

УДК 625.851

Кіяшко І.В., канд. техн. наук, Мінаков О.С.

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СЕГРЕГАЦІЇ НА ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ

Анотація. В статті розглянуто основні фактори, що призводять до утворення температурної сегрегації асфальтобетонної суміші під час транспортування. Встановлено вплив на фізико-механічні властивості асфальтобетону в покритті при наявності температурної неоднорідності. Обґрунтовано зниження довговічності покриттів, влаштованих з неоднорідною температурою.

Ключові слова: асфальтобетонна суміш, покриття, температурна сегрегація, транспортування, втрати тепла, теплопровідність, пористість, асфальтоукладальник.

Аннотация. В статье рассмотрены основные факторы, которые приводят к образованию температурной сегрегации асфальтобетонной смеси при транспортировке. Установлено влияние на физико-механические свойства асфальтобетона в покрытии при наличии температурной неоднородности. Обоснованно снижение долговечности покрытий, устроенных с неоднородной температурой.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, покрытие, температурная сегрегация, транспортировка, потери тепла, теплопроводность, пористость, асфальтоукладчик.

Annotation. The article describes the main factors which lead to the formation of temperature segregation of asphalt mixes during transportation. The influence on

the physical and mechanical properties of asphalt concrete in presence of temperature inhomogeneity is determined. The reduction of pavement durability arranged with temperature inhomogeneity is substantiated.

Key words: asphalt concrete mix, pavement, thermal segregation, transportation, heat loss, thermal conductivity, porosity, paver.

Асфальтобетонні шари дорожніх одягів, особливо верхній шар, є найбільш відповідальними з позиції сприйняття навантажень від транспортних засобів та руйнівної дії погодно-кліматичних факторів. Складність умов роботи конструкцій дорожнього одягу вимагають високої якості влаштування шарів з гарячих асфальтобетонних сумішей.

Особливістю влаштування шарів з гарячих асфальтобетонних сумішей є температурна залежність від всіх технологічних процесів, починаючи з моменту приготування даної суміші в асфальтозмішувачі, відвантаження суміші в кузов автосамоскида, перевантаження з автосамоскида до бункеру асфальтоукладальника, укладання асфальтобетонної суміші і до закінчення ущільнення суміші на об'єкті укладання. Порушення однорідності структури асфальтобетонних шарів за щільністю при будівництві, в процесі експлуатації обумовлює появу та накопичення внутрішніх напруг під дією транспортного навантаження та факторів навколишнього середовища, внаслідок чого відбувається прискорене утворення тріщин, вибоїн та інших руйнувань на дорожньому покритті [1].

Для високоякісного укладання асфальтобетонної суміші в шари дорожнього одягу необхідно, щоб температура даної суміші була приблизно однакова за об'ємом, інакше щільність суміші при укладанні та ущільненні буде значно відрізнятися [2]. Градієнт різниці температур в об'ємі суміші перед її укладанням повинен бути мінімальним. Низька теплопровідність асфальтобетонної суміші призводить до того, що сегрегована суміш в процесі укладання не прогрівається до рівномірної температури. Внаслідок чого утворюються ділянки, які мають температуру значно меншу, ніж загальна температура покриття. При збільшенні температурної неоднорідності підвищується вірогідність отримання недоущільнених ділянок покриття, схильних до підвищеного водонасичення, що характеризуються зниженою міцністю та зсувостійкістю. Такі дефектні ділянки руйнуються значно швидше, особливо при температурі оточуючого повітря близько 0 °С, оскільки волога,

що знаходиться в шарі асфальтобетону переходить в твердий стан. Як наслідок, лід збільшується в об'ємі, що і призводить до руйнування покриття. Тому удосконалення існуючих технологій будівництва та ремонту автомобільних доріг з метою забезпечення необхідної якості влаштування асфальтобетонних шарів є актуальною проблемою.

Виходячи з аналізу літературних джерел однією з основних причин неоднорідності асфальтобетонних шарів за структурою, щільністю та відповідно і міцністю є температурна сегрегація асфальтобетонної суміші, що виникає при її транспортуванні з асфальтобетонного заводу, перевантаженні суміші з транспортного засобу до бункера асфальтоукладача та при укладанні її в дорожній одяг [3]. Температурна сегрегація це нерівномірний розподіл температури суміші за її об'ємом, внаслідок чого при вкладанні шару дорожнього одягу виникають зони зі зниженою температурою або градієнтом температур (рис.1).

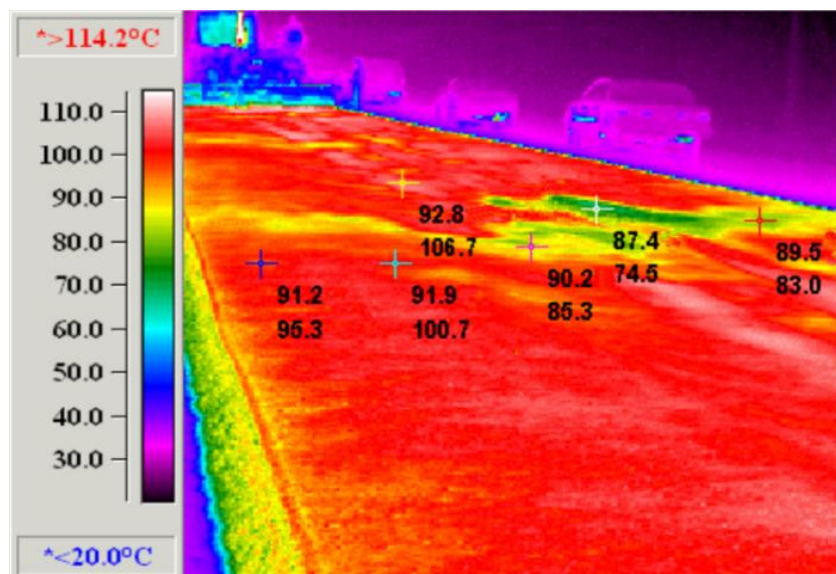


Рисунок 1 – Інфрачервоне зображення укладеного асфальтобетонного покриття із неоднорідністю температур за площею

Тому важливо температурну сегрегацію асфальтобетонної суміші звести до мінімуму для того, щоб перед укладанням різниця температур була незначною. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є мінімізація температурної сегрегації на етапі транспортування асфальтобетонної суміші від заводу до об'єкта укладання [4,5].

Транспортні процеси при будівництві шарів дорожнього покриття займають важливу частину будівельного процесу. При влаштуванні асфальтобетонних покриттів із гарячих сумішей основним фактором, що впливає на забезпечення експлуатаційних показників покриття є температура. Під час транспортування суміші відбуваються складні процеси взаємодії матеріалу із зовнішнім середовищем. Фізична природа процесів, що викликають температурну сегрегацію до теперішнього часу вивчена недостатньо, внаслідок впливу на її виникнення великої кількості різноманітних чинників. З моменту завантаження суміші до кузова автосамоскида починаються втрати тепла, які залежать від багатьох факторів, таких як: температури суміші при навантаженні в автосамоскид; температури навколишнього середовища; швидкості та напрямку вітру при транспортуванні суміші; вологості повітря; присутності термоізоляції кузова та його підігріву; розміру кузова по відношенню до кількості суміші що перевозиться, та його геометричних параметрів; відстані та швидкості перевезення; часу затримки в дорозі; часу очікування до укладки тощо [6].

При транспортуванні асфальтобетонної суміші за рахунок віддачі тепла в навколишнє середовище відбувається зниження температури на поверхні даної суміші в кузові транспортної машини, що призводить до нерівномірності розподілу температури за об'ємом суміші при її розвантаженні та укладанні в дорожнє покриття [7]. Коли суміш завантажена до кузова автосамоскида, по його периметру одразу починаються втрати тепла (рис.2).



Рисунок 2 – Втрати тепла із кузова автосамоскида в навколишнє середовище

На шляху прямування самоскида від асфальтобетонного заводу до місця укладання, асфальтобетонна суміш у кузові остигає нерівномірно (рис. 3). Суміш, що знаходиться на поверхні, а також контактує з дном і бортами кузова автосамоскида, особливо з заднім бортом, остигає швидше ніж в центрі.



Рисунок 3 – Нерівномірність остигання суміші в кузові автомобіля

При розвантаженні самоскида суміш від заднього борту першою потрапляє до прийомного бункеру асфальтоукладальника. Далі живильник асфальтоукладальника подає суміш до шнекової камери, яка розподіляє суміш по ширині смуги укладання. Одразу за сумішшю від заднього борту потрапляє до бункеру і основна гаряча маса, а за нею більш остигла суміш від бокових та переднього бортів самоскида. Процес повторюється при розвантаженні наступного самоскида. Остиглі «шматки» цілком потрапляють під ущільнювальні агрегати асфальтоукладальника, які не можуть ущільнити їх до тій же щільності, що і решту гарячої суміші. Уздовж покриття приблизно через рівні проміжки утворюються «холодні плями» недостатньо ущільненого асфальтобетону. Щоб уникнути температурної сегрегації, застосовують автосамоскиди з кузовом який підігрівається, а також здійснюють перемішування суміші перед подачею в приймальний бункер укладальника, зокрема, за допомогою мобільного перевантажувача (рис. 4).

Іншою причиною, є звичка українських дорожників підіймати відкидні борти («открылки») асфальтоукладача. Якщо це робити після кожного вивантаженого автосамоскида, можна отримати «холодні плями», що знаходяться одна від одної майже на рівних відстанях вздовж укладеної смуги, оскільки суміш на «открылах» сильно охолоджується та попадає до загального об'єму асфальтобетонної суміші, що укладається.



Рисунок 4 – Перевантажувач Shuttle Buggy SB-2500 фірми Roadtec

Дослідження показали, якщо температура «холодної плями» всього на 14°C менше середньої температури суміші, що укладається асфальтоукладальником, то після ущільнення в районі плями пористість асфальтобетону більш ніж на 2 % перевищує середню, тобто при середній пористості асфальтобетону у покритті 5 %, в зоні «холодної плями» буде більше 7 %, що при подальшій експлуатації даної ділянки покриття призведе до передчасної появи локальних пошкоджень [8].

Слід також врахувати, що для транспортування гарячих сумішей часто використовують транспорт загального призначення без застосування додаткового обладнання (чохли, брезент, обігрів). Це сприяє підвищенню інтенсивності охолодження суміші і зменшує час перебування суміші в заданому температурному інтервалі.

Температура гарячої асфальтобетонної суміші при відвантаженні споживачам регламентована і залежить від марки бітуму. Відомо, що для кожної марки бітуму існують найбільш ефективні температурні інтервали, в межах яких можна досягти необхідну щільність після ущільнення суміші в покритті. Залежно від марки бітуму передбачені різні температурні режими асфальтобетонної суміші на початку ущільнення, згідно положень ДСТУ Б В.2.7-119 (табл. 1), що дозволяє визначати час транспортування суміші до її остигання нижче температур, які регламентуються зазначеним нормативним документом. На жаль, в Україні температура при якій передбачено закінчення

ущільнення асфальтобетонних сумішей різних типів не регламентована нормативними документами.

Таблиця 1 – Температура асфальтобетонних сумішей на початку ущільнення [9]

Клас суміші	Марка бітума	Температура, °С, на початку ущільнення асфальтобетонних сумішей	
		з вмістом щебеню більше 45 % за масою	з вмістом щебеню менше 45 % за масою
Гаряча	БНД 40/60	150-155	130-140
	БНД 60/90	145-150	115-130
	БНД 90/130	135-145	105-115
	БНД 130/200	120-135	90-105

У зв'язку з вище викладеним зниження впливу температурної сегрегації на формування однорідної структури асфальтобетонних шарів, особливо дорожніх покриттів, є перспективним та актуальним завданням.

Висновки

– На автомобільних дорогах України переважають дорожні конструкції з асфальтобетонними покриттями. Їх якість залежить не тільки від складу асфальтобетонних сумішей, але і від температури їх укладання та ущільнення.

– Теорія та практика свідчать про те, що температура асфальтобетонної суміші при її укладанні не завжди однакова, що призводить до варіювання щільності по площі покриття при використанні навіть однакових засобів і технології ущільнення. Температурна неоднорідність асфальтобетонної суміші приймається, як наслідок температурної сегрегації.

– Температурна сегрегація асфальтобетонної суміші обумовлена впливом на суміш погодно-кліматичних факторів (опадів, вітру, температури повітря, вологості, сонячної радіації, тощо) та різною теплопровідністю контактуючих середовищ в системі: асфальтобетонна суміш – кузов транспортного засобу – захисні засоби.

– Для зниження рівня температурної сегрегації та поліпшення температурної однорідності асфальтобетонної суміші необхідно розробити ефективні заходи, щодо удосконалення організації транспортної роботи при перевезенні суміші і технічне вдосконалення транспортних засобів з метою їх термоізоляції.

Література

1. Семенов В. А. Качество и однородность автомобильных дорог / Семенов В.А. – М.: Транспорт, 1989. – 125 с.
2. Леонович И.И. Программный комплекс для исследования температурной сегрегации в асфальтобетонной смеси / Леонович И.И., Ковальчук А.С., Пумпур В.А. – *Ukio technologinis ir ekonominis vystymas*. 2005. – Vol XI, №4, С. 297 – 301.
3. Brock J.D. Temperature Segregation. Temperature Differential Damage: Technical Paper T-134 / Brock J.D., Jakob H. – ASTEC Industries Inc. Chattanooga, USA, 1998. – pp. 23.
4. Леонович И.И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. Ч.1. Общие вопросы содержания и ремонта / Леонович И.И. – Минск: БНТУ, 2003. – 270 с.
5. Леонович И.И. Содержание и ремонт автомобильных дорог. Ч.2. Технология и организация дорожных работ / Леонович И.И. – Минск: БНТУ, 2003. – 470 с.
6. Вознесенский В.А. Однородность как критерий оценки качества бетона / Вознесенский В.А., Должинков Ю.П., Ламин В.Г. – Кишинев, 1967. – 239 с.
7. Зубков А.Ф. Технология устройства покрытий нежесткого типа из асфальтобетонных горячих смесей: учеб. Пособие / А.Ф. Зубков, К.А. Андрианов, Т.И. Любимова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2009. – 80 с.
8. Радовский Б.С. Сегрегация асфальтобетонных смесей и методы борьбы с ней в США // *Дорожная техника. Каталог-справочник*. – 2007. – С. 26-40.
9. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон дорожный и аэродромный: ДСТУ Б В.2.7-119-2003. – [Действителен от 2003-02-25]. – К.: Госстрой Украины, 2003. – 45 с. – (Государственный стандарт Украины).