

УДК 625.851

Кіяшко І.В., канд. техн. наук, Новаковський Д.М., канд. техн. наук,
Мінаков О.С., Пархоменко О.Ю.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ОСТИГАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ СУМІШІ В КУЗОВІ АВТОСАМОСКИДА ПІД ЧАС ТРАНСПОРТУВАННЯ

Анотація. У статті розглянуто фактори, що впливають на інтенсивність охолодження асфальтобетонної суміші в кузові транспортного засобу. Запропоновано термовимірювальне обладнання для моделювання та оцінки інтенсивності теплообмінних процесів асфальтобетонної суміші з навколишнім середовищем.

Ключові слова: асфальтобетонна суміш, транспортування, втрати тепла, термовимірювальний комплекс.

Аннотация. В статье рассмотрены факторы, которые влияют на интенсивность охлаждения асфальтобетонной смеси в кузове транспортного средства. Предложено термоизмерительное оборудование для моделирования и оценки интенсивности теплообменных процессов асфальтобетонной смеси с окружающей средой.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, транспортировка, потери тепла, термоизмерительный комплекс.

Annotation. The article describes the factors that affect the intensity of cooling asphalt mix in the trailer body of the vehicle. The equipment for measure the temperature to evaluate the intensity on the heat transfer processes of asphalt mixes with the environment is proposed.

Key words: asphalt concrete mix, transportation, heat loss, equipment for measure the temperature.

Значний вплив на забезпечення необхідних експлуатаційних якостей асфальтобетонних шарів чинить температура гарячої асфальтобетонної суміші при технології укладання і ущільнення. За останні 10-20 років дослідники звернули увагу на те, що однією з причин передчасного руйнування асфальтобетонних покриттів є вплив температурної сегрегації суміші, яка виникає при транспортуванні, перевантаженні суміші з автосамоскида до бункера асфальтоукладача і укладанні її в дорожній одяг [1].

На основі аналізу літературних джерел можна зробити висновок про те, що при транспортуванні асфальтобетонної суміші в кузові транспортного засобу остигання її значною мірою проявляється тільки в поверхневих шарах з усіх боків, при цьому з боку та дна кузова в меншій мірі [2]. В той же час велика маса суміші, що розташована в середині її об'єму, зберігає початкову температуру практично без змін. Це можна пояснити тим, що при охолодженні асфальтобетонної суміші на поверхні утворюється прошарок, що перешкоджає вивільненню тепла з внутрішнього простору на поверхню, за рахунок зниження температури зовнішніх шарів, які набувають властивостей теплоізолятора. Товщина теплоізолюючого шару і розподіл температур по глибині буде безпосередньо залежати від багатьох факторів, основні з яких: початкова температура асфальтобетонної суміші при завантаженні в автосамоскид, температура навколишнього середовища, швидкість і напрямок вітру при транспортуванні, відносна вологість повітря, наявність підігріву та теплоізоляції кузова, розмір кузова автомобіля-самоскида і його геометричні параметри [3, 4]. Вплив вище зазначених факторів тим значніше, чим більше часу гаряча суміш, що перевозиться, знаходиться в кузові автосамоскида.

Вхідний контроль температури асфальтобетонної суміші, доставленої до місця укладання в шари дорожнього одягу, дозволить своєчасно виявляти асфальтобетонну суміш непридатну з порушення температурних режимів для укладання та ущільнення, тим самим підвищити якість влаштування асфальтобетонних шарів в конструкції дорожнього одягу. Оперативно і з достатньою точністю виміряти температуру асфальтобетонної суміші на поверхні, без використання тепловізора, можливо безконтактним способом за допомогою пірометра або контактним способом з використанням біметалевого термометра. Визначив для кожного типу асфальтобетонної суміші температуру на поверхні її об'єму та враховуючи закономірність розподілу температури за глибиною в залежності від умов і часу транспортування визначену попередньо

в лабораторних умовах, можливо спрогнозувати середню температуру асфальтобетонної суміші в кузові автомобіля-самоскида. На основі отриманих даних приймається рішення щодо придатності даної суміші для укладання або про призначення технологічних схем і режимів для її ущільнення. Для реалізації поставленого завдання на кафедрі будівництва та експлуатації автомобільних доріг ім. О.К. Біруля Харківського національного автомобільно-дорожнього університету розроблений комплекс устаткування, який дозволяє змодельовати та відстежувати зміну температури асфальтобетонної суміші на різних глибинах досліджуваного матеріалу на протязі заданого часу з обраною частотою вимірювань при зміні наступних зовнішніх факторів: температури навколишнього середовища, швидкості вітру та відносної вологості повітря (рис 1).

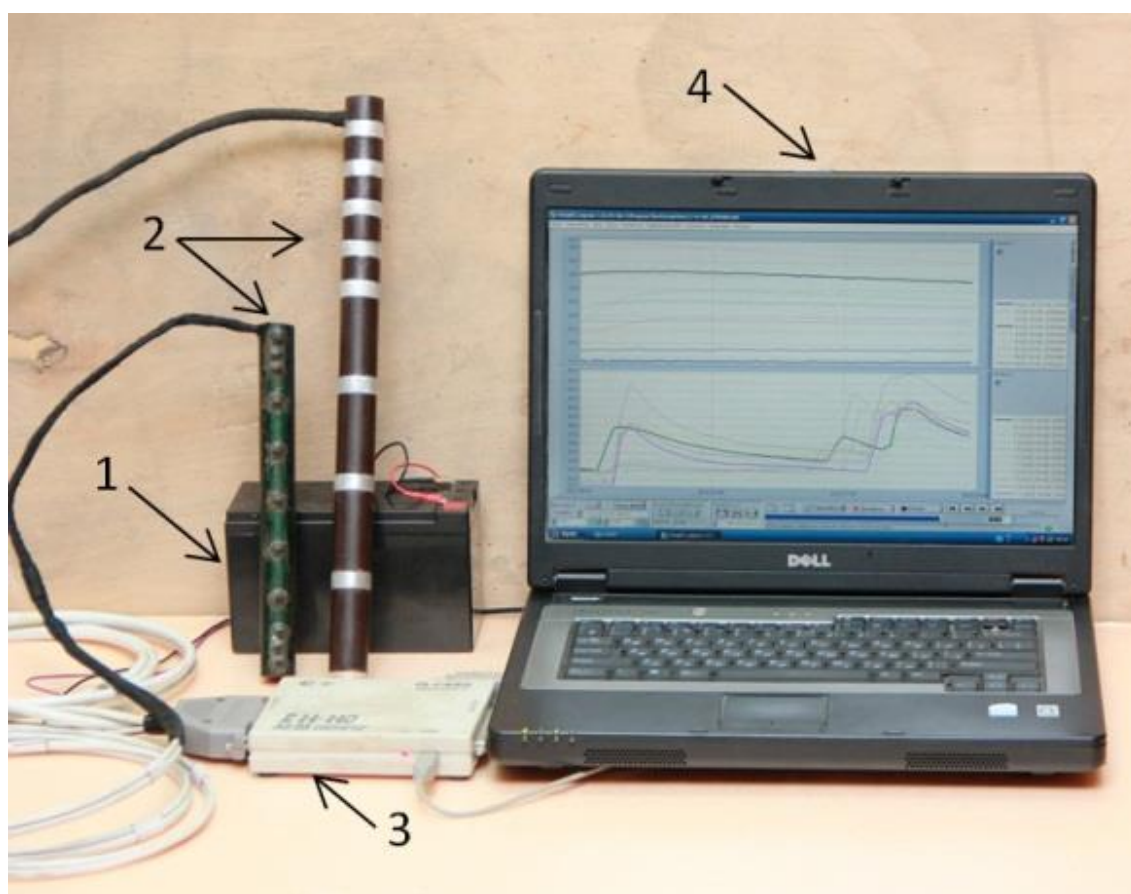


Рисунок 1 – Термовимірювальний комплекс для визначення температур асфальтобетонної суміші по глибині 1 – джерело живлення приладу; 2 – термовимірювальні зонди; 3 – аналого-цифровий перетворювач; 4 – портативний комп'ютер (ноутбук)

Термовимірювальний комплекс складається з: термовимірювального зонда (рис.2), який при проведенні експерименту занурюється в асфальтобетонну суміш і дозволяє фіксувати температуру суміші в точках на рівні розташування датчиків, закріплених по довжині зонда; аналого-цифрового перетворювача (АЦП), призначеного для отримання від датчиків температури аналогових даних, які оцифровуються для передачі із заданою частотою значень температури суміші до персонального комп'ютера; портативного комп'ютера для обробки отриманих даних і подальшого їх збереження; джерела живлення.



Рисунок 2 – Термовимірювальний зонд

Для запису і подальшої обробки сигналів, які надходять від датчиків температури, за допомогою обчислювальної техніки аналоговий потік інформації повинен бути трансформований в дискретний ряд. Така процедура називається оцифруванням і виконується блоками аналого-цифрових перетворювачів. В якості пристрою для збереження і подальшої обробки інформації обрано портативний комп'ютер типу "notebook", що дозволяє використовувати вимірювальний комплекс в лабораторних і польових умовах завдяки компактності обладнання та наявності автономного живлення. Передача даних, їх збереження та подальша обробка реалізована за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Актуальність роботи, а також її науковий інтерес полягає у вивченні в лабораторних умовах комплексного впливу на інтенсивність остигання асфальтобетонної суміші факторів навколишнього середовища, таких як – температура і вологість повітря, швидкість вітру. Втрати тепла з асфальтобетонної суміші в навколишнє середовище можуть здійснюватися

через борти і дно, а також через відкриту або вкриту тентом верхню частину кузова транспортного засобу. Конфігурація бортів і дна кузова мають різні конструкції, найбільш поширені коробчастого перетину. Багато сучасних автомобілів мають підігрів кузова відпрацьованими газами від двигуна, що знижує тепловтрати асфальтобетонної суміші при транспортуванні через металеві стінки кузова. Найбільш інтенсивні тепловтрати спостерігаються з верхньої поверхні асфальтобетонної суміші. Для зниження тепловтрат через відкриту верхню частину кузова суміш накривають брезентом або іншим міцним термостійким матеріалом, який запобігає обдуванню поверхні суміші вітром і створює теплоізолюючий прошарок.

Для прогнозування остигання асфальтобетонної суміші в кузові транспортного засобу необхідно знати, як відбувається охолодження суміші в напрямку відкритої поверхні, або ж накритою тентом, через борти і дно кузова. Визначивши дані залежності окремо, можна на основі принципу суперпозиції розрахувати їхній спільний вплив і виділити температурні поля для асфальтобетонної суміші по всьому об'єму в кузові транспортного засобу. При цьому можна проаналізувати вплив різних факторів на інтенсивність теплообмінних процесів асфальтобетонної суміші з навколишнім середовищем в кузові транспортного засобу. На початковому етапі лабораторних досліджень передбачається розглянути втрати тепла через відкриту верхню частину кузова без тенту, при моделюванні впливу температури повітря на інтенсивність теплообмінних процесів гарячої асфальтобетонної суміші. Для вирішення даної задачі в лабораторних умовах, запропонована модель верхньої частини кузова у вигляді розбірної конструкції прямокутної форми розміром 220x220x360 мм, з якої тепло втрачається тільки через верхню відкриту поверхню асфальтобетонної суміші. Втратами тепла через стінки форми можна знехтувати за рахунок використання в цих напрямках теплоізоляції. Розмір пропонованої конструкції (форми) підбирався виходячи з можливості в лабораторних умовах приготувати або одночасно розігріти необхідний для експерименту об'єм гарячої асфальтобетонної суміші, однорідної за температурою, а також виключити вплив втрат тепла через стінки і дно на температуру в ядрі об'єму суміші.

Для проведення експериментальних досліджень була використана готова гаряча асфальтобетонна суміш типу В. Температура суміші на початку експерименту становила близько 160 °С. Теплоізольована форма прогрівалась

до температури асфальтобетонної суміші, що дозволяє мінімізувати втрати тепла на нагрів стінок форми з теплоізолятором. Розігріта форма заповнювалася асфальтобетонною сумішшю, занурювався термовимірювальний зонд, після чого з датчиків, які розташовані на зонді, знімалися відліки температури, які змінюються в часі. Теплоізольована форма з термовимірювальним зондом, яка використовується для проведення експерименту представлена на рисунку 3.



Рисунок 3 – Моделювання остигання асфальтобетонної суміші в теплоізольованій формі при проведенні експерименту

Експерименти проводилися без обдування теплоізольованої форми повітрям при температурі навколишнього повітря 6 °С і 22 °С. Результати експерименту показали, що середня температура асфальтобетонної суміші при температурі повітря навколишнього середовища 22 °С в часі, змінюється практично по лінійній залежності (рис. 4). Протягом першої півгодини в порівнянні з експериментом, де температура повітря становила 22 °С, при температурі навколишнього середовища 6 °С спостерігається більш інтенсивне

зниження середньої температури асфальтобетонної суміші через більшу різницю температур гарячої суміші та температури повітря. У наступний час середня температура суміші зменшується менш інтенсивно. Це можна пояснити утворенням на поверхні теплоізолюючого прошарку, який перешкоджає проникненню тепла на поверхню і віддачу в навколишнє середовище.

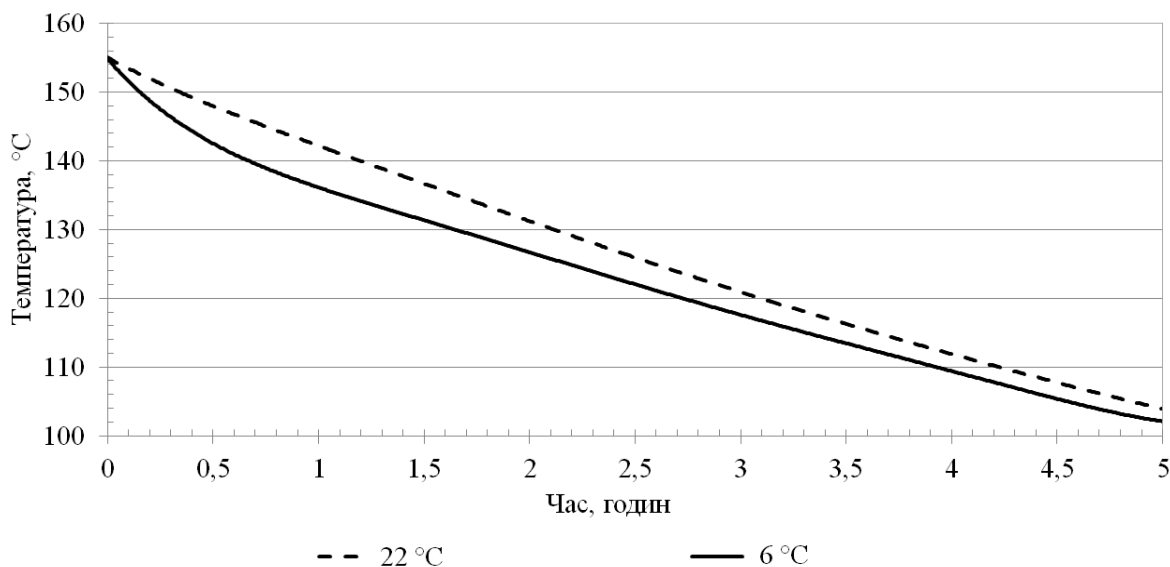


Рисунок 4 – Динаміка зміни середньої температури асфальтобетонної суміші при температурі навколишнього середовища 6 °C та 22 °C

Для визначення глибини так званої «корки», яка утворюється на поверхні асфальтобетонної суміші при транспортуванні, граничною (базовою) була прийнята температура, для суміші на бітумі марки БНД 90/130, близько 90 °C [5], при якій суміш втрачає необхідну рухливість, що ускладнює процес подальшого укладання та ущільнення.

Динаміка зміни глибини «корки» асфальтобетонної суміші з температурою нижче 90 °C при різних температурах повітря навколишнього середовища наведена на рисунку 5.

Залежності температури асфальтобетонної суміші за глибиною в часі при температурі навколишнього середовища 6 °C представлена на рисунку 6.

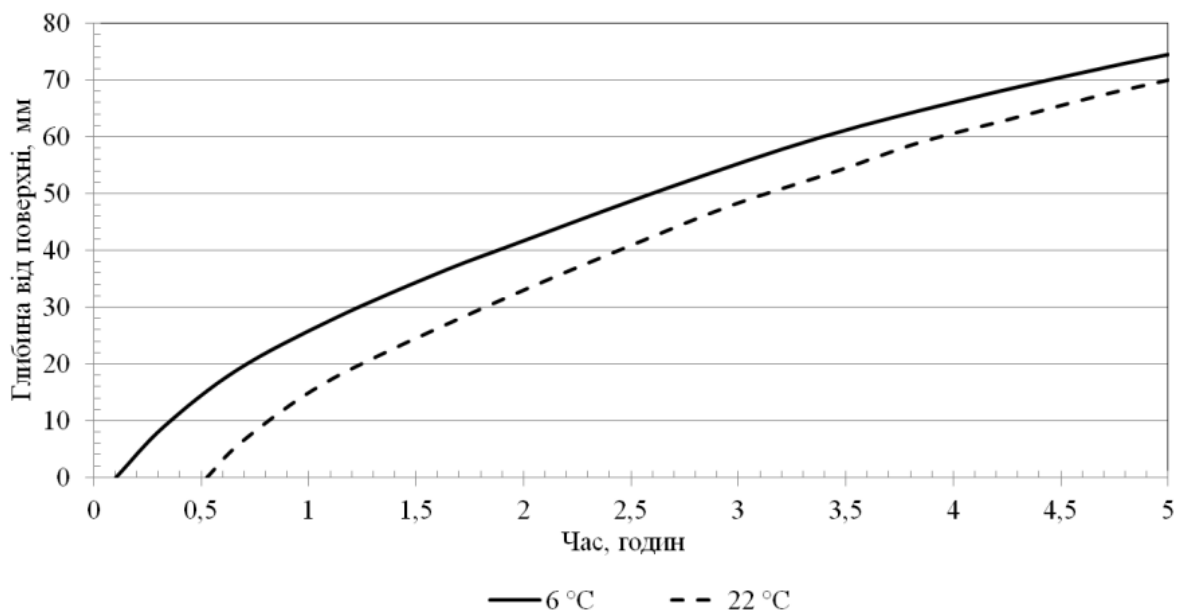


Рисунок 5 – Динаміка збільшення глибини «корки» асфальтобетонної суміші з температурою нижче 90 °С при температурі навколишнього середовища 6 °С і 22 °С

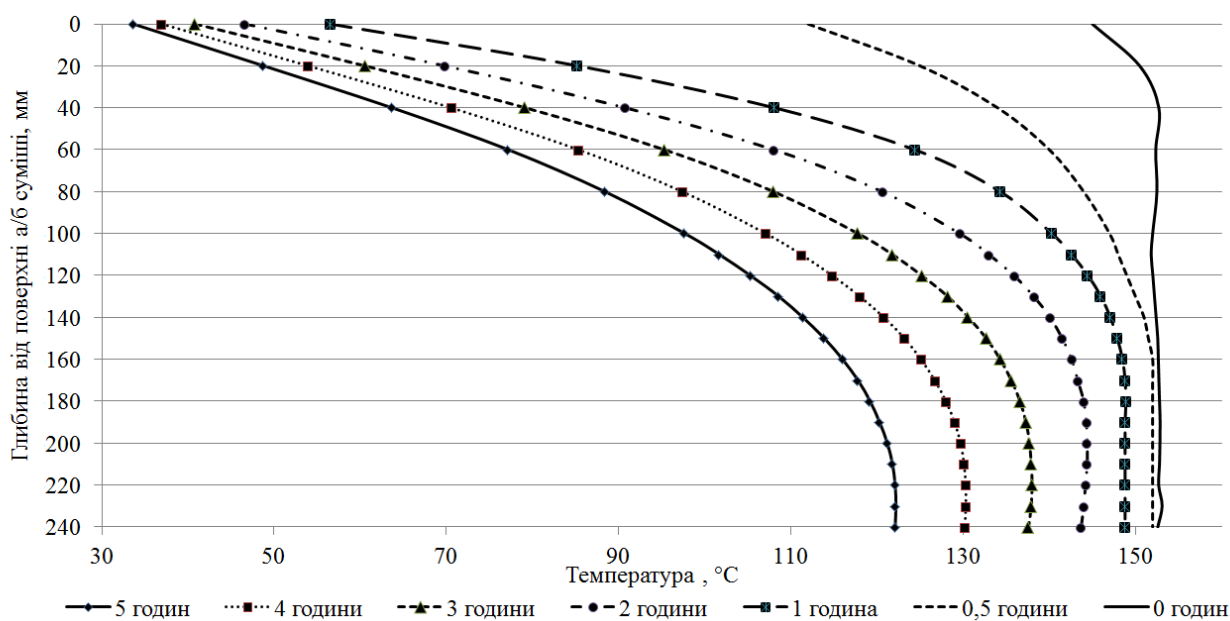


Рисунок 6 – Зміна температури асфальтобетонної суміші за глибиною при температурі навколишнього середовища 6 °С в різні періоди часу

Для отримання ряду необхідних даних планується провести розширений експеримент на асфальтобетонах різних типів при різних значеннях

температури навколишнього повітря, швидкості вітру і вологості повітря, визначити ступінь впливу даних факторів на інтенсивність теплообмінних процесів гарячої асфальтобетонної суміші з навколишнім середовищем, моделюючи в лабораторних умовах втрати тепла через відкриту і вкриту тентом поверхню, через борти і дно кузова. Отримані результати нададуть можливість обґрунтувати закономірності остигання асфальтобетонної суміші в кузові автосамоскида на етапі транспортування, ранжувати фактори за ступенем їх впливу на інтенсивність охолодження, а також на основі значень температур в контрольних точках суміші в кузові визначити середню температуру асфальтобетонної суміші по її об'єму, розподіл температур в кузові транспортного засобу.

Література

1. 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.
2. Минаков А.С. Прогнозирование температуры асфальтобетонной смеси при транспортировании ее к месту укладки. / Минаков А.С., Кияшко И.В., Шрестха Раджу Баде. // Науч.-техн. Сборник «Градостроительство и территориальное планирование». Вып.45, часть 3. – К., КНУБА, 2012. – С. 78-82.
3. Вознесенский В.А. Однородность как критерий оценки качества бетона / Вознесенский В.А., Должинков Ю.П., Ламин В.Г. – Кишинев, 1967. – 239с.
4. Семенов В. А. Качество и однородность автомобильных дорог / Семенов В.А. – М.: Транспорт, 1989. – 125 с.
5. 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.