

**Гончаренко Є.К.,  
Доценко О.М.**

## **ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНИХ ПОРОШКІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ПОЛІМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНІВ**

Якість асфальтобетону визначається властивостями всіх його складових компонентів, тобто властивостями як органічних в'язучих (бітумів, бітумів модифікованих) так і властивостями мінеральних складових (піску, щебеню і мінерального порошку). Характер взаємодії між всіма цими компонентами впливає не тільки на структуру асфальтобетону, але і на його фізико-механічні властивості. Особливо важливу роль в структуроутворенні асфальтобетону відіграють адсорбційні, хемосорбційні, адгезивні та інші фізико-хімічні процеси, які відбуваються на границі розподілу фаз бітум-мінеральний матеріал. Саме процеси, що відбуваються в поверхневих шарах, визначають міцність прилипання бітуму до поверхні мінеральних складових, формують адсорбційно-сольватні шари, визначають їх природу, структуру і товщину, що в кінцевому результаті відбивається на процесах структуроутворення асфальтобетону та його властивостях [1].

Завдання, пов'язане з отриманням асфальтобетону, однаково добре протидіючого утворенню зсувних деформацій за високих температур та тріщиноутворенню за низьких, достатньо складне. Ця складність обумовлена насамперед тим, що асфальтобетони схильні великою мірою змінювати свої властивості із зміною температури. Тому одним з найважливіших шляхів підвищення якості асфальтобетону є підвищення його термостабільності.

Спротив асфальтобетону утворенню пластичних деформацій залежить, насамперед, від складу мінеральної частини суміші, форми використаних кам'яних матеріалів та властивостей в'язучого.

Технологія приготування асфальтобетонної суміші заснована на використанні природних кам'яних матеріалів з притаманними їм природними фізико-хімічними властивостями. Первинна обробка мінеральних матеріалів (за виключенням активованих мінеральних

порошків) пов'язана лиш із зміною їх «геометрії» і полягає в примусовому подрібненні (дроблення або помел) та сортуванні на фракції потрібних розмірів.

У результаті такої обробки змінюються розміри частинок, а з ними і питома поверхня мінеральних матеріалів, але мало або й зовсім не змінюється характер поверхні цих частинок.

Спрямоване структуроутворення в асфальтобетоні може бути здійснене у результаті штучної зміни властивостей мінеральних поверхонь, що взаємодіють з бітумом.

Модифікуванням мінеральних поверхонь переслідуються: поліпшення умов взаємодії мінеральних поверхонь з бітумом (це дозволяє поліпшити найважливіші структурно-механічні властивості асфальтобетону); поліпшення властивостей бітуму в адсорбційних шарах (і запобігання вибіркової фільтрації компонентів бітуму у мінеральний матеріал); розширення асортименту і поліпшення властивостей мінеральних матеріалів, що використовуються.

Найбільш сприятливим для хімічного модифікування є момент утворення нових поверхонь, тому що в цьому випадку можливе використання особливого енергетичного стану, властивого лиш свіжоутвореним поверхням. Воно різко змінює реакційну здатність поверхонь і сприяє такій їх взаємодії з різними реагентами, що використовуються для модифікування, які неможливі за звичайних умов обробки матеріалів.

Висока активність нової поверхні, що вчасно не використана, практично може мати тільки негативне значення. Це пов'язано з тим, що свіжоутворена поверхня так чи інакше, адсорбує різноманітні речовини, які погіршують потім взаємодію з в'язучими матеріалами.

Значна роль в регулюванні процесу взаємодії бітуму з мінеральними поверхнями належить мінеральному порошку. Завдяки високорозвинутій питомій поверхні (на частку мінерального порошку припадає до 90-95 % сумарної поверхні зерен, що входять до складу асфальтобетону) мінеральний порошок сприяє збільшенню числа контактів між структуроутворюючими компонентами асфальтобетону. Інше призначення мінерального порошку - заповнення дрібних пор між

крупнішими частинками. Недостатня кількість мінерального порошку призводить до необхідності збільшення кількості бітуму для заповнення пор.

І все ж основне призначення мінерального порошку полягає в тому, щоб переводити бітум із об'ємного стану в плівковий. В такому стані бітум набуває підвищеної в'язкості та міцності, а внаслідок стабілізуючої дії мінерального порошку менше змінюється під впливом температури. Разом з бітумом мінеральний порошок утворює структуровану дисперсну систему, яка і виконує роль асфальтов'язучого.

Суттєве посилення структуроутворюючої ролі мінерального порошку в асфальтобетоні, а відповідно, і покращення структурно-механічних властивостей цього матеріалу можна досягти шляхом фізико-механічної або фізико-хімічної активації порошку [2].

Одна із цілей фізико-хімічної активації мінеральних порошоків полягає в створенні на поверхні мінеральних зерен адсорбційно-сольватних шарів, які за своєю молекулярною природою наближаються до бітуму [3].

Застосування активованих порошоків дозволяє в широких межах регулювати важливі властивості асфальтобетону.

З метою консервації позитивних властивостей свіжоутворених поверхонь мінеральних порошоків, під час помелу їх активують різноманітними поверхнево-активними добавками.

Асфальтобетони з активованими мінеральними порошками відрізняються добрими показниками теплостійкості. Навіть на малов'язких бітумах такі асфальтобетони характеризуються високими показниками міцності за температури 50 °С.

При використанні активованих порошоків не тільки збільшується міцність і в'язкість високоструктуризованих бітумних шарів, що утворюються на зернах порошоків, але й значно полегшуються умови змочування мінеральних частинок бітумом і створюються умови для рівномірного розподілу їх у суміші. Таким чином, більша кількість мінеральних частинок, а відповідно, і більша сумарна поверхня, з потенційно можливої, втягується в активну роботу в асфальтобетоні.

Міцність асфальтобетону з активованими порошками, особливо за температури 50 °С, вища ніж міцність однотипних

асфальтобетонів на неактивованому порошку. Але дуже високі показники міцності асфальтобетонів з активованими мінеральними порошками не розглядаються як необхідна властивість асфальтобетону. У цьому випадку може бути знижена кількість мінерального порошку, а також використання менш в'язких бітумів, при яких пониження міцності до оптимально необхідної буде компенсовано підвищенням деформативної здатності асфальтобетону за низьких температур.

Ступінь зміни міцності асфальтобетону, як і ступінь зниження витрат бітуму, можуть регулюватись властивостями активованого мінерального порошку, а також його кількістю в асфальтобетонній суміші. Необхідні фізико-механічні властивості асфальтобетону і вміст у ньому бітуму повинні призначатись відповідно до кліматичних і експлуатаційних умов. Можливість регулювання кількості об'ємного бітуму в асфальтобетоні має важливе значення. Так, для районів надлишкового зволоження для підвищення водостійкості асфальтобетону та корозійної стійкості покриттів кількість об'ємного бітуму повинна бути більшою, ніж для районів із жарким кліматом. У всіх випадках доцільно уникати надлишкової кількості об'ємного бітуму, який погіршує експлуатаційні властивості покриттів. Це менш актуально для бітумополімерних в'язучих, тому що їхні реологічні характеристики значно відрізняються від характеристик звичайних бітумів.

Уповільнення старіння асфальтобетону відбувається в результаті запобігання або різкого зменшення фільтрації низькомолекулярних компонентів бітуму в пори мінеральних частинок через активацію на мінеральних зернах порошку адсорбційних шарів бітуму з поверхнево-активними речовинами (ПАР), міцно зв'язаних з мінеральною поверхнею. Такого роду фільтрація, що спостерігається при використанні звичайного (неактивованого) вапнякового порошку, є однією із форм старіння бітуму в асфальтобетоні. Крім того, на процеси старіння впливає і те, що асфальтобетон, який має у своєму складі активований порошок, характеризується переважною більшістю замкнутих пор. Це зменшує циркуляцію повітря і води, а відповідно, і окислювальну дію кисню [4].

Позитивні властивості активованих мінеральних порошоків зумовлюють широке застосування відходів промисловості, що дає можливість розширити асортимент сировини, яка використовується для отримання мінеральних порошоків, і зменшити загальну вартість будівництва асфальтобетонних покриттів.

Відходи подрібнення вапняків, включаючи відсів подрібнення, становлять 50-70 % об'єму гірської маси, що переробляється. Як правило, вапнякові відходи представлені маломіцними матеріалами, марка яких за дробильністю коливається в межах 100-300 і менше. Це свідчить про їх високу пористість, зумовлює низьку водо- і морозостійкість, що обмежує їх застосування в дорожньому будівництві. Проведені дослідження показали, що одним із раціональних шляхів утилізації вапнякових відходів полягає в їх активації і подальшому застосуванні в асфальтобетонних сумішах. Асфальтобетонні суміші на таких порошках в порівнянні із сумішами на неактивованих порошках, характеризуються значно вищою корозійною стійкістю; коефіцієнти морозо- і водостійкості збільшуються майже удвічі, різко зменшується величина набухання, поліпшуються показники щодо тривалої водо- і морозостійкості [5].

За умови активації можна використовувати мінеральні порошки, які мають менш активну поверхню щодо взаємодії з бітумом. Це дає можливість використовувати відходи подрібнення кислих гірських порід а також шлаки для отримання мінеральних порошоків.

Мінеральні порошки із кислих гірських порід дещо знижують структурованість бітумних плівок. Це негативно впливає на всі властивості асфальтобетону і особливо на його теплостійкість і довготривалі водо- і морозостійкість. Збільшення кількості частинок менших за 0,071 мм кислої породи негативно впливає не тільки на довготривалі водо- і морозостійкість асфальтобетону, але і, практично, на всі властивості цього матеріалу. В першу чергу зменшується щільність асфальтобетону, що негативно впливає на загальну структуру і особливо на структуру порового простору асфальтобетону - різко зменшується об'єм замкнутих пор. Для суміші, де вся дисперсна частина складається із частинок кислої породи він, практично дорівнює нулю.

Зі збільшенням кількості кислих частинок росте величина водонасичення. Це призводить до інтенсивної дифузії води через бітумні плівки до межі розподілу “бітум-мінеральний матеріал” і, як наслідок, порушення структурних зв’язків. Недостатня структурованість бітумних плівок через слабку взаємодію частинок кислої породи з бітумом і відсутність хемосорбційного процесу (виникнення водонерозчинних новоутворень) призводить до швидкого руйнування зразків із таких сумішей від дії води та знакоперемінних температур.

Критичним співвідношенням, після якого настає суттєве погіршення властивостей слід вважати процентне відношення кислих і основних порошків 50:50. Найкращі результати показують суміші з процентним відношенням 35:65. Такі суміші характеризується достатньо високими показниками довготривалої водо- і морозостійкості та оптимальними значеннями інших властивостей [6].

Ці висновки дійсні для асфальтобетонних сумішей без застосування ПАР і активованих мінеральних порошків, оскільки дія останніх може зкомпенсувати негативний вплив кислих частинок і розширити діапазон їх процентного вмісту в суміші.

Специфічною особливістю кислих мінеральних порошків є підвищена кислотостійкість асфальтобетонів з їх застосуванням. Так, наприклад, агресивне середовище із значенням  $\text{pH} < 7$  інтенсивніше руйнує контактну зону “бітум-вапняк”, ніж “бітум-кварцит” [7].

При подрібненні гірської породи у відсівах середній вміст зерен дрібніших 0,071 мм становить близько 10 %. Класифікація магматичних гірських порід показує, що більшість із них відноситься до кислих.

Відсіви подрібнення кислих гірських порід, в основному, представлені продуктом подрібнення гранітів, сієнітів, діоритів і становлять значний резерв мінеральних матеріалів, які можуть бути використані в дорожньому асфальтобетоні як мінеральні порошки. Ці відсіви на 70 % складаються із кремнезему.

Застосування полімерних добавок дає можливість використовувати відходи подрібнення кислих гірських порід у складі асфальтобетону. При цьому дрібні фракції відходів (менші

0,071 мм) замінюють вапняковий мінеральний порошок. Рекомендується використовувати такий асфальтобетони в районах з підвищеною вологістю, з частими перепадами температур, в місцях інтенсивного гальмування а також на дорогах з великою вантажонапруженістю.

Властивості відпрацьованих формувальних сумішей (ВФС) свідчать про можливість їх застосування для виробництва мінеральних порошоків. Зокрема, тонкодисперсність і наявність органічних в'язучих на поверхні зерен ВФС сприяють отриманню на їх основі активованих мінеральних порошоків. Проте, внаслідок великої питомої поверхні, ВФС потребують великих витрат в'язучих. Властивості ВФС формуються під дією високих температур (до  $1400^{\circ}\text{C}$ ). Кварц зерен формувального піску послідовно переходить з однієї модифікації в іншу, що викликає розтріскування зерен, перетворення їх в пил і відповідну зміну їх складу.

Хімічний аналіз ВФС показує, що основну їх масу (85-97 %) складає кремнезем ( $\text{SiO}_2$ ). Але наявність оксидів лужноземельних металів ( $\text{CaO} + \text{MgO}$ ), вміст яких складає до 6,2 %, а також оксиди  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  покращують властивості ВФС, оскільки схильні до міцної взаємодії з бітумом. Вміст сірки (до 0,25 %) на поверхні зерен може сприяти кращому структуруванню органічних в'язучих [8].

Можливе застосування шламів ливарного цеху Макіївського трубного заводу, як мінеральних порошоків для приготування асфальтобетонних сумішей. Щорічний вихід шламу становить 4 тис. т. Хімічний склад шламу характеризується вмістом оксидів (%):  $\text{SiO}_2$  - 28;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 2,68;  $\text{CaO}$  - 7,27;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 5,18;  $\text{MnO}$  - 1,17; S - 0,92. Втрати при прожарюванні - 38,0. Частинок дрібніших (%): 1,25мм - 100; 0,315 мм - 97,8; 0,071 мм - 93. Загальна питома поверхня шламу становить  $25200 \text{ см}^2/\text{г}$ . Зовнішня питома поверхня становить  $4210 \text{ см}^2/\text{г}$ . Шлам має значну внутрішню питому поверхню ( $20990 \text{ см}^2/\text{г}$ ), що свідчить про його вищу пористість порівняно із вапняковим порошком. Шлам містить деяку кількість технічних мастил від гідравлічних вагранок [9].

Відповідний хімічний та мінералогічний склад деяких порошкоподібних промислових відходів вказує на можливість їх використання, як мінеральних порошоків у асфальтобетонах.

Це, зокрема, хвости флотації сірчаної руди, продукти розпаду металургійних шлаків, цементного пилу, фільтрпресного пилу, фосфогіпсу, кам'яновугільної золи виносу та ін.

Вапнякові флотаційні відходи виробництва сірки утворюються в процесі виробництва сірчаного концентрату методом флотації із подрібнених гірських порід, що вміщують сірку.

Хімічний склад флотохвостів має понад 80 % карбонату кальцію, до 10 % сірки, незначну кількість інших сполук та сліди флотореагентів. Гранулометричний склад: частинок дрібніших 0,315 мм - 94 %, частинок дрібніших 0,071 мм - 68 %. Наявність у флотовідходах сірки не є перешкодою для їх використання як мінерального порошку, бо при взаємодії з бітумом вона сприяє поліпшенню його в'язучих властивостей і, відповідно, якості асфальтобетону.

Введення в бітум 10 % флотовідходів сприяє значному підвищенню його в'язкості, особливо за плюсової температури. Вони позитивно впливають на теплостійкість асфальтов'язучої композиції і, в незначній мірі, збільшують її в'язкість за мінусової температури.

З інших промислових побічних продуктів найбільш придатними для приготування асфальтобетонних сумішей як мінеральні порошки є лише шлак феромарганцю. Фільтрпресовий пил, зола виносу та цементний пил можуть використовуватись для цієї мети лише за умови їх фізико-механічної або фізико-хімічної активації.

У процесі приготування асфальтобетонної суміші механічне перемішування збільшує швидкість вирівнювання концентрації активних груп бітуму та підвищує швидкість гетерогенних процесів, але залежність цих процесів від дифузії повністю не звільнюється. Чим інтенсивніше механічне перемішування, тим тонший дифузний шар, меншу роль у фізико-хімічних процесах формування мікроструктури грає дифузія, інтенсивніше витісняються з поверхні менш активні полярні молекули, а адсорбційне насичення - вище. При використанні мінеральних матеріалів, особливо порошоків, виготовлених із пористих і шорстких порід, необхідне триваліше перемішування для повного обволікання частинок бітумом, повного протікання вибіркової адсорбції.



З підвищенням температури, швидкості об'ємної і поверхневої дифузії збільшуються, але все ж процеси взаємодії на поверхнях розподілу значно затримуються у порівнянні з тим, що відбувається при безпосередньому контактуванні реагуючих компонентів. Збільшити ефект безпосереднього контакту можна інтенсифікацією перемішування з використанням вібраційних впливів, розпилюванням найактивніших компонентів - бітуму і порошку, застосуванням принципу змішування в «киплячому шарі», використанням ультразвукових методів перемішування тощо.

Регулювання кінетики процесів, що відбуваються при перемішуванні компонентів, утруднюється внаслідок високої чутливості реакцій до умов, в яких вони протікають, до впливу каталітичних факторів, що часто не піддаються врахуванню. Необхідно врахувати, що:

а) швидкості реакції при взаємодії мінеральних матеріалів з органічними речовинами порівняно малі;

б) взаємодія між сильно полярними молекулами відбувається з більшою швидкістю, ніж між неполярними молекулами, і тому підвищення полярності контактуючих компонентів шляхом введення оптимальних кількостей поверхнево-активних речовин або застосування каталітичних добавок завжди сприяє розвитку кінетики адсорбційних явищ;

в) відносне зниження міцності і пружних властивостей асфальтобетону під впливом обводнення відбувається тим інтенсивніше, чим вища ступінь дисперсності мінеральної суміші, особливо сумарна поверхня мінерального порошку.

г) природа мінералів, їх кристалічні особливості виявляють значний вплив на величину зміни показників структурно-механічних властивостей асфальтобетону після водонасичення пов'язаного як з дифузією, так і з короточасним насиченням. Найбільший вплив проявляє вода при використанні мінеральних порошоків з високим негативним потенціалом і з нейтральною поверхнею, а також таких, які мають велику кількість катіонів  $Mg^{2+}$ . Після впливу води асфальтобетони на цих порошках втрачають значну частину механічної міцності, яку в окремих випадках навіть неможна зкомпенсувати високою дисперсністю порошку (граніт, кварц, кремій, польовий шпат);

д) негативний вплив водного середовища підсилюється при циклічному насиченні і висушуванні, заморожуванні і розморожуванні асфальтобетону, особливо в період перших циклів;

е) якість асфальтобетону погіршується тим значніше при зволоженні, чим вища вологість свіжо приготованої асфальтобетонної суміші. Асфальтобетонна суміш може виявитись вологою, зокрема в результаті неповного висушування в змішувачі холодного і вологого мінерального порошку. Якість асфальтобетону за вологості в 1,5 % погіршується по всіх показниках фізико-механічних властивостей майже вдвічі.

Застосування активованих мінеральних порошоків сприяє покращенню показників технологічного процесу. Воно полягає в зниженні температури асфальтобетонних сумішей на всіх етапах їх приготування і укладки на 15-25°C. Застосування для активації мінеральних порошоків ПАР пластифікує бітум, що підвищує рухомість асфальтобетонних сумішей і дозволяє знизити їх температуру.

Мета цієї роботи полягала у визначенні ступеню впливу мінеральних порошоків, в залежності від їх хіміко-геологічного складу, на властивості асфальтополімербетону та встановленні відмінностей між властивостями асфальтобетону і асфальтополімербетону.

Значення фізико-механічних характеристик асфальтобетонних сумішей, виготовлених з використанням мінеральних порошоків різної природи і різних в'язучих наведені в таблицях 1-5.

Фізико-механічні властивості та склад асфальтобетонних сумішей, виготовлених з використанням мінеральних порошоків різної природи і бітуму БНД 60/90 (П<sub>25</sub> - 75°) Лисичанського НПЗ наведені в таблиці 1.

Як показують дані таблиці 1 введення в асфальтобетонну суміш вапнякового мінерального порошку виробництва ВАТ "Скала-Подільський завод мінерального порошку", меленого доменного шлаку Дніпровського металургійного комбінату, а також мелених кристалічних сланців виробництва Криворізького ЦГЗК кількістю 5 % сприяє підвищенню міцності асфальтобетону, збільшенню його тепло- і водостійкості, а також зменшенню водонасичення порівняно з асфальтобетоном, приготовленим на

одному гранітному відсіві. Застосування мінерального порошку із мелених кварцитів Овруцького родовища в кількості 5 % практично не змінює властивостей асфальтобетону.

Також були проведені дослідження асфальтобетонних сумішей на гранітному відсіві без пилюватих частинок ( $< 0,071$ ) з додаванням замість них вищеназваних мінеральних порошоків.

Фізико-механічні властивості та склад асфальтобетонних сумішей, виготовлених з використанням мінеральних порошоків різної природи і бітуму БНД 60/90 Лисичанського НПЗ наведені в таблиці 2.

Аналізуючи дані таблиць 1 і 2 можна зробити висновок, що введення в асфальтобетонні суміші мінеральних порошоків різної природи в кількості 12 % сприяє незначному (6-7 %) підвищенню міцності асфальтобетону збільшенню його водостійкості і теплостійкості, а також деякому зниженню водонасичення порівняно з асфальтобетоном, до складу якого мінеральні порошки різної природи входять в кількості 5 %.

Застосування мінерального порошку із мелених кварцитів Овруцького родовища кількістю 12 % практично не змінює властивостей асфальтобетону, що містить 5 % такого ж порошку.

Були проведені дослідження асфальтополімербетонних сумішей з використанням мінеральних порошоків різної природи і полімербітумного в'язучого марки БМТЕ 60/90 ( $P_{25} - 75^\circ$ ).

Фізико-механічні властивості та склад таких сумішей наведені в таблицях 3 і 4.

Дані таблиць 3 і 4 свідчать про те, що асфальтополімербетон на полімербітумному в'язучому марки БМТЕ 60/90 має кращі властивості, ніж асфальтобетон такого ж складу на чистому бітумі такої ж в'язкості. Так, міцність звичайного асфальтобетону при  $20^\circ\text{C}$  становить 3,8 МПа, проти 4,6 МПа асфальтополімербетону. Теплостійкість при цьому підвищується на 25 %.

Дані таблиці 3 свідчать, що введення в асфальтополімербетонну суміш мінеральних порошоків різної природи кількістю 5 % сприяє підвищенню міцності асфальтополімербетону із 4,6 МПа до 5,6 МПа, збільшенню його тепло- і водостійкості, а також зменшенню водонасичення.

Застосування мінерального порошку із мелених кварцитів Овруцького родовища в кількості 5 % ніяк не впливає на властивості асфальтополімербетонних сумішей.

Дані таблиць 3 і 4 свідчать про те, що введення в асфальтополімербетонні суміші мінеральних порошоків різної природи кількістю 12 % попередньо відсіявши пиловаті частинки ( $<0,071$ ) кількістю 7 % не змінює фізико-механічні властивості асфальтополімерних бетонів.

Були проведені дослідження впливу адгезійної добавки УДОМ-2 на властивості асфальтобетону. З цією метою використовувався мінеральний порошок на основі мелених Овруцьких кварцитів, які представляють собою одну із самих кислих гірських порід. Фізико-механічні властивості та склад асфальтобетонних сумішей, виготовлених з використанням адгезійної добавки УДОМ-2 наведені в таблиці 5.

Дані таблиці 5 свідчать про те, що застосування адгезійної добавки УДОМ-2 (кількістю 0,6 % від маси бітуму) сприяє підвищенню водостійкості асфальтобетону.

Якщо реологія модифікованих бітумів, як правило, є більш складною, ніж чистих бітумів, то установлене для чистих бітумів відношення між комплексним модулем в'язучого і модулем асфальтобетону на його основі є справедливим і для модифікованих бітумів і асфальтобетонів на їх основі.

Зміна реологічних характеристик в'язучого відбивається, з деяким наближенням, на реологічних характеристиках асфальтобетону. При цьому модуль пружності асфальтобетону росте з підвищенням твердості бітумів; термічна чутливість асфальтобетону змінюється з використанням бітумів з широким інтервалом пластичності; значення модуля пружності асфальтобетону за високих температур збільшується при використанні бітумополімерних в'язучих.

Тому, результати усіх досліджень щодо впливу компонентів асфальтобетонних сумішей на асфальтобетон на основі звичайних бітумів можна прогнозувати, з відповідним поправним коефіцієнтом, і для асфальтополімербетонів.

## Висновки

1. Застосування в асфальтобетонних і асфальтополімербетонних сумішах вапнякового мінерального порошку виробництва ВАТ “Скала-Подільський завод мінерального порошку”, мелених доменних шлаків або мелених кристалічних сланців Криворізького ЦГЗК в кількості 5 % сприяє підвищенню міцності асфальтобетону і асфальтополімербетону, збільшенню їх тепло- і водостійкості, а також зниженню їх водонасичення.

2. Застосування мінерального порошку із мелених кварцитів незначно впливає на фізико-механічні властивості як асфальтобетонів так і асфальтополімербетонів, а тому використання мелених кварцитів як мінерального порошку недоцільно.

3. Враховуючи ту обставину, що в мінеральному порошку із мелених кристалічних сланців Криворізького ЦГЗК сумарний вміст полуторних оксидів  $Al_2O_3$  і  $Fe_2O_3$  становить 20 - 25 % (згідно вимог ДСТУ Б В.2.7-121-2003 - не більше 1,7 %) потрібно провести додаткові дослідження щодо можливості застосування таких сланців в асфальтобетонних сумішах.

4. Застосування адгезійної добавки УДОМ сприяє підвищенню водостійкості асфальтобетону і асфальтополімербетону.

5. Результати усіх досліджень щодо впливу компонентів асфальтобетонних сумішей на асфальтобетон на основі звичайних бітумів можна прогнозувати, з відповідним поправним коефіцієнтом, і для асфальтополімербетонів.

## Література

1. Гезенцев Л.Б. Дорожный асфальтобетон. М., «Транспорт», 1976.

2. Гезенцев Л.Б., Сотникова В.Н. Активированные минеральные порошки - важный резерв повышения технико-экономических показателей устройства асфальтобетонных покрытий. Автомобильные дороги, 1982, № 4.

3. Гезенцев Л.Б. Активация минеральных материалов - эффективный путь повышения качества асфальтобетона. Труды

Союздорнии. Вопросы стр-ва асфальтобетонных покрытий с применением активированных минеральных материалов. Вып. 56, М., 1972.

**4. Сотникова В.Н.** Материалы, применяемые для приготовления активированных минеральных порошков. Труды Союздорнии. Вып. 56, М., 1972.

**5. Гезенцев Л.Б.** Применение отходов дробления известняков в асфальтобетоне. Труды СоюздорНИИ. Асфальтобетон с использованием местных материалов и побочных продуктов промышленности. М.1984.

**6. Гегелия Д.И., Богуславская Т.С.** Влияние дисперсных частиц кислых пород на свойства асфальтобетона. Труды СоюздорНИИ. Асфальтобетон с использованием местных материалов и побочных продуктов промышленности. М., 1984.

**7. Минеральные** порошки из кислых минеральных материалов и отходов производства. Обзорная информация. М.,1987-№6.

**8. Лаврененко В.И.** Горелая формовочная земля - местный строительный материал. Автомобильные дороги. 1975 - № 10 - с. 16-17.

**9. Базжин Л.І.** Шлам ливарного цеху як мінеральний порошок для асфальтового бетону. Автошляховик України, 2001, № 3, с. 41-42.

**Таблиця 1** - Фізико-механічні властивості асфальтобетонних сумішей, виготовлених з використанням мінеральних порошків різної природи і бітуму марки БНД 60/90 Лисичанського НПЗ

Назва показників	Гранітний відсів - 95%; бітум - 6,5 %	Гранітний відсів - 95%; Скала-Подільський мінеральний порошок -5%; бітум - 6,5%	Гранітний мелений доменний шлак ("Демос") - 5%; бітум - 6,5%	Гранітний відсів - 95%; мелені сланці Криворізького ЦГЗК- 5%; бітум - 6,5%	Гранітний відсів - 95%; мелені Овруцькі кварцити - 5%; бітум - 6,5%	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119-2003
Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	2,29	2,32	2,34	2,33	2,33	-
Водонасичення, % за об'ємом	3,1	1,9	2,1	2,2	2,8	1,0-2,5
Набрякання, % за об'ємом	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	не більше 0,5
Границя міцності при стиску, МПа, за температури:						
0 °С	8,6	10,6	10,3	10,4	9,7	не більше II
20 °С	3,8	4,7	4,5	4,8	4,0	не менше 2,5
50 °С	1,9	2,5	2,3	2,5	2,0	не менше I,6
Коефіцієнт водостійкості	0,93	0,96	0,95	0,96	0,92	не менше 0,9

**Таблиця 2** - Фізико-механічні властивості асфальтобетонних сумішей, виготовлених з використанням мінеральних порошоків різної природи і бітуму марки БНД 60/90 Лисичанського НПЗ

Назва показників	Гранітний відсів - 100 %; бітум - 6,5 %	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88%; Скала-Подільський мінеральний порошок - 12%; бітум - 6,5%	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88%; мелений доменний шлак ("Демос") - 12%; бітум - 6,5%	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88 %; мелені сланці Криворізького ЦЗК - 12%; бітум - 6,5%	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88%; мелені Обрушські кварцити - 12%; бітум - 6,5%	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119-2003
Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	2,29	2,33	2,35	2,36	2,35	-
Водонасичення, % за об'ємом	3,1	1,5	1,6	1,6	2,4	1,0-2,5
Набрякання, % за об'ємом	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	не більше 0,5
Гранія міцності при стиску, МПа, за температури:						
0 °С	8,6	10,7	10,4	10,5	9,9	не більше 11
20 °С	3,8	5,0	4,8	5,0	4,1	не менше 2,5
50 °С	1,9	2,7	2,6	2,6	2,1	не менше 1,6
Коефіцієнт водостійкості	0,93	0,97	0,96	0,98	0,92	не менше 0,9



**Таблиця 3** - Фізико-механічні властивості асфальтополімербетонних сумішей, виготовлених з використанням мінеральних порошків різної природи і полімербітумного в'язучого БМТЕ 60/90

Назва показників	Гранітний відсів - 95%; Скала-Подільський мінеральний порошок -5%; БМТЕ - 6,5%	Гранітний відсів - 95%; мелений доменний шлак ("Демос") - 5%; БМТЕ - 6,5%	Гранітний відсів - 95%; мелені сланці Криворізького ЦЗК - 5%; БМТЕ - 6,5%	Гранітний відсів - 95%; мелені Овруцькі кварцити - 5%; БМТЕ - 6,5%	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119-2003
Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	2,31	2,33	2,34	2,34	-
Водонасичення, % за об'ємом	2,5	1,6	1,9	2,4	1,0-2,5
Набрякання, % за об'ємом	0,2	0,1	0,1	0,2	не більше 0,5
Границя міцності при стиску, МПа, за температури:					
0 °С	9,6	11,0	10,4	9,9	не більше 11
20 °С	4,6	5,6	5,4	4,3	не менше 2,5
50 °С	2,4	2,7	2,5	2,2	не менше 1,6
Коефіцієнт водостійкості	0,94	0,98	0,96	0,97	не менше 0,9

**Таблиця 4 - Фізико-механічні властивості асфальтополімербетонних сумішей, виготовлених з використанням мінеральних порошків різної природи і полімербітумного в'язучого БМТЕ 60/90**

Назва показників	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88%; Скала-Подільський мінеральний порошок - 12%; БМТЕ - 6,5%	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88%; мелений доменний шлак ("Демос") - 12%; БМТЕ - 6,5%	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88%; мелени сланці Криворізького ЦЗК - 12%; БМТЕ - 6,5%	Гранітний відсів (без пилюватих частинок) - 88%; мелені Овруцькі кварцити - 12%; БМТЕ - 6,5%	Вимоги ДСТУ Б В.2.7-119-2003
Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	2,34	2,36	2,36	2,36	-
Водонасичення, % за об'ємом	1,2	1,4	1,3	2,1	1,0-2,5
Набрякання, % за об'ємом	0,1	0,1	0,1	0,1	не більше 0,5
Граніція міцності при стиску, МПа, за температури:					
0 °С	11,4	11,1	11,0	10,0	не більше 11
20 °С	5,6	5,4	5,7	4,5	не менше 2,5
50 °С	2,8	2,8	2,8	2,2	не менше 1,6
Коефіцієнт водостійкості	0,97	0,97	0,98	0,92	не менше 0,9

**Таблиця 5** - Фізико-механічні властивості асфальтобетонних сумішей, виготовлених з використанням поверхнево-активної речовини УДОМ

Назва показників	Гранітний відсів - 95%; Мелені Овруцькі кварцити - 5%; бітум - 6,5%	Гранітний відсів - 95%; мелені Овруцькі кварцити - 5%; бітум з добавкою УДОМу (0,6 %) - 6,5 %	<b>Вимоги</b> <b>ДСТУ Б В.2.7-119-2003</b>
Середня щільність, г/см <sup>3</sup>	2,33	2,33	-
Водонасичення, % за об'ємом	2,8	2,7	1,0-2,5
Набрякання, % за об'ємом	0,2	0,2	не більше 0,5
Границя міцності при стиску, МПа, за температури:			
0 °С	9,7	9,8	не більше 11
20 °С	4,0	4,0	не менше 2,5
50 °С	2,0	2,1	не менше 1,6
Коефіцієнт водостійкості	0,92	0,94	не менше 0,9