

УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ ТЕПЛОВІЗІЙНИМ МЕТОДОМ

Дмитрієв М.М., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Гамеляк І.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна
Волощук Д.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна

THERMAL METHOD OF ASPHALT PAVEMENT QUALITY MANAGEMENT

Dmitriev M.M., doctor of technical sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Gameliak I.P., doctor of technical sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine

Voloshchuk D.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ТЕПЛОВИЗИОННЫМ МЕТОДОМ

Дмитриев Н.Н., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Гамеляк И.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Волощук Д.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Дорожнє будівництво складний інженерний процес. Складність обумовлена низкою факторів, які мають стохастичну природу і впливають та супроводжують будівництво. До таких факторів відноситься неоднорідність технологічних процесів будівництва, розкид властивостей матеріалів, зміна погодних умов, труднощі організації робочого процесу, тощо [1, 2]. Вирішення чи не вирішення таких проблем впливає та формує кінцеву якість продукту – автомобільної дороги. Якість покриття визначається відповідністю нормованим показникам, таким як рівність, коефіцієнт ущільнення, коефіцієнт зчеплення, необхідний модуль пружності, тощо. Ці показники визначаються по факту готовності покриття, а їх забезпечення вимагає врахування та контролю вищенаведених факторів під час будівництва. Технологічний розвиток надає дорожникам сучасні технології, які відкривають нові можливості в сфері контролю якості будівництва. До таких технологій належить й тепловізійний метод. Тепловізор є засобом неруйнівного та оперативного контролю, що дає змогу визначати проблемні місця та швидко приймати рішення по їх ліквідації, крім того, прилад дає змогу визначити та вирішити низку питань пов'язаних з технологічними недоліками, які до цього часу поза людським оком [3].

Постановка проблеми. Процес будівництва автодороги є стохастичний, тому що підлягає впливу багатьох факторів (кліматичних, організаційних, технічних, соціальних), більша частина яких носить випадковий характер. Для успішного керування будівництвом, потрібно вміти оцінювати ймовірність появи різного роду перешкод, ступінь їх впливу на хід будівельного виробництва і виходячи з такого прогнозу приймати своєчасні й ефективні заходи по попередженню чи ліквідації цих перешкод або результатів їх впливу. Традиційно, технологічна надійність визначається, у загальному випадку, як значення ймовірності виконання заданого обсягу робіт у заданий термін з заданими техніко-економічними показниками. При цьому основна увага приділяється терміну виконання робіт, однак, для забезпечення довговічності конструкції дорожнього одягу не менш важливо, щоб фізико-механічні та транспортно-експлуатаційні показники покриття були високими.

Основна частина. Роботи виконувались у Київській області на автомобільній дорозі Київ-Ковель-Ягодин км 30+490 – км 33+500, за винятком км 31+520 – км 32+355 (ліва сторона, 835 м), км 52+223 – км 52+770 (право від круга, 547 м), км 52+416 – км 52+30 (по кругу 564 м) в період з 26.09.13р. по 10.10.2013р.

Конструкція дорожнього одягу:

1) Щебенево-мастиковий асфальтобетон дрібнозернистий ЩМА -20 (фр. 0-20) щільний марки І. відповідно до ДСТУ Б В 2.7-127-2006 – h=5 см;

2) Асфальтобетон крупнозернистий (фр. 0-25) щільний на бітумі БНД 60/90 з добавкою ПАР відповідно до ДСТУ Б.В.2.7-119-2003 – h=8 см;

3) Асфальтобетон крупнозернистий (фр. 0-40) пористий на бітумі БНД 60/90 з добавкою ПАР відповідно до ДСТУ Б.В.2.7-119-2003 – h=8 см;

4) Основа – ХАБС з фрезерованого асфальтобетону 50% та 50 % ЩПС С 7 укріплена емульсією та цементом М 400 для досягнення марки М 40, а саме: регенерація існуючого покриття товщиною 15 см за технологією холодного ресайклінга з додаванням бітумної емульсії, цементу й щебенево-піщаної суміші С 7, вміст за масою:

- бітумної емульсії – 1,5 %;
- цементу – 3,5 %;
- щебенево-піщаної суміші С 7 – 50 %;
- розлив бітумної емульсії – 0,6 л/м.

5) Оптимальна щебенево-піщана суміш С 5 у відповідності із ДСТУ Б В.2.7-30-95 – 20 см;

6) Пісок середній відповідно до ДСТУ Б В.2.7-32 (гранітний відсів 100%) – 25 см.

Виробництво гарячих асфальтобетонних сумішей виконувалось на асфальтобетонному заводі марки Lintec. Щебенево-мастиківий асфальтобетон виготовлявся із додаванням природного бітуму Selenizza SLN -120, добавку вводили в мішалку АБЗ за допомогою пневмодозатора в автоматичному режимі в кількості 6 % від маси бітуму. Укладка асфальтобетонної суміші здійснювалась двома асфальтоукладальниками Vogel 1900, Ущільнення – ланкою із чотирьох котків: два Bomag 141 – 8 т, два Bomag 161 – 11 т.

Контроль якості виконання робіт здійснювався тепловізором Testo 875-2i [4], серійний номер 2536382. У період випробувань зафіксовано температуру повітря від + 5°C до + 16 °C, температуру поверхні існуючого шару асфальтобетону від + 10°C до + 19 °C.

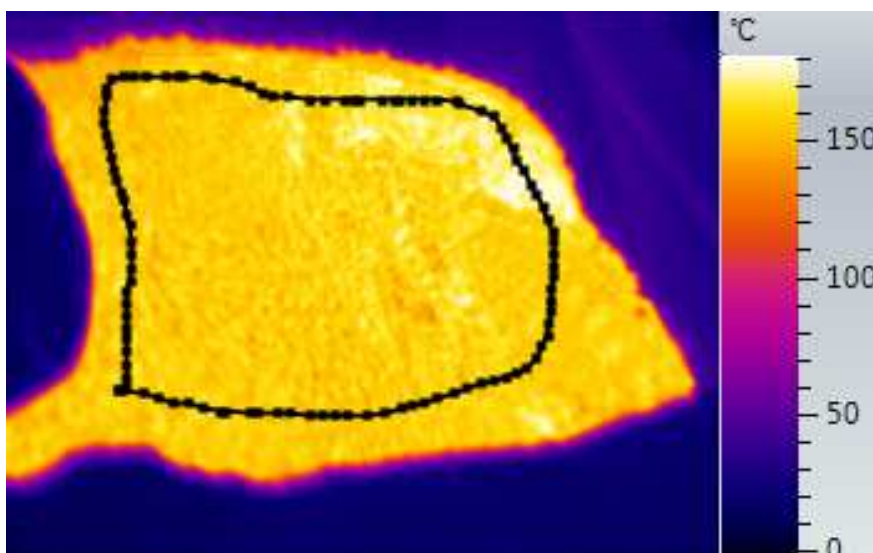
При влаштуванні шарів дорожнього одягу із гарячих асфальтобетонних сумішей одним із найважливіших параметрів є температура, яка жорстко регламентується на кожному етапі будівництва. В табл. 1 наведено температурні режими приготування суміші та влаштування покриття із щебенево-мастиківого асфальтобетону виготовленого на бітумі БНД 60/90 [5, 6].

Таблиця 1 – Температурні режими при виготовленні та влаштуванні шарів дорожнього одягу із щебенево-мастиківого асфальтобетонної суміші

Температура суміші	Згідно з [5, 6]
на виході з АБЗ	155-170 °C
на виході з асфальтоукладальника	>145 °C
при ущільненні	>80 °C

Використовуючи пірометри та ртутні термометри, що широко застосовуються при контролі температурного режиму будівельного процесу, важко отримати реальну картину. Виробничий процес унеможливає накопичення вибірки значень температури для його осереднення та розрахунку середнього квадратичного відхилення, в найкращому разі лаборант отримує точкове значення температури суміші, що не дає уявлення про дійсну картину. Залучення тепловізійного обладнання дає змогу оцінювати температурне поле, а отже і більш об'єктивну картину (рис. 1).

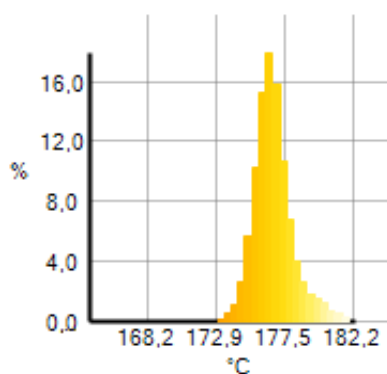
На рис. 1 наведено результат обробки тепловізійної зйомки асфальтобетонної суміші, що подається транспортувальним візком від змішувальної установки до накопичувального бункера. З графіку на рис. 1в – мінімальне значення температури суміші $T_{\min}=173$ °C, середньозважена температура $T_{\text{сер}}=175$ °C, максимальне значення $T_{\max}=182$ °C. Лаборант приймає рішення щодо відповідності температури регламенту і, відповідно, подальшого збільшення або зменшення температури маючи одне, у кращому разі, декілька значень температури. Зважаючи на процеси теплообміну, що призводять до так званого явища «утворення кірки» внаслідок охолодження суміші на поверхні контакту з повітрям оточуючого середовища, температура, яку отримує лаборант традиційними приладами, відповідатиме температурі у отриманому діапазоні нижче середньої. У результаті досягається велика неоднорідність температури суміші протягом робочого дня. Аналогічна ситуація спостерігається при транспортуванні суміші (рис. 2).



а) Тепловізійний знімок із температурною шкалою



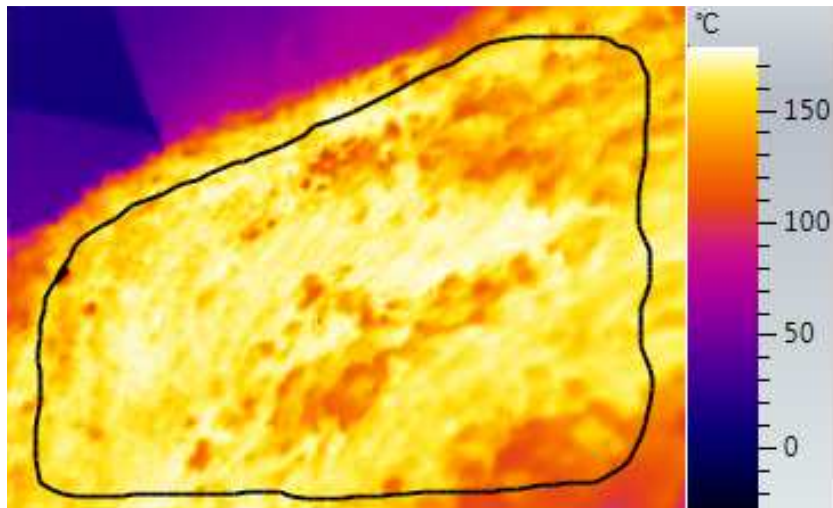
б) Реальне зображення



в) Гістограма розподілу значень температури у виділеному діапазоні

Рисунок 1 – Результат тепловізійного обстеження на асфальтобетонному заводі

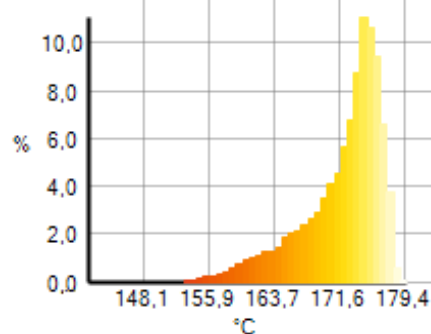
Сучасна вантажно-транспортна техніка дає змогу мінімізувати тепловтрати суміші при перевезенні, навіть враховуючи, що роботи виконувались на межі мінімальних допустимих значень температури повітря із часом транспортування 20-40 хв. За цей час матеріал на поверхні контакту з повітрям оточуючого середовища охолоджувався приблизно на 20 °С, за рахунок чого на рис. 2в графік розподілу значень температури видовжується в бік зменшення температури.



а) Тепловізійний знімок із температурною шкалою



б) Реальне зображення

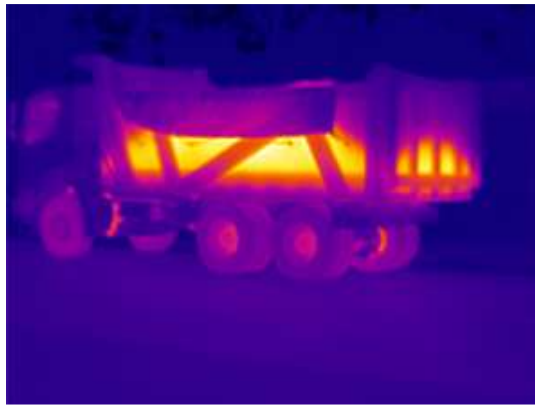


в) Гістограма розподілу значень температури у виділеному діапазоні

Рисунок 2 - Результат тепловізійного обстеження суміші при транспортуванні в кузові автомобіля

На сьогоднішній день існують напрацювання по дослідженню тепловтрат при транспортуванні суміші [7]. Отримано певні правила завантаження та вимоги до конструкції кузова вантажного транспорту. Їх основна мета – зменшення площі контакту матеріалу з повітрям зовнішнього середовища за рахунок збільшення площі контакту із бортами кузова. Суміш до кузова подається в декілька прийомів – спершу завантажують передню та задню стінку кузова, а потім простір, що лишається між ними. На ефективність тепло збереження при транспортуванні впливає й поперечний переріз конструкції кузова. В період низьких температур доцільно використовувати кузов з подвійними бортами, які працюють за принципом термоса. Кути між бортами мають бути закруглені, рис. 3г – це зменшує загальну площу контакту, а відповідно і тепловтрати.

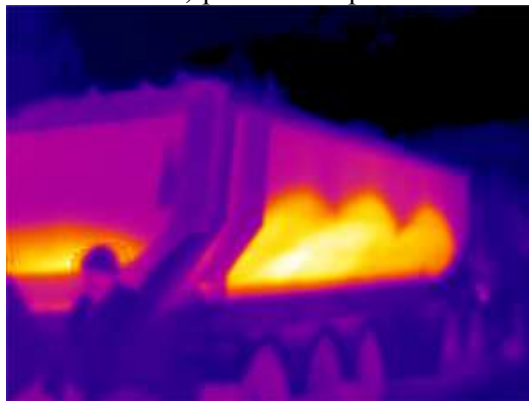
На практиці (рис. 3), допускаються помилки при завантаженні. Автомобілі з невеликою вантажопідйомністю наповнюють зазвичай в один прийом (рис. 3а), таким чином властивість термокузова зменшувати тепловтрати не використовується сповна. Автомобілі з підвищеною вантажопідйомністю наповнюють в декілька прийомів (рис. 3в), однак допускаючи аналогічні помилки як і на рис. 3а.



а) термограмма



б) реальне зображення



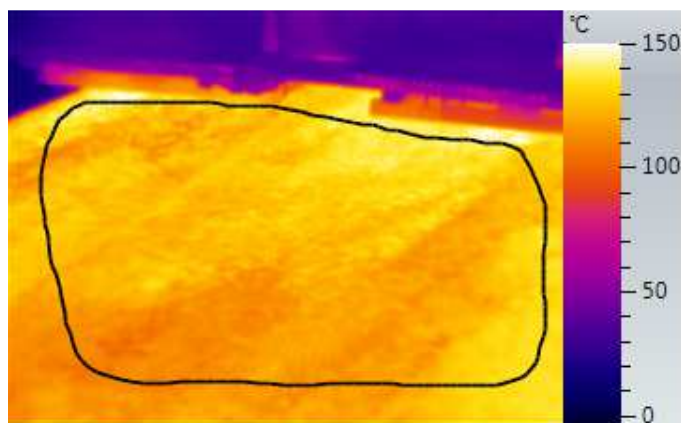
в) термограмма



г) реальне зображення

Рисунок 3 – Тепловізійні знімки завантаження кузова малої (25 т) та великої (40 т) вантажопідйомності асфальтобетонною сумішшю

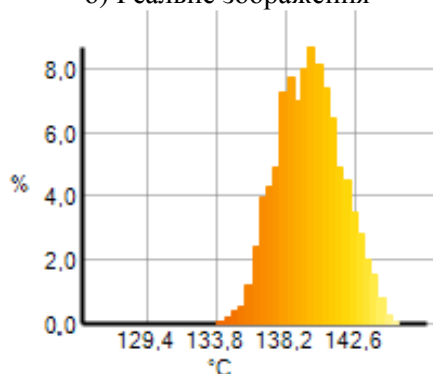
Охолоджений з поверхні за час транспортування матеріал в подальшому перемішується шнеками асфальтоукладача з неохолодженою масою. На виході утворюється певна неоднорідність температури суміші по площі (рис. 4а), темні плями характерні місцям із нижчою температурою, відповідно яскравіші ділянки – вищій. Неоднорідність по температурі в свою чергу переходить в неоднорідність по щільності. Ділянки з нижчою щільністю шару покриття є потенційними місцями руйнування.



а) Тепловізійний знімок із температурною шкалою



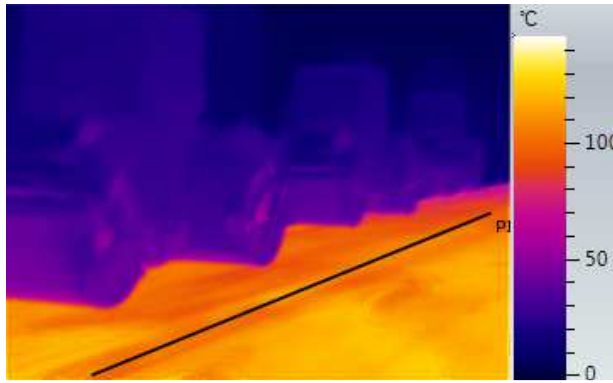
б) Реальне зображення



в) Графік розподілу значень температури у виділеному на рис. 1а діапазоні

Рисунок 4 – Температура асфальтобетонної суміші в покритті на виході з асфальтоукладальника

Метод тепловізійного обстеження особливо доречним є при контролі режимів ущільнення асфальтобетонної суміші (рис.5). У рамках роботи зафіксовані випадки невідповідності продуктивності котків асфальтоукладача, особливо під час паралельної укладки двома асфальтоукладачами. Термограми дають змогу приймати рішення про зупинення робіт по ущільненню на ділянках, де температура суміші в покритті нижча за допустиму, що визначається по температурному профілю (рис. 4в). У таких випадках ущільнення є не тільки не ефективним, а й приводить до інтенсивного дроблення зерен щебеню і утворення тріщин укатки. Щойно укладені ділянки відзначаються інтенсивним теплообміном, а отже і тепловтратами, що особливо важливо при роботі в період низьких температур.

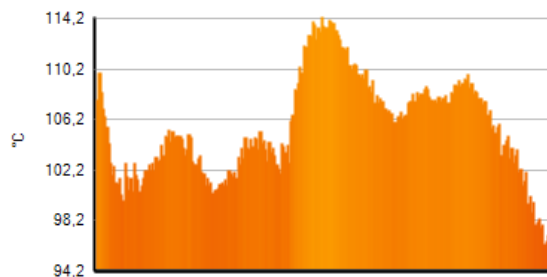


а) Тепловізійний знімок із температурною шкалою



б) Реальне зображення

Мінімум: 94,2 °С Максимум: 114,4 °С Среднее значение: 105,5 °С



в) Гістограма розподілу значень температури у виділеному діапазоні

Рисунок 5 – Температурний режим ущільнення асфальтобетонної суміші

На швидкість охолодження суміші при влаштуванні покриття впливають погодні фактори – температура повітря, швидкість вітру, хмарність, а також геометричні – товщина шару, ширина укладки. Температура повітря при будівництві була мінімально допустимою – 10 °С [8], присутня хмарність, вітер 1-3 м/с, товщина шару – 5 см, ширина укладки – 6,75 м. Для таких умов отримано залежність охолодження суміші за часом, рис. 6 – у розпорядженні підрядника на ущільнення суміші модифікованого ЩМА є 15 хв. Із збільшенням температури повітря дещо збільшиться і час на ущільнення.

Метод тепловізійного обстеження дав змогу виявити важливі технологічні особливості, які суттєво впливають на якість покриття. Конструкція прийомного бункера асфальтоукладача має свої особливості, так звану «мертву зону» (рис. 7), розташовану біля стінок прийомного бункера де накопичується суміш, що не потрапляє на транспортувальну стрічку до розподільних шнеків. Перед подачею наступної вантажівки оператор звантажує охоложену суміш до шнеків. Розвантаження автосамоскида триває близько 15 хв. За цей період суміш охолоджується на 40-50 °С (рис. 7в, рис. 8в). У такому випадку графік розподілу значень температури на рис. 7в приймає двох вершинний вигляд – середня температура суміші з поверхні в «мертвій зоні» 135 °С, середня температура суміші, що подається до розподільних шнеків 185 °С.

Укладання охолодженої суміші утворює у покритті своєрідну дугу з суттєвою різницею у температурі (рис. 8), а відповідно і меншою щільністю. Таким чином, будівельники, самі того не

розуміючи, навмисно закладають перспективні місця руйнувань покриття ще на етапі будівництва з кроком 25-40 м (в залежності від ширини укладки, товщини та об'єму автосамоскида).

Крім того, трапляються випадки вимушених зупинок асфальтоукладача з тих чи інших причин – несправність обладнання, затримки в транспортуванні суміші, тощо. На прикладі, рис. 9, наведено наслідки 15-хв. зупинки при аналогічних погодних умовах. Результатом є різниця температур 40-50 °С. У цьому разі ущільнення вже є неможливим і ділянка, яку не вдалося ущільнити з технічних причин має бути перевлаштована [6].

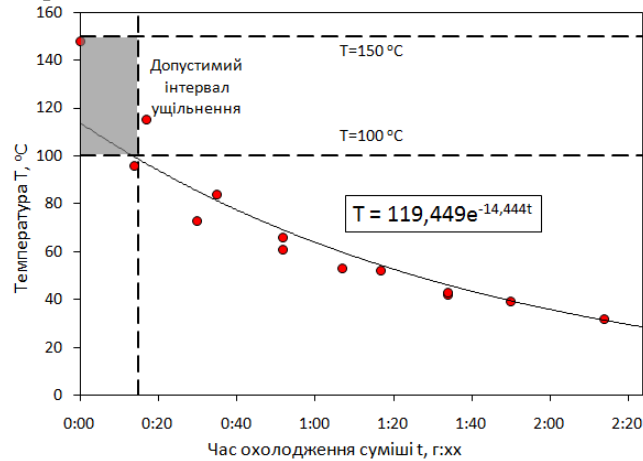
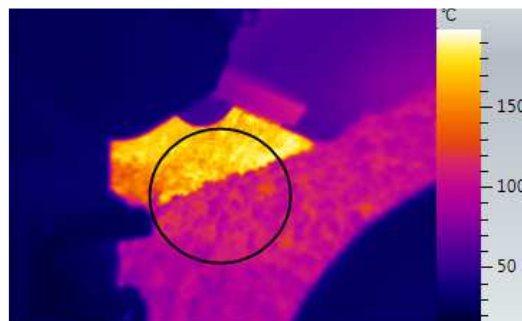


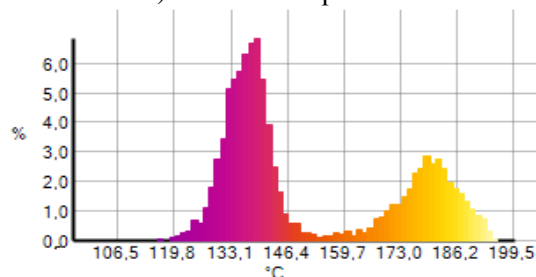
Рисунок 6 – Графік охолодження шару модифікованого ЩМА



а) Тепловізійний знімок із температурною шкалою

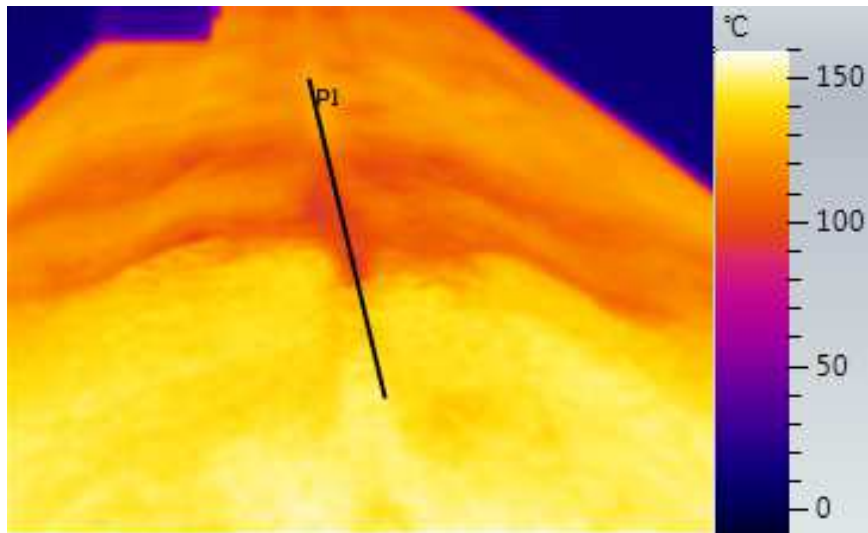


б) Реальне зображення



в) Графік розподілу значень температури у виділеному діапазоні

Рисунок 7 – Зосередження та охолодження асфальтобетонної суміші в «мертвих зонах» асфальтоукладальника

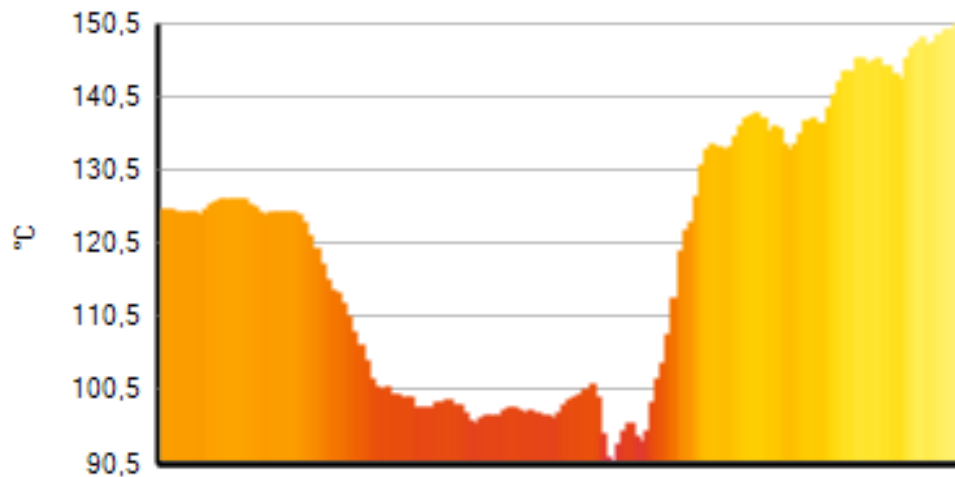


а) Тепловізійний знімок із температурною шкалою



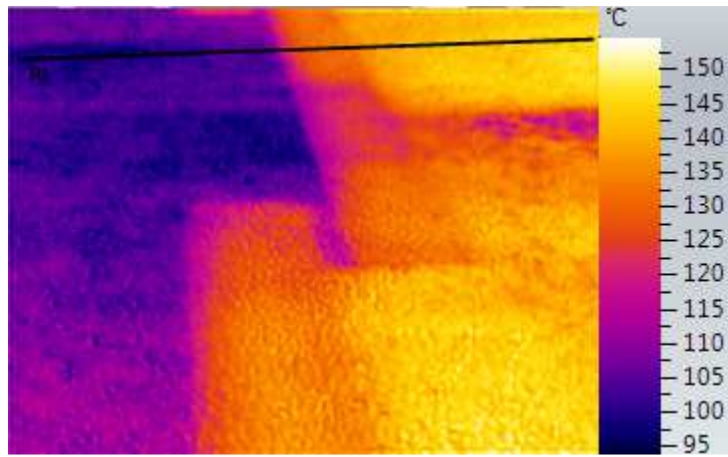
б) Реальне зображення

Минимум: 90,5 °C Максимум: 150,5 °C Среднее значение: 119,1 °C



в) Гістограма розподілу значень температури у виділеному діапазоні

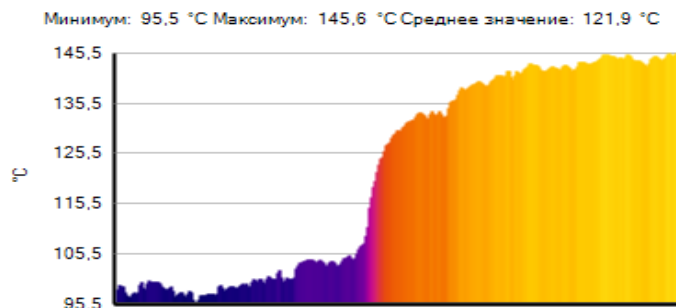
Рисунок 8 – Зосередження та охолодження асфальтобетонної суміші в «мертвих зонах» асфальтоукладальника



а) Тепловізійний знімок із температурною шкалою



б) Реальне зображення



в) Гістограма розподілу значень температури у виділеному діапазоні

Рисунок 9 – Наслідки 15-ти хвилинної зупинки асфальтоукладача з технічних причин

Висновки: Метод тепловізійного контролю доцільно широко використовувати, як на асфальтобетонному заводі при виробництві та подачі суміші на завантаження так і безпосередньо при влаштуванні покриття, а саме при його ущільненні.

Особливу увагу варто приділяти транспортуванню суміші – способу завантаження автомобіля, його типу, тощо. Особливо в періоди з низькими температурами.

Конструктивну особливість прийомного бункеру асфальтоукладача не можна лишати без уваги. Частково вирішити проблему можна не вивантажуючи охолоджену суміш для укладання в покриття, таким чином досягатиметься більша однорідність температури, а відповідно і щільності в покритті.

На етапі ущільнення потрібно суворо дотримуватись регламентних температурних режимів і відповідним чином підбирати ланку котків, щоб уникнути невідповідності продуктивності котків і асфальтоукладача.

Необхідно запровадити постійну інспекторську перевірку приготування та укладки асфальтобетонного покриття за розробленою методикою з подальшою обробкою і аналізом роботи за день, місяць, квартал, рік. Це забезпечить необхідний рівень якості асфальтобетону, і дозволить виявити і усунути причини передчасного руйнування асфальтобетонних покриттів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гамеляк Ігор Павлович. Основи забезпечення надійності конструкцій дорожнього одягу : дис... д-ра техн. наук: 05.22.11 / Національний транспортний ун-т. - К., 2005.
2. Дмитриченко М.Ф., Дмитрієв М.М., Гамеляк І.П., Райковський В.Ф., Якименко Я.М. Надійність конструкцій дорожнього одягу. - Навч. посібник. К.: НТУ. – 2012. – 206 с.
3. Дмитриченко М. Ф., Дмитрієв М. М., Деркачов О. Б. Теплова діагностика (основи теорії та практичні застосування) – К.: Знання України, 2012. – 192 с.
4. testo 875-i Тепловизор с частотой обновления 33 Гц [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.testo.kiev.ua/>
5. ДСТУ В В.2.7-127:2006 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон Щебенево-мастикові.
6. Костин В. И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий, Учебное пособие, Нижний Новгород, 2009. - 67 с.
7. Krzysztof Blazejowski, SMA. Teoria i praktyka. – Rettenmaier Polska sp. z o.o., Warszawa, 2007. - 613 p.
8. Gismeteo прогноз погоды [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.gismeteo.ru/>

REFERENCES

1. Gamelyak I.P. Basics of pavement construction reliability ensuring. Doctor of technical sciences dissertation: 05.22.11. National Transport University. Kyiv. 2005.
2. Dmitrichenko M.F., Dmitriev M.M., Gamelyak I.P., Raykovskij V.F., Yakimenko J.M. Reliability of pavement construction. National Transport University. Kyiv. 2012. 206 p. (UKR)
3. Dmitrichenko M.F., Dmitriev M.M., Derkachov O.B. Thermal diagnostics (basic theory and practical applications). Knowledge of Ukraine. 2012. 192 p. (UKR)
4. Testo 875-i thermal imager with a refresh rate of 33 Hz [Electron resource]. - Mode of access: <http://www.testo.kiev.ua/>
5. DSTU B V.2.7-127:2006 Asphalt mixes and stone mastic asphalt. (UKR)
6. Kostin V.I. Stone mastic asphalt for road pavement. Nizhniy Novgorod. 2009. 67 p. (RUS)
7. Krzysztof Blazejowski, SMA. Theory and practice. – Rettenmaier Polska sp. z o.o., Warszawa, 2007. - 613 p. (PL)
8. Gismeteo weather forecast [Electron resource]. – Mode of access: <http://www.gismeteo.ru/>

РЕФЕРАТ

Дмитрієв М.М., Гамеляк І.П., Волощук Д.В. Управління якістю асфальтобетонного покриття тепловізійним методом / М.М. Дмитрієв, І.П. Гамеляк, Д.В. Волощук // Управління проектами, системний аналіз і логістика. — К.: НТУ — 2013. — Вип. 12.

В статті наводиться досвід та результати застосування тепловізійного методу контролю якості приготування та влаштування шару щебенево-мастикового асфальтобетону на ділянці автомобільної дороги Київ-Ковель-Ягодин км 30+490 – км 33+500.

Об'єкт дослідження – температурні режими приготування суміші щебенево-мастикового асфальтобетону та влаштування шару покриття.

Мета роботи – визначення і обґрунтування доцільності та придатності інноваційної технології, а також усунення технологічних недоліків, що супроводжують будівництво.

Метод дослідження – статистичний та аналітичний аналіз результатів тепловізійної зйомки.

Дорожнє будівництво складний інженерний процес. Складність обумовлена низкою чинників, що впливають та супроводжують будівництво. До таких чинників відносяться питання пов'язані з технологією будівництва, властивостями матеріалів, погодними умовами, організацією робочого процесу, тощо. Вирішення чи не вирішення таких проблем впливає та формує кінцеву якість продукту – автомобільної дороги. Якість покриття визначається відповідністю нормованим показникам, таким як рівність, коефіцієнт ущільнення, шорсткість покриття, необхідний модуль пружності, тощо. Ці показники визначаються по факту готовності покриття, а їх забезпечення вимагає врахування та контролю вищенаведених факторів під час будівництва. Технологічний розвиток надає дорожникам сучасні технології, які відкривають нові можливості в сфері контролю якості будівництва. До таких технологій належить й тепловізійний метод. Тепловизор є засобом неруйнівного та оперативного контролю, що дає змогу визначати проблемні місця та швидко

приймати рішення по їх ліквідації, крім того, прилад дає змогу визначити та вирішити низку питань пов'язаних з технологічними недоліками, які до цього часу поза людським оком.

Результати статті можуть бути упроваджені при приготуванні асфальтобетонних сумішей та влаштуванні покриттів.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – поліпшення технологічного процесу будівництва асфальтобетонних покриттів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОВІЗОР, ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВИЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ, БУДІВНИЦТВО.

ABSTRACT

Dmitriev M.M., Gamelyak I.P., Voloshchuk D.V. Thermal method of asphalt pavement quality management. Management of projects, system analysis and logistic. Kyiv. National Transport University. 2013. Vol. 12.

The article presents the experience and results of stone mastic asphalt preparation and building using method of thermal quality control on-site km 30+490 - km 33+500 of Kyiv-Kovel-Yagodyn highway.

Object of the study – temperature conditions of stone mastic asphalt preparation pavement construction.

Purpose of the study – definition and foundation of innovative technology suitability, technology flaws elimination that accompany construction.

Method of the study – statistical and analytical analysis of thermal recording results.

Road construction is difficult engineering process. The difficulty is due to a number of factors that influence and accompany construction. Such as: construction technology, property of materials, weather conditions, working process organization, etc. Solving this positions or not influence on the final road quality level. The quality of pavement determined in accordance with normalized parameters, such as equality, compaction ratio, roughness of pavement, required modulus of elasticity, etc. These parameters are determined after pavement construction, and their maintenance requires consideration of the above factors and control during the construction. Technological development provides modern technologies for road engineers that open up new possibilities in the field of construction quality control. These technologies also include the thermal method. Thermal imager is a device of non-destructive and operational control, which enables to determine problem areas and make quick decisions to eliminate them, in addition, the device allows you to identify and resolve a number of issues related to technological flaws that are so far beyond the human eye.

The results of the article can be incorporated under the preparation of asphalt mixes and pavement construction.

Forecast assumptions about the object of study – improvement of asphalt concrete pavement construction process.

KEY WORDS: TEMPERATURE, THERMAL IMAGER, STONE MASTIC ASPHALT, QUALITY CONTROL, CONSTRUCTION.

РЕФЕРАТ

Дмитриев Н.Н., Гамеляк И.П., Волощук Д.В. Управление качеством асфальтобетонного покрытия тепловизионным методом / Н.Н. Дмитриев, И.П. Гамеляк, Д.В. Волощук // Управление проектами, системный анализ и логистика. — К.: НТУ — 2013. — Вып. 12.

В статье приводится опыт и результаты применения тепловизионного метода контроля качества приготовления и устройства слоя щебеночно-мастикового асфальтобетона на участке автомобильной дороги Киев-Ковель-Ягодин км 30+490 – км 33+500.

Объект исследования – температурные режимы приготовления смеси щебеночно-мастикового асфальтобетона и устройства слоя покрытия.

Цель работы – определение и обоснование целесообразности и пригодности инновационной технологии, а так же устранения технологических недостатков, что сопровождают строительство.

Метод исследования – статистический и аналитический анализ результатов тепловизионной съемки.

Дорожное строительство сложный инженерный процесс. Сложность обусловлена рядом факторов, которые влияют и сопутствуют строительству. К таким факторам относятся вопросы связанные с технологией строительства, свойствами материалов, погодными условиями, организацией рабочего времени, и т.д. Решение или не решение таких проблем влияет и формирует конечное качество продукта – автомобильной дороги. Качество покрытия определяется

соответствием нормативным показателям, таким как ровность, коэффициент уплотнения, шероховатость покрытия, необходимый модуль упругости, и т.д. Эти показатели определяются по факту готовности покрытия, а их обеспечение требует учета и контроля вышеуказанных факторов во время строительства. Технологическое развитие предоставляет дорожникам современные технологии, которые открывают новые возможности в сфере контроля качества при строительстве. К таким технологиям относится и тепловизионный метод. Тепловизор является средством неразрушительного и оперативного контроля, который дает возможность определить проблемные места и быстро принять решение по их ликвидации, кроме того, прибор дает возможность определить и решить ряд вопросов связанных с технологическими недостатками, которые до сегодняшнего дня находились вне человеческого обозрения.

Результаты статьи могут быть внедрены при изготовлении асфальтобетонных смесей и устройстве покрытий.

Прогнозируемые предположения относительно развития объекта исследования – улучшение технологического процесса строительства асфальтобетонных покрытий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТЕМПЕРАТУРА, ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИКОВЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА, СТРОИТЕЛЬСТВО.

АВТОРИ:

Дмитрієв Микола Миколайович – перший проректор – проректор з наукової роботи, доктор технічних наук, професор Національний транспортний університет, професор кафедри аеропорти, e-mail: ntu.dnn@mail.ru, тел. +380442808448, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Гамеляк Ігор Павлович - доктор технічних наук, професор Національний транспортний університет, професор кафедри аеропорти, e-mail: gip65@mail.ru, тел. +380503524124, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Волощук Денис Вікторович – аспірант кафедри аеропорти Національний транспортний університет, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

AUTHORS:

Dmitriev Mykola M. - PhD, Professor of National Transport University, Professor department of airports, e-mail: ntu.dnn@mail.ru, tel. +380442808448, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1.

Gameliak Igor P. - PhD, Professor of National Transport University, Professor department of airports, e-mail: gip65@mail.ru, tel. +380503524124, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1.

Voloshchuk Denys V. - Postgraduate Department of National Transport University, department of airports, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Ukraine, 01010, Kyiv, str. Suvorov 1.

АВТОРЫ:

Дмитриев Николай Николаевич – первый проректор – проректор по научовой работе, доктор технических наук, профессор Национальный транспортный университет, профессор кафедры аэропорты, e-mail: ntu.dnn@mail.ru, тел. +380442808448, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1.

Гамеляк Игорь Павлович - Доктор технических наук, профессор Национальный транспортный университет, профессор кафедры аэропорты, e-mail: gip65@mail.ru, тел. +380503524124, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Волощук Денис Викторович – Аспирант кафедры аэропорты Национальный транспортный университет, e-mail: den-voloshchuk@ya.ru, тел. +380934615917, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Вирожемський В.К. – кандидат технічних наук, перший заступник директора з наукової роботи ДП «ДерждорНДІ», Київ, Україна.

Павлюк Д.О. – доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри проектування доріг, геодезії та землеустрою, Київ, Україна.

REVIEWERS:

Vyrozhemsky V.K. – Ph.D., deputy director in “DerzhdorNDF”, Kyiv, Ukraine.

Pavliuk D.O. - Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University head of the Road Design, Geodesy and Land Management Chair, Kyiv, Ukraine.