

МЕТОД РОЗРАХУНКУ НЕОБХІДНОЇ ТОВЩИНИ ПОКРИВУ ІЗ ДРЕНУЮЧОГО АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Желтобрюх А.Д., Національний транспортний університет, Київ, Україна, antonoff18@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0764-8793

Савенко В.Я., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, svi1310@ukr.net, orcid.org/0000-0001-8174-7728

METHOD OF CALCULATING THE NECESSARY THICKNESS OF THE COVERING LAYER FROM DRAINING ASPHALT CONCRETE

Zheltobriukh A.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, antonoff18@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0764-8793

Savenko V.Y., Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, svi1310@ukr.net, orcid.org/0000-0001-8174-7728

Постановка проблеми.

Дренуючий асфальтобетон — це асфальтобетон каркасного типу з дуже великою кількістю пористості між зернами щебеню. На відміну від щебенево-мастикового асфальтобетону в дренуючому асфальтобетоні пори не заповнюються бітумно-піщаним розчином. Головною особливістю є його пористість та висока зсувостійкість, що досягається за рахунок міцності щебеневого каркаса і високої в'язкості бітумного в'язучого, що склеює зерна. Поверхні покриття, які включають дренуючі асфальтобетони набувають все більшого визнання серед дорожньої галузі світі.

Довготривалий вплив води на асфальтобетонний шар є визначальним чинником його довговічності. Питання своєчасного відведення поверхневої води з дорожнього покриття є обов'язковим і вирішується шляхом надання поверхні дороги поперечного похилу, однак зазвичай це недостатньо забезпечує захист дорожнього покриття від негативного впливу води. Висока експлуатаційна безпека, підвищення експлуатаційних характеристик дорожнього покриття досягається завдяки усуненню з його поверхні застою води, яке знижує зчеплення коліс із дорожнім покриттям. Ці якості можна покращити за рахунок впровадження дренуючого асфальтобетону. Дренуючі асфальтобетони можуть бути чутливими до пошкоджень від замерзання та відтавання в холодному кліматі та потребуватимуть практики обслуговування взимку. Тривалість служби таких покриттів сильно відрізняється залежно від кліматичних умов, інтенсивності руху та навантажень, методів проектування та будівництва.

Дренуюча здатність асфальтобетону залежить як від початкової пористості, так і від ступеня замулювання при русі транспортних засобів. Кольматація пор може бути зменшена шляхом влаштування укріплених узбіч і ліквідації з'їздів на ґрунтові дороги, а також вчасним і правильним утриманням в період експлуатації.

Однією з основних задач дренуючого асфальтобетону є відведення води з покриття. Тому, метод визначення проникної здатності став би одним із основних методів випробування. Саме на основі даних щодо опадів впродовж року, необхідно розраховувати необхідну товщину дренуючого асфальтобетону. Але, на сьогодні, в Україні недостатньо інформації, нормативних документів, довідників та іншої нормативної бази щодо даного типу асфальтобетонів. Оскільки товщину шару з дренуючого асфальтобетону треба призначати з урахуванням кількості опадів в районі будівництва, поперечного та повздовжнього похилу основи, а також дренуючих властивостей, тому доцільно розглянути метод розрахунку необхідної товщини покриття в залежності від максимальної кількості зливових опадів, що дозволить накопичити дані для удосконалення та впровадження технології влаштування таких асфальтобетонів.

Для подальшого вдосконалення поточних найсучасніших інструкцій щодо виробництва та застосування дренуючих асфальтобетонів для вирішення регіональних, дорожніх і кліматичних проблем, необхідний комплексний аналіз доступних на даний момент застосувань сумішей ДАБС для будівництва та обслуговування дорожніх покриттів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Переваги ДАБС, пов'язані з безпекою та навколишнім середовищем, були визнані в світі протягом багатьох років [1-5]. Методика проектування дренуючих асфальтобетонних сумішей, перші

принципи якої були розроблені FHWA в 1974 році, відрізнялася від методики підбору для звичайних сумішей, що пов'язано з особливістю структури цього матеріалу. Незалежно від застосовуваного методу підбору складу висока пористість призводить до зниженої кількості міжзернових контактів і, як наслідок, до зниження довговічності дренуючого асфальтобетону. Більшість методів проектування складу для поліпшення експлуатаційних характеристик рекомендує підвищити вміст в'язучого, використовувати більш в'язке в'язуче або ввести відповідні модифікуючі добавки [1]. Використання таких сумішей сприяє видаленню води з поверхні покриття і тим самим забезпечує кращий коефіцієнт зчеплення між шинами та дорожнім покриттям, таким чином мінімізуючи аварійність у дощову погоду, і, в той же час, знижуючи рівень шуму від руху. ДАБ дозволяє воді вільно проникати через його структуру завдяки високій пористості. Завдяки цьому пористі дренуючі асфальтобетони поступово отримали визнання в усьому світі [5-9].

Дренуючий асфальтобетон це пористий матеріал, який застосовують як шару зносу покриття автомобільних доріг поверх щільного асфальтобетону. У США цей матеріал отримав назву «Open graded friction course» («OGFC»), його застосовують вже понад 70 років. [2]

Крім США активне застосування дренуючого асфальтобетону мало місце і в інших країнах, серед яких можна відзначити Японію, Великобританію, Францію, Нідерланди, Німеччину. На відміну від дренуючих асфальтобетонів, що використовуються в США (OGFC), в Європі дренуючі асфальтобетони мають дещо більшу пористість від 18 % до 22 %, вимагають обов'язкового застосування бітуму, модифікованого полімером, і пред'являють більш високі вимоги до мінеральних матеріалів.

В Європейських країнах і Японії дренуючий асфальтобетон використовують під час будівництва автомобільних доріг з метою підвищення зчеплення колеса автомобіля з покриттям під час дощу, оскільки вода не затримується на поверхні цього покриття і швидко по порам прямує до узбіч [6].

У кожній конкретній європейській країні ці норми прив'язані до наявних умов і накопиченого досвіду, і на підставі їх видано власні нормативні документи. Так відповідно до [3], в Німеччині, таким документом є TL Asphalt-StB 07 Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen. Згідно з цим документом температура дренуючої асфальтобетонної суміші повинна бути в межах (140 – 170) °С. Застосування фрезерованого асфальтобетону не допускається. Зернові склади дренуючих асфальтобетонних сумішей в Німеччині в залежності від максимального розміру зерен щебеню представлено в [3]. При цьому регламентуються: пористість – в межах від 24 % до 28 %, мінімальний вміст в'язучого – від 5,5 % до 6,5 %, в залежності від максимального розміру щебеню, марка в'язучого – 40/100-65. Застосування стабілізуючих добавок обов'язкове. Дуже жорсткі вимоги пред'являються до мінеральних заповнювачів по стійкості до зносу та вмісту подрібнених зерен (100 %).

А.М. Богуславський подає такий склад дренуючого асфальтобетону:

- щебінь гранітний фракції 10-15 мм – 74 %;
- щебінь гранітний фракції 5-10 мм – 10 %;
- пісок – 12 %;
- мінеральний порошок – 4 %;
- бітум марки БНД 60/90 4% від маси мінерального матеріалу;
- поверхнево-активна речовина 0,3 % від маси бітуму.

Проектування дренуючого асфальтобетону включає вибір заповнювачів та в'язучого, підбір гранулометричного складу та оптимального вмісту в'язучого, а також випробування асфальтобетонної суміші на стікання та асфальтобетону на стирання та водостійкість [8].

Вироблену за звичайною технологією високопористу асфальтобетонну суміш влаштовують на щільний асфальтобетон і ущільнюють виключно гладковальцевими самохідними котками. Найкращу дренуючу здатність ущільнений шар має при товщині не менше ніж 4 см. Покриття з дренуючого асфальтобетону дає менше шуму при русі транспортних засобів, ніж покриття з щільного шорсткого асфальтобетону. Дане покриття є колієстійким.

Згідно з [7-9] дренуюча здатність асфальтобетону залежить як від початкової пористості, так і від ступеня замулювання при русі транспортних засобів. Кольматація пор може бути зменшена шляхом влаштування укріплених узбіч і ліквідації з'їздів на ґрунтові дороги, а також вчасним і правильним утриманням в період експлуатації. Відповідно до досвіду Англії, пористість поверхні поступово зменшується і через 4 роки дорівнює близько 50 % від початкової. За даними закордонних джерел, дренуючий асфальтобетон розрахований на 15 років експлуатації автомобільної дороги.

У роботах [8,9] проаналізовано інформацію, нормативно-технічну базу європейських країн, властивості та принципи, проведено деякі експериментальні дослідження та визначено, що товщину шару з дренуючого асфальтобетону треба призначати з урахуванням максимальної кількості зливових опадів в районі будівництва, поперечного та повздовжнього похилу основи, а також дренуючих властивостей дренуючого асфальтобетону. Оскільки шар дренуючого асфальтобетону влаштовують як шар зносу, то для нього не встановлюють розрахункові характеристики. Також було розроблено та впроваджено Р В.2.7-37641918-919:2021 «Рекомендації з виробництва та влаштування дренуючого асфальтобетону», які включають в себе технічні вимоги, рекомендації щодо проектування та застосування, правила приймання та методи контролю [9,12]. Однак незважаючи на широкомасштабні дослідження в даному напрямку до цього часу не розроблено державних стандартів на методи випробування основних властивостей ДАБ, які б включали як розрахунок товщини, так і визначення проникності, правил відбору та методів визначення основних показників дренуючих асфальтобетонів. Тому, доцільно розглянути питання поставлені в назві статті, що сприяло б в подальшому накопиченню даних для удосконалення існуючих та впровадження нових нормативних документів та встановлення залежності проникності від залишкової пористості.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Дренуючі асфальтобетони передбачають з метою забезпечення високої експлуатаційної безпеки завдяки усуванню з поверхні покриття скупчення водяних плям, які знижують зчеплення коліс з дорожнім покриттям.

Від звичайний щільних асфальтобетонних сумішей дренуючі асфальтобетонні суміші відрізняються за зерновим складом, вмістом в'язучого та його природою, а також модифікуючими добавками. Найбільш сприятливими умовами для експлуатації для дренуючих покриттів є такі, що відповідають водно-тепловому режимові теплого періоду року. Тому, для можливості ефективної експлуатації таких покриттів у природних умовах України, що характеризуються досить тривалим холодним періодом з пониженими температурами потрібні водостійкі асфальтобетони.

При проектуванні конструкції дорожнього одягу нежорсткого типу з дренуючим асфальтобетоном виконують основні принципи проектування відповідно до ГБН В.2.3-37641918-559. При цьому необхідно враховувати максимальну інтенсивність зливових опадів.

Для забезпечення водонепроникності основи та належного зчеплення з нею дренуючого асфальтобетонного покриття обов'язковою умовою є нанесення підгрунтовки бітумною емульсією. Це дозволяє згерметизувати пори в шарі основи та в подальшому не допускає потрапляння через дренуючий асфальтобетон води в нижче розміщені шари.

Однією з основних задач дренуючого асфальтобетону є відведення води з покриття. Саме на основі даних щодо опадів впродовж року, розраховують необхідну товщину дренуючого асфальтобетону. Так, рух води крізь дренуючий шар асфальтобетону є ламінарним та стаціонарним, що підпорядковується закону Дарсі, згідно з яким:

$$Q = K \cdot J \cdot A \quad (1)$$

де Q – кількість води, що може профільтруватись крізь фільтр, або його пропускна спроможність, м³/добу;

K – коефіцієнт фільтрації пористого асфальтобетону, м/доба;

J – гідралічний градієнт (загальний ухил водонепроникної основи покриття);

A – питома площа перерізу пористого шару асфальтобетонного покриття, $A = 1 \text{ м} \cdot h$, м².

Результуючий ухил поверхні водонепроникної основи дорожнього покриття визначають за формулою:

$$I = \sqrt{I_{\text{поп}}^2 + I_{\text{позд}}^2} \quad (2)$$

де $I_{\text{поп}}$ – поперечний ухил водонепроникної поверхні покриття;

$I_{\text{позд}}$ – подовжній ухил водонепроникної поверхні покриття

$$Q = K \cdot I \cdot h \cdot 1 \text{ м}.$$

$$h = \frac{Q}{K \cdot J \cdot 1 \text{ м}}, \quad (3)$$

Як відомо розрахункову інтенсивність i (мм/хв) такого дощу можна визначити за формулою:

$$i = \frac{20^n \cdot \psi_{20} (1 + c \cdot \lg T)}{166,7 \cdot t^n}, \quad (4)$$

де n – показник ступеню, який характеризує зміну розрахункової інтенсивності дощу у часі;

Ψ_{20} – інтенсивність дощу тривалістю 20 хв при $T = 1$ рік;

C – коефіцієнт, який враховує кліматичні особливості районів України;

T – період повторності розрахункової інтенсивності дощу, який визначають за нормами в залежності від Ψ_{20} та площі водозабору A_w .

Отже кількість води Q , яку повинен поглинути і відвести пористий шар асфальтобетону шириною 1 м і довжиною L визначають за формулою:

$$Q = i \cdot Lg \cdot 1\text{м}, \quad (5)$$

де Lg – дійсна довжина ділянки стоку, м, яку можна знайти за умови:

$$Lg = \frac{Ls \cdot g}{I_{\text{поп}}}, \quad (6)$$

де Ls – ширина покриття розрахункового елемента дороги, м.

Потрібну товщину шару дренажного асфальтобетону на водонепроникній поверхні існуючого покриття можна визначити:

$$h = \frac{20^n \cdot \psi_{20} (1 + c \cdot LgT) Ly}{166,7 \cdot t^n \cdot I_{\text{поп}}}, \quad (7)$$

Тривалість дощу t можна визначити за методом граничних інтенсивностей, приймаючи її рівною часу добігання дренажної водяної суміші від найбільш віддаленої точки покриття розрахункового створу τ , тобто $t = \tau$, хв. За законом Дарсі швидкість фільтрації водяної суміші у пористому середовищі становить:

$$V = \frac{K \cdot J}{n}, \quad (8)$$

де n – активна пористість дренажного асфальтобетону (в долях одиниці).

Тоді час добігання води τ по схилу довжиною L_g , що визначається за формулою (6) з урахуванням (8) буде дорівнювати:

$$\tau = \frac{Lg}{V} = \frac{Ls \cdot n}{I_{\text{поп}} \cdot K}, \quad (9)$$

З урахуванням розмірностей:

$$\tau = t = \frac{1440 \cdot n \cdot Ls}{I_{\text{поп}} \cdot K}, \quad (10)$$

Згідно методу граничних інтенсивностей $t = \tau$, де τ час добігання води від найбільш віддаленої точки водозабору, складатиметься з часу τ_1 фільтрації води крізь водопроникне асфальтобетонне покриття товщиною h_1 , та дренажний шар покриття, відсипаний сумішшю відкритого типу, товщиною h_2 , яку слід визначати за формулою:

$$V_{\text{дш}} = \frac{K_{\text{дш}} \cdot I}{P_{\text{дш}}}, \quad (11)$$

де $K_{\text{дш}}$ – коефіцієнт фільтрації матеріалу дренажного шару, м/добу;

I – гідралічний градієнт ($i = 1$);

$P_{\text{дш}}$ – пористість матеріалу дренажного шару (в долях одиниці).

Потрібна потужність дренажної конструкції шириною 1 м в умовах стаціонарної фільтрації може бути визначена за формулою (12):

$$h_{\text{дш}} = \frac{P_{\text{дш}} \cdot Q_w}{K_{\text{дш}} \cdot I}, \quad (12)$$

Під час вибору дренажного асфальтобетону необхідно враховувати критичний період роботи дренажного асфальтобетону, а саме максимальну інтенсивність зливових опадів.

За аналізом Довідника № 4 розроблено карту України за інтенсивністю зливових опадів (рисунок 1). Використання даної карти дозволить виконувати вибір виду дренажного асфальтобетону то його необхідну товщину.

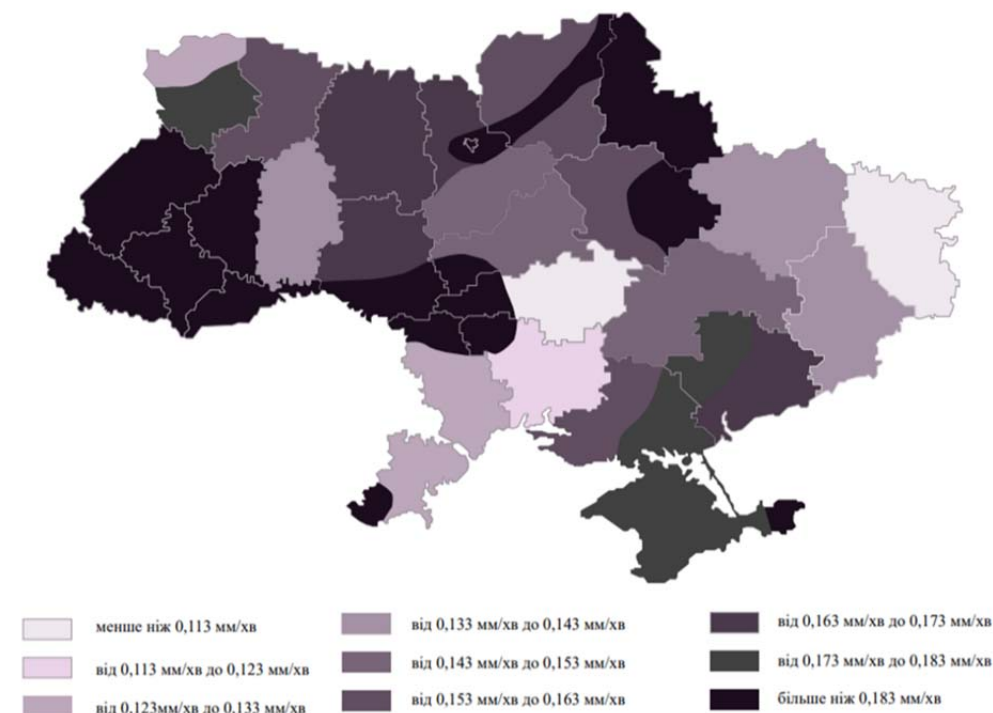


Рисунок 1 – Карта України за інтенсивністю зливових опадів
Figure 1 – Map of Ukraine by the intensity of torrential rainfall

Як бачимо, можемо виконати поділ території за інтенсивністю зливових опадів на дев'ять зон з інтенсивністю зливових опадів від менше ніж 0,113 мм/хв до більше ніж 0,183 мм/хв. Більш інтенсивні опади мають місце на західній та південній частині України. При цьому, на західній Україні більш низькими є температури нагрівання покриття.

Другою важливою характеристикою є кліматичні умови роботи дренажного асфальтобетону. Умовно територію України за кліматичними умовами роботи дренажного асфальтобетону можна розділити на три райони (рисунок 2). Для кожного району має бути визначено рекомендовані марки бітуму. При цьому, для дренажного асфальтобетону обов'язково треба використовувати бітум, модифікований полімером.

Враховуючи те, що дренажний асфальтобетон містить незначну кількість дрібних зерен та на 90 % складається переважно з однофракційного щебеню, для його виробництва необхідно використовувати більш в'язкі бітуми, ніж це наразі передбачено для щільних асфальтобетонних сумішей, оскільки в дренажному асфальтобетоні практично не відбувається структуривання бітуму.

Враховуючи максимальну інтенсивність зливових опадів та районування за кліматичними умовами роботи дренажного асфальтобетону, було встановлено вимоги до бітуму та розроблено конструкції дорожнього одягу для різних категорій автомобільних доріг.

Найперше та найважливіше завдання, це якісно підібрати склад ДАБС, оскільки це в подальшому може сприяти уникненню ряду проблем. Мабуть найбільш використовуваними та перевіреними у всьому світі є об'ємні властивості ДАБ. Відповідно до об'ємних підходів основною вимогою є забезпечення потрібного вмісту пор в ущільнених зразках. Механічні вимоги визначають рідко, тоді як властивості, пов'язані з експлуатаційною надійністю, переважно застосовують до ДАБ для автомобільних доріг із значним транспортним навантаженням.

На відміну від щільної структури традиційного дорожнього покриття, дренажний асфальтобетонне покриття здебільшого включає в себе асфальтобетонну суміш з великою кількістю пор – як дренажний поверхневий шар. Основа дренажного поверхневого шару є щільною асфальтобетонною сумішшю, яка допомагає утворювати дренажний канал всередині. Таким чином вода, що просочується в дренажний шар у дощові дні, може виводитися з конструкції дорожнього одягу вздовж схилу тротуару. На дренажні характеристики дренажних асфальтобетонних покриттів вказує їх водопроникність: чим вища водопроникність, тим більша дренажна здатність. Таким чином,

повне розуміння та ефективне визначення водопроникності є ключем до успішного застосування дренуючих асфальтобетонів.

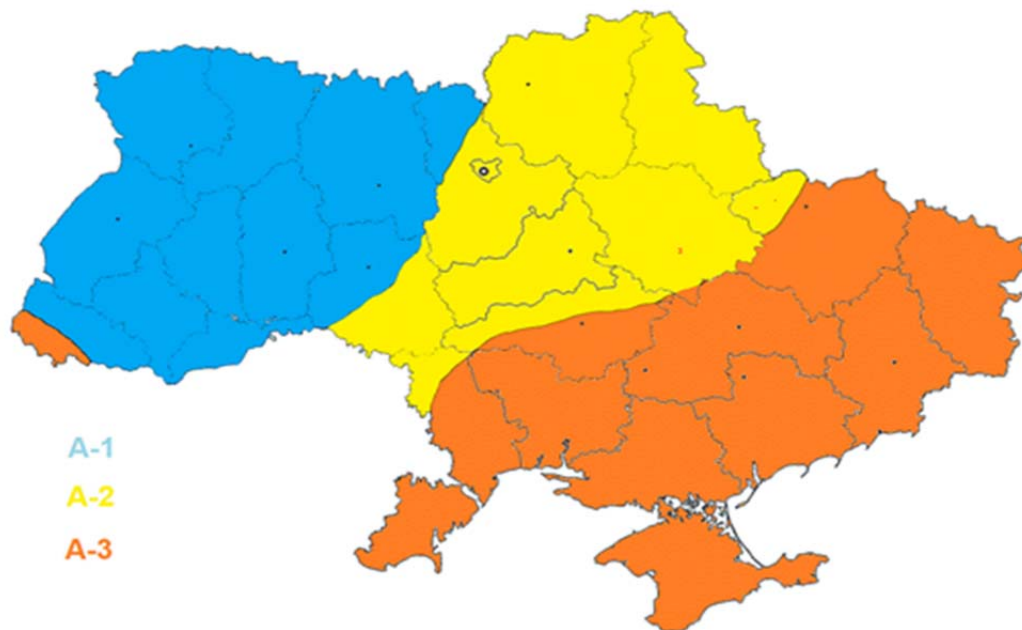


Рисунок 2 – Карта України за кліматичними умовами роботи дренуючого асфальтобетону
Figure 2 – Map of Ukraine according to the climatic conditions of operation of draining asphalt concrete

Висновки.

Товщину шару з дренуючого асфальтобетону треба призначати з урахуванням кількості опадів в районі будівництва, поперечного та повздовжнього похилу основи, а також дренуючих властивостей дренуючого асфальтобетону.

Однією з основних задач дренуючого асфальтобетону є відведення води з покриття. Саме на основі даних щодо максимальної кількості зливових опадів впродовж року, і розраховують необхідну товщину дренуючого асфальтобетону. Тому, доцільно було розглянути метод розрахунку необхідної товщини таких асфальтобетонів та розробити допоміжні матеріали для цього.

Як наслідок, було розроблено карту України за інтенсивністю зливових опадів. Використання даної карти дозволить виконувати вибір виду дренуючого асфальтобетону то розрахувати його необхідну товщину.

Умовно територію України за кліматичними умовами роботи дренуючого асфальтобетону було розділено на три райони та розроблено відповідну карту. Це допомогло визначити відповідно для кожного району рекомендовані марки бітуму. При цьому, обов'язково треба використовувати бітум, модифікований полімером. Температури уточнюють експериментально для кожного запроєктованого складу ДАБС у конкретних умовах виробництва.

Враховуючи максимальну інтенсивність зливових опадів та районування за кліматичними умовами роботи дренуючого асфальтобетону, було встановлено вимоги до бітуму та розроблено конструкції дорожнього одягу для різних категорій автомобільних доріг. Оскільки шар дренуючого асфальтобетону влаштовують як шар зносу, то для нього не встановлюють розрахункові характеристики.

Визначення необхідної товщини шару дренуючого асфальтобетону та в подальшому проведення аналітичного аналізу та лабораторних досліджень з встановлення методів визначення такого показника, як проникність (горизонтальна та вертикальна) дозволить накопичити дані для удосконалення існуючих та впровадження нових нормативних документів, які сприятимуть якісному впровадженню даної технології в Україні.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Gregory J., Taylor P.E. (Copyright 2014). Open-Graded Friction Courses (OGFC). 22 p. URL: <https://www.cedengineering.com/userfiles/Open-Graded%20Friction%20Courses.pdf> (дата звернення: 07.02.2022).
2. MS-2 Asphalt mix design methods. 7th edition. USA, 2014. 199 p. URL: https://yapim.otoyolas.com.tr/wpcontent/uploads/kaliteyayinlari/16_EK_2_MS_2_asphalt_mix_design_methods.pdf (дата звернення: 20.04.2020).

3. TL Asphalt – StB 07 Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen.
4. Prithvi S., Kandhal, P.E., Associate Director National Center for Asphalt Technology (2002). Design, Construction, and Maintenance of Open-Graded Asphalt Friction Courses. URL: http://driveasphalt.org/assets/content/resources/IS-115_Open_Graded_Aspphalt_Friction_Courses.pdf (дата звернення: 20.04.2020).
5. H. Zhang, K. Anupam, A. Scarpas, C. Kasbergen & Sandra Erkens (2019): Effect of stone-on-stone contact on porous asphalt mixes: micromechanical analysis, International Journal of Pavement Engineering. DOI: <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1654105> (дата звернення: 20.04.2020).
6. Pavement Interactive, Open Graded Friction Courses – Keeping an Open Mind. 2011. URL: <https://pavementinteractive.org/open-graded-friction-courses-keeping-an-open-mind/> (дата звернення: 20.04.2020).
7. Jian-Shiuh Chen, Chin Hung Yang (2020): Porous asphalt concrete: A review of design, construction, performance and maintenance, International Journal of Pavement Research and Technology. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0039-7> (дата звернення: 3.04.2023).
8. Желтобрюх А. Д., Копинець І. В., Соколов О. В. Особливості проектування та використання дренажного асфальтобетону. Дороги і мости. Київ, 2020. Вип. 21. С. 168-176. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2020.21.168>.
9. Желтобрюх А. Д., Копинець І. В., Результати експериментів із підбору складу дренажного асфальтобетону. Дороги і мости. Київ, 2022. Вип. 25. С. 40-47. DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.040>.
10. ДСТУ EN 12697-35:2019 (EN 12697-35:2016, IDT) Бітумінеральні суміші. Методи випробування. Частина 35. Лабораторне змішування. Київ, 2020. 24 с. (Інформація та документація).
11. EN 13108-7:2016 Bituminous mixtures – Material specifications – Part 7: Porous Asphalt.
12. Р В.2.7-37641918-919:2021 Рекомендації щодо виробництва та влаштування дренажного асфальтобетону. Київ. 2021. 16 с. (Інформація та документація).

REFERENCES

1. Gregory J., Taylor P.E. (Copyright 2014). Open-Graded Friction Courses (OGFC). 22 p. URL: <https://www.cedengineering.com/userfiles/Open-Graded%20Friction%20Courses.pdf> (Last accessed: 07.02.2022) [in English].
2. MS-2 Asphalt mix design methods. 7th edition. USA, 2014. 199 p. URL: https://yapim.otoyolas.com.tr/wp-content/uploads/kaliteyayinlari/16_EK_2_MS_2_asphalt_mix_design_methods.pdf (Last accessed: 07.02.2022) [in English].
3. TL Asphalt – StB 07 Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen [in English].
4. Prithvi S. Kandhal, P.E., Associate Director National Center for Asphalt Technology (2002). Design, Construction, and Maintenance of Open-Graded Asphalt Friction Courses. URL: http://driveasphalt.org/assets/content/resources/IS-115_Open_Graded_Aspphalt_Friction_Courses.pdf (Last accessed: 07.02.2022) [in English].
5. H. Zhang, K. Anupam, A. Scarpas, C. Kasbergen & Sandra Erkens (2019): Effect of stone-on-stone contact on porous asphalt mixes: micromechanical analysis, International Journal of Pavement Engineering. DOI: <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1654105> (Last accessed: 07.02.2022) [in English].
6. Pavement Interactive, Open Graded Friction Courses – Keeping an Open Mind. 2011. URL: <https://pavementinteractive.org/open-graded-friction-courses-keeping-an-open-mind/> (Last accessed: 07.02.2022) [in English].
7. Jian-Shiuh Chen, Chin Hung Yang (2020): Porous asphalt concrete: A review of design, construction, performance and maintenance, International Journal of Pavement Research and Technology. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42947-020-0039-7> (Last accessed: 3.04.2023) [in English].
8. Anton Zheltobriukh, Ivan Kopynets, Oleksii Sokolov Features design and use of draining asphalt concrete. Dorogi i mosti [Roads and bridges]. Kyiv, 2020. Iss. 21. P. 168–176 DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2020.21.168> [in Ukrainian].
9. Ivan Kopynets, Anton Zheltobriukh. The results of experiments of the composition of draining asphalt concrete. Dorogi i mosti [Roads and bridges]. Kyiv, 2022. Iss. 25. P. 40–47 DOI: <https://doi.org/10.36100/dorogimosti2022.25.040> [in Ukrainian].
10. DSTU EN 12697-35:2019 (EN 12697-35:2016, IDT) Bitumineral'ni sumishi. Metody vyprobuvannya. Chastyna 35. Laboratorne zmishuvannya [State Standard of Ukraine (DSTU EN

12697-35:2019 (EN 12697-35:2016, IDT)) Bituminous mixtures. Test methods. Part 35: Laboratory mixing]. Kyiv, 2020. 24 p. (Information and documentation) [in Ukrainian].

11. EN 13108-7:2016 Bituminous mixtures – Material specifications – Part 7: Porous Asphalt

12. R V.2.7-37641918-919:2021 Rekomendatsiyi shchodo vyrobnytstva ta vlashtuvannya drenuyuchoho asfal'tobetonu. Kyiv. 2021. 16 s. (Information and documentation) [in Ukrainian].

РЕФЕРАТ

Желтобрюх А.Д. Метод розрахунку необхідної товщини покриття із drenуючого асфальтобетону / А.Д. Желтобрюх, В.Я. Савенко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2023. – Вип. 1 (55).

В статті запропоновано метод розрахунку шару дорожнього покриття із drenуючого асфальтобетону. Однією з основних задач drenуючого асфальтобетону є відведення води з покриття. Саме на основі даних щодо максимальної кількості зливових опадів впродовж року, і було подано метод розрахунку необхідної товщини drenуючого асфальтобетону. Для цього також за аналізом Довідника № 4 розроблено карту України за інтенсивністю зливових опадів і також поділено території України на зони за кліматичними умовами роботи drenуючого асфальтобетону.

Об'єкт дослідження – drenуюче асфальтобетонне покриття дорожнього одягу автомобільних доріг.

Мета роботи – встановити метод розрахунку необхідної товщини шару drenуючого асфальтобетону та розробити необхідне для розрахунку районування України для подальшого якісного впровадження даної технології.

Метод дослідження – експериментально-аналітичний.

Результати – проведено аналіз існуючого досвіду використання drenуючого асфальтобетону, умов його застосування. Теоретичні дослідження процесу розрахунку товщини drenуючого асфальтобетону зі структурою із взаємопов'язаних відкритих пор. Подано метод розрахунку необхідної товщини шару із drenуючого асфальтобетону в залежності від максимальної кількості зливових опадів на території України. Розроблено районування за максимальною інтенсивністю зливових опадів, кліматичними умовами роботи drenуючого асфальтобетону.

Висновки. – саме на основі даних щодо опадів впродовж року, необхідно розраховувати необхідну товщину drenуючого асфальтобетону. Але, на сьогодні, в Україні недостатньо інформації, нормативних документів, довідників та іншої нормативної бази щодо даного типу асфальтобетонів. Оскільки товщину шару з drenуючого асфальтобетону треба призначати з урахуванням кількості опадів в районі будівництва, поперечного та повздовжнього похилу основи, а також drenуючих властивостей, тому доцільно було розглянути метод розрахунку необхідної товщини покриття в залежності від максимальної кількості зливових опадів, що дозволить накопичити дані, можливо в подальшому включити в нормативні документи по методам досліджень та проектування даних асфальтобетонів, для удосконалення та впровадження даної технології, як такової. Оскільки однією з основних задач drenуючого асфальтобетону є відведення води з покриття, тому, в подальших дослідженнях, доцільно розглянути метод визначення проникної здатності (горизонтальна та вертикальна), який став би одним із основних методів випробування як влаштованого шару drenуючого покриття при контролі якості та засмічення з часом, так і виготовленого в лабораторних умовах, для встановлення залежності проникності від залишкової пористості.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ДРЕНУЮЧИЙ АСФАЛЬТОБЕТОН, ДРЕНУЮЧІ АСФАЛЬТОБЕТОННІ СУМІШІ, ПРОНИКНІСТЬ, ТОВЩИНА, ШАР ПОКРИТТЯ ПОРИСТІСТЬ.

ABSTRACT

Zheltobriukh A.D., Savenko V.Y. Method of calculating the necessary thickness of the covering layer from draining asphalt concrete. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2023. – Issue 1 (55).

The article proposes a method of calculating the layer of the road surface from draining asphalt concrete. One of the main tasks of draining asphalt concrete is to remove water from the surface. It was based on the data on the maximum amount of rainfall during the year, and the method of calculating the required thickness of the draining asphalt concrete was presented. For this purpose, based on the analysis of Handbook No. 4, a map of Ukraine was developed according to the intensity of torrential rainfall, and the territory of Ukraine was also divided into zones according to the climatic conditions of the drainage asphalt concrete.

Object of study – draining asphalt-concrete pavement of highways.

Purpose – establish a method for calculating the required thickness of a layer of draining asphalt concrete and develop what is necessary for calculating the zoning of Ukraine for further high-quality implementation of this technology.

Methods – experimental-analytical.

Results – an analysis of the existing experience of using draining asphalt concrete, conditions of its use, was carried out. Theoretical studies of the process of calculating the thickness of draining asphalt concrete with a structure of interconnected open pores. The method of calculating the required thickness of the layer of draining asphalt concrete depending on the maximum amount of torrential precipitation in the territory of Ukraine is presented. Zoning has been developed according to the maximum intensity of torrential rains, climatic conditions of operation of draining asphalt concrete.

Conclusions – precisely on the basis of data on precipitation throughout the year, it is necessary to calculate the required thickness of draining asphalt concrete. But, today, in Ukraine, there is not enough information, regulatory documents, directories and other regulatory framework regarding this type of asphalt concrete. Since the thickness of the layer of draining asphalt concrete must be determined taking into account the amount of precipitation in the area of construction, the transverse and longitudinal slope of the base, as well as the drainage properties, therefore it was advisable to consider the method of calculating the required thickness of the coating depending on the maximum amount of rainfall, which will allow accumulating data, possibly in the future, to include in the regulatory documents on the methods of research and design of these asphalt concretes, for the improvement and implementation of this technology as such. Since one of the main tasks of draining asphalt concrete is to remove water from the pavement, therefore, in further research, it is advisable to consider the method of determining permeability (horizontal and vertical), which would become one of the main methods of testing as an arranged layer of drainage pavement in quality control and clogging with sometimes, and made in laboratory conditions, to establish the dependence of permeability on residual porosity.

KEYWORDS: DRAINING ASPHALT CONCRETE, DRAINING ASPHALT CONCRETE MIXTURES, PERMEABILITY, THICKNESS, COATING LAYER, POROSITY.

АВТОРИ:

Желтобрюх Антон Дмитриевич, аспірант кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, e-mail: antonoff18@gmail.com, тел. +380985510450, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, <https://orcid.org/0000-0003-0764-8793>

Савенко В'ячеслав Якович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортного будівництва та управління майном, Національний транспортний університет, e-mail: svi1310@ukr.net, тел. +380506572008, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, <https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>

AUTHOR:

Zheltobriukh Anton D., is a graduate student of the Department of Transport Construction and Property Management of the National Transport University, e-mail: antonoff18@gmail.com, phone +380960736425, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str, 1, <https://orcid.org/0000-0003-0764-8793>

Savenko Vyacheslav Y., Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Transport Construction and Property Management of the National Transport University, e-mail: svi1310@ukr.net, phone +380506572008, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovycha-Pavlenka Str, 1, <https://orcid.org/0000-0001-8174-7728>.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Рутковська І.А., кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, професор кафедри аеропортів, Київ, Україна.

Копинець І.В., кандидат технічних наук, ДП "ДерждорНДІ", завідувач відділу бітумних в'язучих та асфальтобетонів Центру дорожніх матеріалів та технологій, Київ, Україна.

REVIEWER:

I.A. Rutkovska, PhD, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, National Transport University, Professor of Airfields Department, Kyiv, Ukraine.

Kopynets I.V., PhD, Candidate of Technical Sciences, DerzhdorNDI SE, Head of the Bituminous Binder and Asphalt Department, Kyiv, Ukraine.