

УДК 625.852

О.С.Мінаков, І.В.Кіяшко
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЩОДО РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРИ
АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ СУМІШІ ЗА ГЛИБИНОЮ В КУЗОВІ ТРАНСПОРТНОГО
ЗАСОБУ ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ

В статті експериментально обґрунтовано локальне зниження якості влаштування асфальтобетонних шарів за рахунок неоднорідності температури суміші при укладанні в покриття та ущільненні, що найбільшим чином утворюється під час транспортування суміші в кузові транспортного засобу. Визначено залежності розподілу температури асфальтобетонної суміші в кузові за глибиною, під час транспортування з використанням засобів теплоізоляції і без них.

Ключові слова: асфальтобетонна суміш, транспортування, температурна сегрегація, термовимірювальний комплекс.

Рис 6. Табл 2. Літ 10

В статье экспериментально обосновано локальное снижение качества устройства асфальтобетонных слоев за счет неоднородности температуры смеси при укладке в покрытие и уплотнении, которая в наибольшей степени образуется во время транспортировки смеси в кузове транспортного средства. Определены зависимости распределения температуры асфальтобетонной смеси в кузове по глубине, во время транспортирования с использованием средств теплоизоляции и без них.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, транспортирование, температурная сегрегація, термоизмерительный комплекс.

The decreasing of the asphalt concrete layers arrangement quality on account of the mix temperature inhomogeneity during the laying and compaction, which forms mostly during mix transportation in the body of the transport facility are experimentally grounded in the article. The temperatures spreading dependences of the asphalt concrete mixes in the body by depth during transportation with application of the thermal insulation means and without them are determined.

Keywords: asphalt concrete mix, transportation, thermal segregation, equipment for measure the temperature.

Постанова проблеми. Асфальтобетонні шари дорожніх одягів є найбільш відповідальними в конструкції дорожнього одягу з позиції сприйняття ними навантажень від транспортних засобів та руйнівної дії погодно-кліматичних факторів. Складність умов роботи конструкцій дорожнього одягу вимагають забезпечення високої якості влаштування шарів з гарячих асфальтобетонних сумішей для забезпечення в подальшому нормативних термінів їх служби. Нажаль, асфальтобетонні шари починають руйнуватися значно раніше з деяких наступних причин: порушення технології влаштування, руйнівного впливу кліматичних факторів та дії зверх нормативних транспортних навантажень. Однією з найважливіших причин передчасного руйнування є локальне зниження показників фізико-механічних властивостей матеріалу асфальтобетонного шару при влаштуванні за рахунок утворення на покритті ділянок з нерівномірною температурою по площі укладання. Такі дефектні ділянки руйнуються значно швидше, відбувається локальне послаблення конструкції дорожнього одягу, викришування мінерального матеріалу та утворення вибоїн, при цьому знижується строк служби покриття, комфортабельність та безпека руху [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Температурна неоднорідність гарячої асфальтобетонної суміші первісно утворюється на етапі транспортування за рахунок ненормованого часу на перевезення суміші від АБЗ до об'єкту укладання, що найчастіше приводить до тривалого знаходження суміші в кузові транспортного засобу (до декількох годин), обумовленого відстанню транспортування та впливом кліматичних факторів.

Під час транспортування суміші відбуваються складні процеси взаємодії матеріалу із зовнішнім середовищем. Зниження температури поверхневого шару суміші, а також в місцях контакту її зі стінками металевого кузова транспортної машини відбувається за рахунок віддача тепла в навколишнє середовище, що призводить до нерівномірності розподілу температури за об'ємом суміші при її розвантаженні та укладанні в дорожнє покриття. Такий ефект температурного розшарування названо температурною сегрегацією [2, 3].

На практиці температурну сегрегацію намагаються знижувати за рахунок використання великовантажних транспортних засобів з кузовами, що мають обігрів стінок кузова відпрацьованими газами двигуна, а також шляхом вкриття кузова теплоізолюючими засобами у

вигляді тентів, для запобігання інтенсивного охолодження гарячої асфальтобетонної суміші під час її транспортування.

Системами обігріву кузова обладнані майже всі сучасні автосамоскиди. Однак, як показує досвід експлуатації, у багатьох випадках існуючі системи обігріву не ефективні [4, 5] за рахунок низької енергії відпрацьованих газів двигуна. Так максимальна температура по довжині та ширині кузова сконцентрована біля входу газів в канали кузова і складає близько 120 °С та різко знижується при віддаленні від цієї області до 10 °С на виході (рис. 1). Температура асфальтобетонної суміші під час транспортування значно вище, отже температура відпрацьованих газів суттєво не впливає на зберігання асфальтобетонною сумішшю початкової температури.

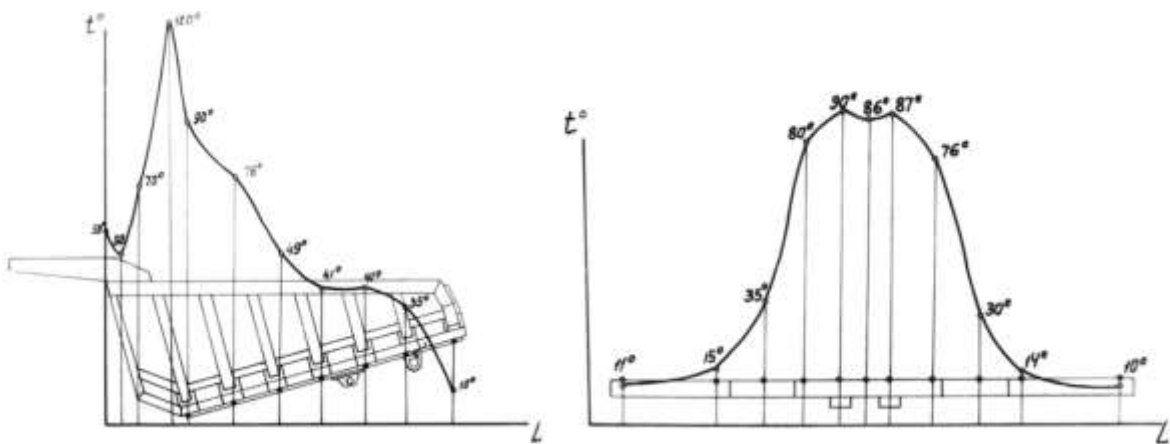


Рис. 1. Зона максимального обігріву кузова автосамоскида по довжині (зліва) та ширині (праворуч)

Розповсюдженим засобом збереження температурної однорідності суміші на час транспортування є використання теплоізолюючого матеріалу (тенту). Використання неякісних, порваних та не вірно зафіксованих тентів на кузові транспортного засобу є малоефективним або зовсім неефективним способом збереження температури гарячої асфальтобетонної суміші (рис. 2).



Рис. 2. Використання тенту для теплоізоляції асфальтобетонної суміші під час транспортування: а – малоефективний спосіб, б – ефективний спосіб

Зменшенню неоднорідності суміші за температурою під час укладання та ущільнення сприяє застосування перевантажувачів асфальтобетонної суміші. Їх використання в значній мірі дозволяє позбутися неоднорідності за температурою перед укладанням в покриття за рахунок додаткового примусового перемішування суміші в бункері перевантажувача, тим самим забезпечуючи можливість якісного ущільнення шару по всій площі. В Україні використання таких пристроїв, зважаючи на їх високу вартість, не отримало широкого розповсюдження.

Мета дослідження. Визначення шляхів зниження температурної сегрегації гарячої асфальтобетонної суміші під час її транспортування в кузові транспортного засобу.

Основні результати дослідження. Під час укладання на етапі ущільнення, ділянки з низькою температурою суміші недоущільнюються та, як наслідок, мають в результаті підвищену пористість матеріалу та його водонасичення, надлишок неструктурованого бітуму та низькі фізико-механічні властивості асфальтобетону [6,7]. Цей факт також підтверджується дослідженнями, які проводились під час капітального ремонту асфальтобетонного покриття на проспекті 50-ти річчя СРСР в м. Харкові. При влаштуванні шару покриття з гарячої асфальтобетонної суміші типу Б, були відділені три ділянки, на яких температура даної суміші перед ущільненням складала 150 °С, 110 °С та 100 °С. Після ущільнення та остигання асфальтобетонного шару з використанням керновідбірника взяті керни з зазначених ділянок (рис. 3), для подальшого їх дослідження в лабораторних умовах. Дослідженню підлягали такі показники, як: середня щільність, коефіцієнт ущільнення, водонасичення та товщина шару згідно з прийнятою методикою [8]. Також відібрана асфальтобетонна суміш з приймального бункера асфальтоукладальника для формування контрольних зразків [8].



Керн №1

Керн №2

керн №3

Рис. 3. Зразки кернів, відібраних на просп. 50-ти річчя СРСР

Результати дослідження кернів, відібраних з асфальтобетонного покриття та заформованих контрольних зразків (табл. 1) показують, що зниження температури суміші при ущільненні на 40 °С призводить до зниження коефіцієнту ущільнення з 0,98 до 0,92 та відповідно підвищенню водонасичення від 1,6 % до 6 %. Таке зниження коефіцієнту ущільнення за даними [9] призводить до падіння модуля пружності матеріалу до 34 %, а саме з 2500 МПа до 1650 МПа (рис. 4). Тобто дотримання необхідної технологічної температури асфальтобетонної суміші при її ущільненні є запорукою забезпечення якісного влаштування конструктивного шару.

Таблиця 1

Результати дослідження кернів, відібраних з асфальтобетонного покриття

Об'єкт (Просп. 50-ти річчя СРСР)	Температура асфальтобетон- ної суміші при ущільненні, °С	Товщина шару, см	Середня щільність, кг/м ³	Водонаси- чення, % за об'ємом	Коефіцієнт ущільнення
Керн №1	100	5,0	2210	6,0	0,92
Керн №2	110	6,1	2250	6,2	0,94
Керн №3	150	5,4	2340	1,6	0,98
Заформовані зразки (середнє значення)	170	-	2380	1,1	-

Для виконання польових досліджень за основу була прийнята методика, яка розроблена та опрацьована в лабораторних умовах. Комплекс обладнання з реєстрації температур асфальтобетонної суміші за глибиною [10] використано під час транспортування асфальтобетонної суміші до об'єктів будівництва в межах м. Харкова.

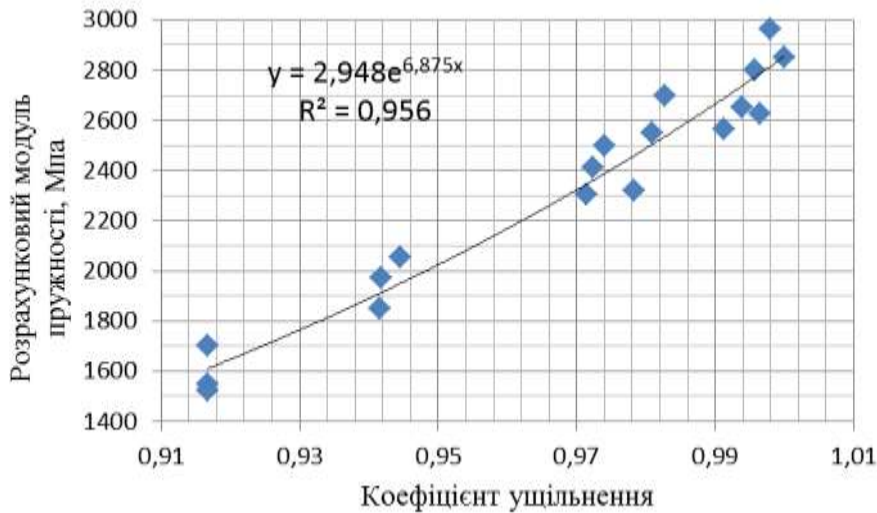


Рис. 4. Залежність розрахункового модуля пружності від значення коефіцієнту ущільнення матеріалу за температури 20 °С

Визначення меж розподілу температур в асфальтобетонній суміші за глибиною, в кузові транспортного засобу (КАМАЗ-6520-029) завантаженого асфальтобетонною сумішшю масою 20 т, виконувалось на кінцевий момент транспортування, при виконанні капітального ремонту на проспекті 50-річчя СРСР (вимірювання №1 та №2) та капітального ремонту на вул. Чернишевська (вимірювання №3, №4, №5, №6). Умови транспортування гарячої асфальтобетонної суміші під час проведення експерименту наведені в таблиці 2. Вимірювання №1, №3 та №4 проводились під час транспортування асфальтобетонної суміші з використанням термозахисного тенту з брезенту, вимірювання №2, №5, №6 – без заходів, щодо збереження температури асфальтобетонної суміші в кузові транспортного засобу.

Таблиця 2

Умови проведення експерименту під час транспортування асфальтобетонної суміші

Найменування	Відстань перевезення, км	Час перевезення, хв.	Кліматичні умови		
			Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Швидкість вітру, м/с
Вимірювання №1	14	35	14	40	4
Вимірювання №2	14	35	14	40	4
Вимірювання №3	11	51	1	75	5
Вимірювання №4	11	35	1	75	5
Вимірювання №5	11	35	1	75	5
Вимірювання №6	11	40	1	75	5

Згідно отриманих результатів після проведених досліджень побудовані залежності розподілу температур асфальтобетонної суміші типу Б на бітумі БМП 40/60-56 в кузові автосамоскида на кінцевий момент транспортування, перед вивантаженням суміші в приймальний бункер асфальтоукладача (рис. 5 та 6).

Аналізуючи розподіл температури за глибиною, в кузові автосамоскида (рис. 5) можна зробити висновки про те, що значне остигання асфальтобетонної суміші відбувається в поверхневих шарах на глибині до 100-120 мм, при збільшенні глибини вимірювання температура змінюється в межах 10 °С. Ефекту від використання захисного тенту в даному випадку майже не спостерігається, так як тент було не зафіксовано по бортах і під час руху під нього потрапляло повітря.

Данні розподілу температури суміші за глибиною в кузові автосамоскида, згідно рисунка 6, свідчать про те, що використання термозахисного тенту, закріпленого належним чином дозволило зберегти температуру асфальтобетонної суміші на поверхні до 50-60°С.

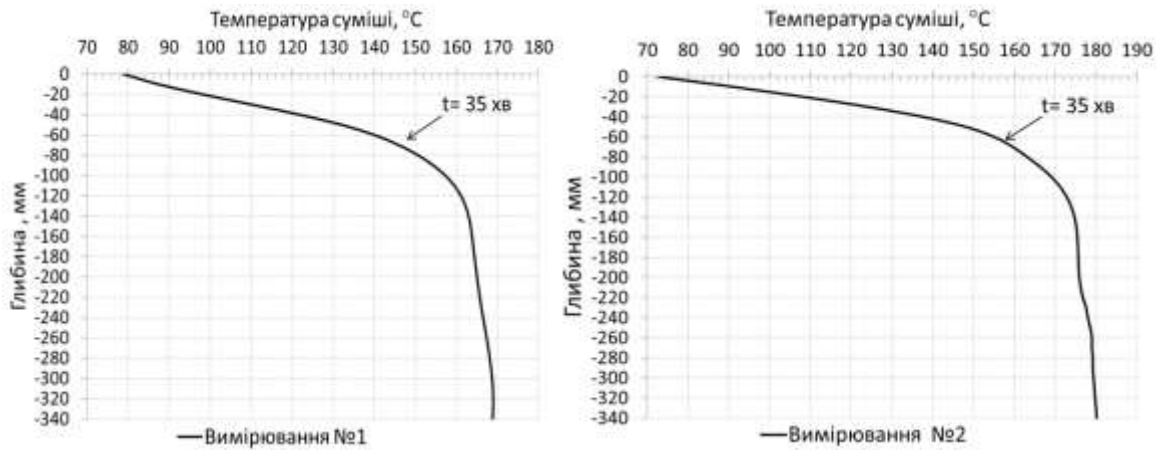


Рис. 5. Розподіл температури асфальтобетонної суміші за глибиною в кузові автосамоскида на кінцевий момент транспортування з використанням термозахисного тенту з брезенту (вимірювання №1) та без нього (вимірювання №2) під час капітального ремонту проспекту 50-річчя СРСР

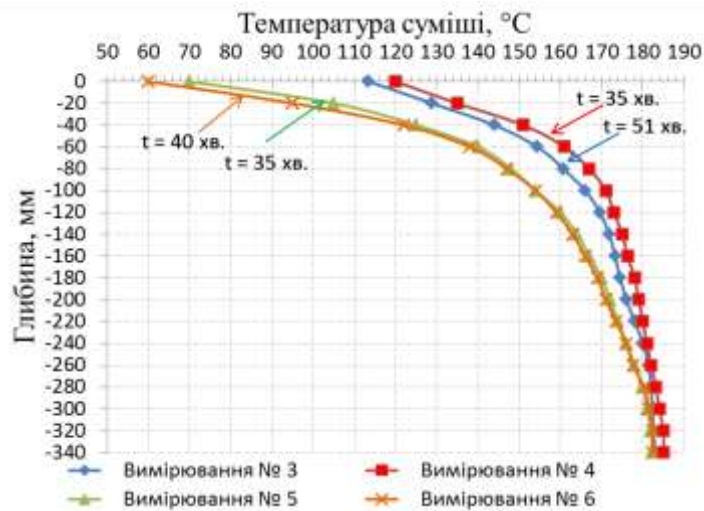


Рис. 6. Розподіли температури асфальтобетонної суміші за глибиною в кузові автосамоскида на кінцевий момент транспортування з використанням термозахисного тенту з брезенту (вимірювання № 3, № 4) і без нього (вимірювання № 5, № 6) під час проведення капітального ремонту вул. Чернишевській

Висновки. На основі аналізу літературних джерел і проведених експериментальних досліджень в польових та лабораторних умовах можна зробити загальні висновки, щодо підвищення якості влаштування шарів дорожнього одягу з гарячої асфальтобетонної суміші на етапі перевезення її до місця укладання:

- температура асфальтобетонної суміші при ущільненні є вирішальним фактором забезпечення якісного влаштування шару асфальтобетону та його довговічності;
- утворення температурної сегрегації гарячої асфальтобетонної суміші найбільшим чином відбувається на етапі транспортування, за рахунок тривалого та ненормованого за часом знаходження суміші в кузові транспортного засобу;
- обігрів асфальтобетонної суміші в кузові автосамоскиду вихлопними газами двигуна є не ефективним способом збереження температури суміші, за рахунок низької енергії відпрацьованих газів двигуна;
- використання тенту для теплоізоляції асфальтобетонної суміші є ефективним способом збереження температури суміші при транспортуванні, за умови вибору якісного матеріалу для тенту та його правильного закріплення;

- остигання асфальтобетонної суміші при транспортуванні інтенсивно відбувається в поверхневих шарах на глибині до 20 см, на більшій глибині температура майже не змінюється за рахунок утворення теплоізолюючого прошарку у вигляді поверхневої корки;
- середня температура асфальтобетонної суміші в кузові автосамоскида не може бути критерієм придатності асфальтобетонної суміші до укладання та ущільнення.

1. Зубко А.Ф. Технология строительства асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / А.Ф. Зубков, В.Г. Однолько. М.: Машиностроение, 2009. – 224 с.
2. Радовский Б.С. Сегрегация асфальтобетонных смесей и методы борьбы с ней в США // Дорожная техника. Каталог-справочник. – 2007. – С. 26-40.
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. Фирсов А.В. Эффективная система обогрева кузовов карьерных автомоблей-самосвалов выхлопными газами / А.В. Фирсов, В.И. Фирсов // Науковий вісник НГУ. Вип. № 9-10. – Дн., 2010. – С. 75-77.
5. Парунакян В.Э. Об эффективности обогрева выхлопными газами кузовов автосамосвалов и автопоездов / В.Э. Парунакян, Л.Н. Свиридова, Л.И. Добрых// Горный журнал. – 1977. – №1.
6. Семенов В. А. Качество и однородность автомобильных дорог / Семенов В.А. – М.: Транспорт, 1989. – 125 с.
7. Совершенствование технологии уплотнения асфальтобетонных покрытий с целью повышения прочности и долговечности / М.С. Стороженко // Вестн. ХНАДУ. – 2008. – Вып. 40. – С. 99-101.
8. ДСТУ Б В.2.7-89-99. Материали на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. – К.: ДКБАЖП Украины, 2000. – 45 с.
9. Новаковський Д.М. Удосконалення методів контролю якості влаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу: дис. канд. техн. наук: 24.04.2012 / Новаковський Дмитро Миколайович. – Х., 2012. – 139 с.
10. А.С. Минаков. Лабораторное моделирование остывания асфальтобетонной смеси на этапе ее перевозки к месту укладки. / А.С. Минаков // Материали научно-практической конференции «Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе». – Пермь, ПНИПИ, 2013. – Том 3 – С. 290-297.

Стаття надійшла до редакції 16.04.2014