

Є.В. Хоменко

П.М. Бесараб

А.О. Тулинський

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ ШЛЯХОМ ЗБАГАЧЕННЯ ДРІБНОГО ЗАПОВНЮВАЧА

Центр досліджень

Анотація

Розглянуто можливість збільшення вмісту мінерального порошку в асфальтобетонній суміші за допомогою очищення піску з відсіву дроблення від пилу шляхом вимивання. Застосування технології вимивання дрібнодисперсної фракції (до 0,071 мм) із дрібного заповнювача має забезпечити економію бітуму в асфальтобетонній суміші, підвищення адгезії між заповнювачем та органічним в'язучим в асфальтобетонній суміші, підвищення стійкості та довговічності асфальтобетонного покриття.

Ключові слова: асфальтобетонне покриття, асфальтобетонна суміш, дрібний заповнювач, крупний заповнювач, пил, мінеральний порошок

Abstract

The possibility of increasing the content of mineral powder in the asphalt concrete mixture by cleaning the sand from the crushing screenings from dust by water washing method. The use of the technology of water washing method the fine fraction (up to 0.071 mm) from the fine aggregate should ensure savings in bitumen in the asphalt concrete mixture, increase adhesion between the aggregate and the organic binder in the asphalt concrete mixture, and increase the stability and durability of the asphalt concrete pavement.

Keywords: asphalt concrete pavement, asphalt concrete mixture, fine aggregate, coarse aggregate, dust, mineral powder

Одним із елементів розвиненої транспортної інфраструктури сучасної держави є автомобільні дороги державного та місцевого значення. Протяжність автомобільних доріг в Україні становить 169,5 тис. км. Мережа основних маршрутів поширена по всій країні і з'єднує всі великі міста, а також надає транскордонні маршрути із сусідніми країнами, з них з твердим покриттям — 165,8 тис. км.[1] На більшості автомобільних доріг України покриття влаштовано із шарів асфальтобетону:

- 81 % державних доріг;
- 51,1 % територіальних доріг;
- 19,8 % сільських доріг.

У зв'язку із значним збільшенням транспортного навантаження та суттєвими змінами кліматичних умов, з'явилась необхідність пошуку можливостей для підвищення якості асфальтобетонних сумішей, як основного будівельного матеріалу для покриття автомобільних доріг.

Асфальтобетонна суміш - будівельний матеріал, який широко використовується для аеродромів, дорожнього покриття, майданчиків та тротуарів. Його основа, суміш мінеральних матеріалів (щебінь, пісок, мінеральний порошок) і в'язучої речовини - бітуму.

Основними властивостями покриття із асфальтобетонної суміші є:

- міцність;
- стійкість до зношування;
- водонепроникність;
- температурна стабільність.

Проаналізовано, що на якість асфальтобетонної суміші впливають наступні чинники:

- низька якість матеріалів;
- порушення технології виробництва;
- порушення технології укладання та ущільнення.

Фізико-механічні характеристики асфальтобетонної суміші залежать від якості компонентів які входять до складу суміші та дотримання рецептури згідно з якою відбувається технологічний процес виготовлення та влаштування готової продукції. Розглянувши можливість підвищення якості матеріалів які входять до складу суміші, було обрано для проведення аналізу дрібний заповнювач (пісок), так як він є основною складовою усіх типів асфальтобетонних сумішей та його гранулометричний склад формує мінеральний кістяк. Згідно ДСТУ Б В.2.7-119:2011 [3] для виготовлення асфальтобетонних сумішей в якості дрібного заповнювача переважно використовують пісок з відсіву дроблення вивержених гірських порід, який повинен відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-32 та (або) ДСТУ Б В.2.7-76, ДСТУ Б В.2.7-210 [2].

Основним параметром якості дрібного заповнювача (піску) є концентрація пилюватих та глинистих часток. Пилюваті частки - це дуже дрібні частки (розміром менше 0,075 мм), які можуть бути утворені в процесах дроблення чи природного вивітрювання. Пилюваті частки можуть негативно впливати на технологічні властивості сумішей, оскільки вони збільшують в'язкість, погіршують ущільнювання під час влаштування та можуть призвести до зниження міцності асфальтобетону. Глинисті частки - це частки, які складаються переважно з глини. Вони мають здатність вбирати воду і набухати, що може негативно вплинути на якість асфальтобетону, особливо в умовах підвищеної вологості або низьких температур. Глина може також погіршити зчеплення між компонентами асфальтобетонної суміші, що призведе до зниження міцності та довговічності покриття. Діючи нормативні документи допускають вміст певного відсотку пилюватих та глинистих часток у своєму складі, але дрібний заповнювач який виготовляють на території України, як правило перевищує цей відсоток у декілька разів. Вміст пилу в піску з відсіву дроблення залишається через відсутній розподіл дрібного заповнювача за призначенням. У зв'язку з цим в асортименті виробників для виготовлення асфальтобетонних сумішей є лише «Пісок з відсіву дроблення фракції 0-5 мм» (узагальнений, тобто не розподілений за призначенням). «Пісок з відсіву дроблення фракції 0-5 мм» для виробництва асфальтобетонних сумішей та «Пісок з відсіву дроблення фракції 0-5 мм» для загально будівельних робіт мають різні вимоги до гранулометричного складу та вмісту пилюватих та глинистих часток у своєму складі. В результаті використання такого матеріалу під час виготовлення асфальтобетонної суміші виникають наступні негативні наслідки:

1. Швидко заповнюється ємності для пилу. На деяких асфальтобетонних заводах це призводить до зупинки виробництва для відкачування відходів пилу. Є виробники які замінюють частину мінерального порошку гранітним пилом для запобігання заповнення ємності, що призводить до зниження якості готової продукції. Золотарьов у своїй статті [4] дуже чітко висловив свою думку згідно проблематики дрібного заповнювача в Україні. У статті йдеться про те, що в асфальтобетонній суміші обов'язково повинен бути мінеральний порошок і замінити його відходами пилу неможливо. Так звану заміну виробники роблять з наступних причин:

- 1) небажання зупиняти виробничий процес для відкачування пилу (зупинка виробництва є досить вартісною);
- 2) відсутність можливостей з утилізації відходів пилу;
- 3) за рахунок додавання пилу в асфальтобетонну суміш відбувається економія мінерального порошку.

2. Пісок з відсіву дроблення фракції 0-5 мм вироблений на території України, під час виготовлення асфальтобетонних сумішей І марки негативно впливає на якість крупного заповнювача. Це відбувається через змішування дрібного та крупного заповнювачів між собою. В ДСТУ Б В.2.7-119:2011 [3], було встановлено вимоги до крупного заповнювача (щебеню), а саме пункт 5.1.2.5 «Для виробництва асфальтобетонної суміші марки І застосовують митий щебінь із вмістом пилюватих і глинистих часток (визначених методом відмучування) не більше ніж 1 % за масою щебеню». Внаслідок перемішування заповнювачів, вміст пилюватих та глинистих часток в крупному заповнювачі зростає оскільки пил добре тримається на поверхнях більш крупного заповнювача і як наслідок митий щебінь втрачає свою перевагу обезпилення через прямий контакт з пилом який міститься в піску. В роботі Johnson D.R. та Freeman R.B. [5], підтвердили, що надмірний наліт пилу на заповнювачі має негативні наслідки, так як в'язуче покриває не саму поверхню заповнювача, а пил яким покритий заповнювач, що в результаті призводить до зниження адгезії між заповнювачем та органічним в'язучим. Також в роботі «The effects of different dusty aggregate on bituminous hot mixtures» [6], дослідження показали, що пил впливає на такі фактори як пористість, зношування та властивості поверхні. Наявність пилу на поверхні заповнювача призводить до ослаблення адгезії, внаслідок чого характеристики гарячої асфальтобетонної суміші поступово погіршуються. Оскільки кількість пилу на поверхні заповнювача може змінюватися залежно від його типу, прогресування та псування асфальтобетонних гарячих сумішей також може відрізнятись.

3. Використання дрібного заповнювача з високим вмістом пилу призводить до зниження вмісту мінерального порошку в асфальтобетонній суміші, що негативно впливає на фізико-механічні характеристики готової продукції. Оптимальна кількість мінерального порошку в складі асфальтобетонної суміші визначається методом лабораторного підбору. Кількість мінерального порошку зворотно пропорційна вмісту пилу в складі асфальтобетонної суміші. Мінеральний порошок – дрібнодисперсний продукт, який виробляється шляхом подрібнення з натуральної або технічної сировини: вапняку, доломіту і твердих відходів промисловості. Питома поверхня мінерального порошку становить близько 90 % питомої поверхні мінеральних матеріалів у складі асфальтобетонної суміші. Мінеральний порошок як компонент асфальтобетонної суміші виконує дві функції - заповнює пори між дрібним та крупним заповнювачем і структурує бітум. Завдяки адсорбуючій поверхні, мінеральний порошок вбирає в себе значну частину нафтового бітуму, тим самим збільшуючи строк служби асфальтобетону та надаючи необхідні характеристики: механічну міцність, стійкість до деформацій.

Виходячи з негативних наслідків які пов'язані з використанням дрібного заповнювача для виробництва асфальтобетонних сумішей можна стверджувати, що є потреба в очищенні піску з відсіву дроблення від пилу. Золотарьов у своїй статті [4] говорить, що пісок з відсіву дроблення має бути очищений методом вимивання та розподілений за фракціями чітко заданих розмірів, так само як це роблять західноєвропейські країни. Вітчизняні виробники гранітної продукції мають обладнання для очищення щебню від пилу та глини методом вимивання. Тому доцільно очищувати дрібний заповнювач від пилюватих та глинистих часток саме методом вимивання, так як даний метод вже використовується для збагачення крупного заповнювача. Аналіз викладеного вище підтверджує, що підвищити вміст мінерального порошку в асфальтобетонній суміші можливо, якщо знизити вміст пилу в дрібному заповнювачі. Тобто пропонується очищення дрібного заповнювача шляхом вимивання дрібнодисперсної фракції (до 0,071 мм), так як згідно ДСТУ Б 8.2.7-121-2014 [7] зерновий склад мінерального порошку має бути дрібнішим за фракцію 0,071 мм (від 80%), що забезпечить необхідне заповнення пор між дрібним та крупним заповнювачем. Збагачення піску з відсіву дроблення слід проводити в кар'єрах за допомогою спеціального обладнання для промивання кам'яних матеріалів. Завдяки цьому якість та довговічність дорожнього покриття істотно збільшиться.

Висновки

Даний аналіз підтверджує необхідність додаткового очищення піску з відсіву дроблення фракції 0-5 мм. Та дає підґрунтя для вирішенні науково-практичної задачі – по підвищенню якості асфальтобетонних сумішей шляхом збагачення дрібного заповнювача. Впровадження технології очистки піску з відсіву дроблення шляхом вимивання дрібнодисперсної фракції (до 0,071 мм), сприятиме збільшенню вмісту мінерального порошку в складі асфальтобетонної суміші, зменшенню вмісту бітуму в складі асфальтобетонної суміші, підвищенню адгезії між заповнювачем та органічним в'язучим, підвищенню стійкості та довговічності асфальтобетонного покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ПЛАНИ РЕМОНТІВ ДОРІГ НА 2017 РІК. Державне агентство автомобільних доріг України. 2.03.2017. Архів оригіналу за 3 березня 2017. Процитовано 3 березня 2017 https://web.archive.org/web/20170303203624/http://ukravtodor.gov.ua/press/news/plany_remontiv_dorih_na_2017_rik.html
2. ДСТУ Б В.2.7-210:2010 Будівельні матеріали. Пісок із відсівів дроблення вивержених гірських порід для будівельних робіт. Технічні умови. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011.
3. ДСТУ Б В.2.7-119:2011 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012.
4. Золотарьов В.О. «ДОРОГУ НЕ ІМПОРТУЄШ, ЇЇ ТРЕБА ПОБУДУВАТИ»: доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки и техніки України, Грудень 2019 р. <https://nadu.com.ua/dorogu-ne-importiruesh-ee-nuzhno-sdelat/>
5. Johnson D. R. and R. B. Freeman, December 2002, Rehabilitation Techniques for Stripped Asphalt Pavements, Western Transportation Institute, Bozeman, Montana, Report No. FHWA/MT-002-003/8123.
6. The effects of different dusty aggregate on bituminous hot mixtures. From the journal Science and Engineering of Composite Materials. vol. 2013 <https://doi.org/10.1515/secm-2013-0011>
7. ДСТУ Б 8.2.7-121-2014 Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2014.

Хоменко Євген Валентинович – аспірант, начальник Центру досліджень, Дніпро
ORCID ID: 0009-0006-7006-3439

Бесараб Петро Миколайович – магістр, начальник відділу досліджень проблем оперативного обладнання територій, Центр досліджень, Дніпро, ORCID ID: 0009-0005-7754-8095

Тулинський Артем Олександрович – магістр, офіцер відділу досліджень проблем оперативного обладнання територій, Центр досліджень, Дніпро, ORCID ID: 0009-0009-6615-0312, e-mail: ttmo3gtt@gmail.com

Yevhen Khomenko – postgraduate student, head of the Research Center, Dnipro, ORCID ID: 0009-0006-7006-3439

Petro Besarab – master, head of the department of research on problems of operational equipment of territories, Research Center, Dnipro, ORCID ID: 0009-0005-7754-8095

Artem Tulynskyi – master, officer of the department of research on problems of operational equipment of territories, Research Center, Dnipro, ORCID ID: 0009-0009-6615-0312, e-mail: ttmo3gtt@gmail.com