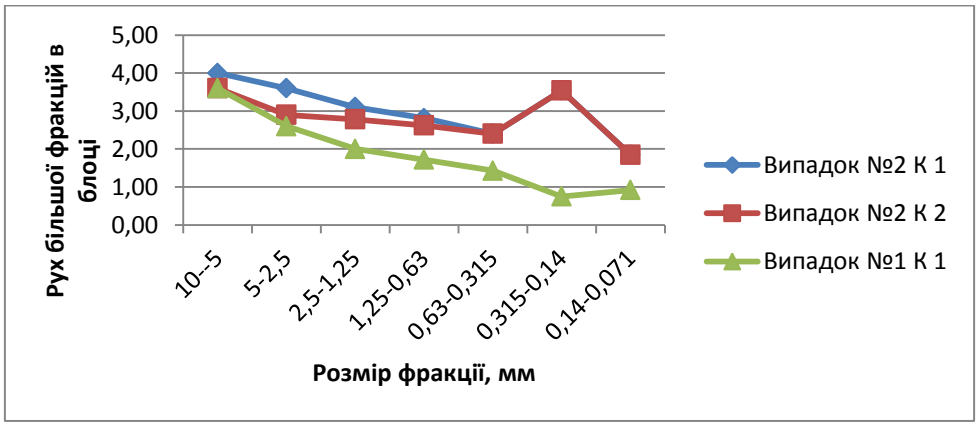

Рисунок 2 – Стан блоків суміжних фракцій на ситах з круглими отворами.

Таблиця 6 – Рух більшої фракцій в блоці для випадку №2

Тип	Граничні розміри частинок	Коефіцієнт руху	Розмір суміжних фракцій в блоці з квадратними отворами, мм							
			8-6	6-4	4-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,125	0,125-0,09
I	0-4	$к_1$	1,77	1,91	2,81	3,20	3,17	3,15	2,67	1,35
		$к_2$	1,42	1,63	2,20	2,92	2,67	2,5	2,4	1,93

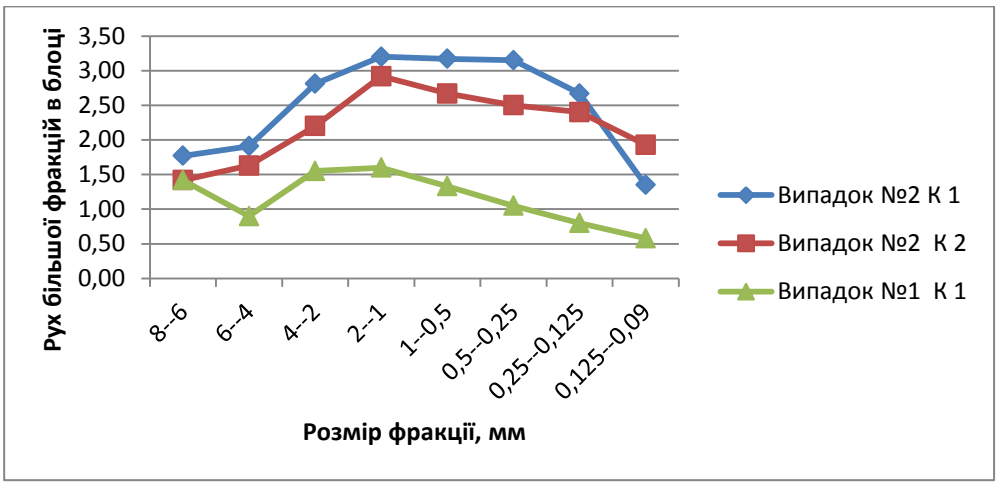

Рисунок 3 – Стан блоків суміжних фракцій на ситах з квадратними отворами.

Висновок

Представлений розрахунок руху зерен більшої фракції щебеню при вертикальних коливаннях дає можливість оцінити явища сегрегації при підборі гранулометричного складу мінеральної частини литої емульсійно-мінеральної суміші. Але залежність від частоти та амплітуди коливань, знаходження початкової висоти більшої фракції щебеню від дна посудини та тертя між частинками дає нам лише орієнтовні теоретичні значення. Сегрегація спостерігається навіть при невеликих розходженнях частинок в розмірі, формі, пружності, щільності та шорсткості.

Література

1. Радовський Б.С. Сегрегация асфальтобетонних смесей и методы борьбы с ней в США. Дорожная техника, 2007. – С. 26-40.

2. Радовський Б.С. Проблемы механики дорожно-строительных материалов и дорожніх одежд. –К. : ООО «Полиграф Консалтинг», 2003. – 240 с.

3. 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.

4. ТУ У В.2.7-45.2-00018112-208-2002. «Суміші литі емульсійно-мінеральні та холодні асфальто- бетонні». – К.: Укравтодор, 2002.

5. Тимчасові рекомендації по підбору компонентів, визначенню складів литих емульсійно-мінеральних сумішей (ЛЕМС) типу «Сларрі Сіл» та влаштуванню з них тонкошарових покриттів. – К.: Укравтодор, 2003.

Hong D.C., P.V. Quinn, S Luding. Reverse Brazil Nut Problem: Competition between Percolation and Condensation. Physical Review Letters, Vol. 86 (2001), 3423-3426.