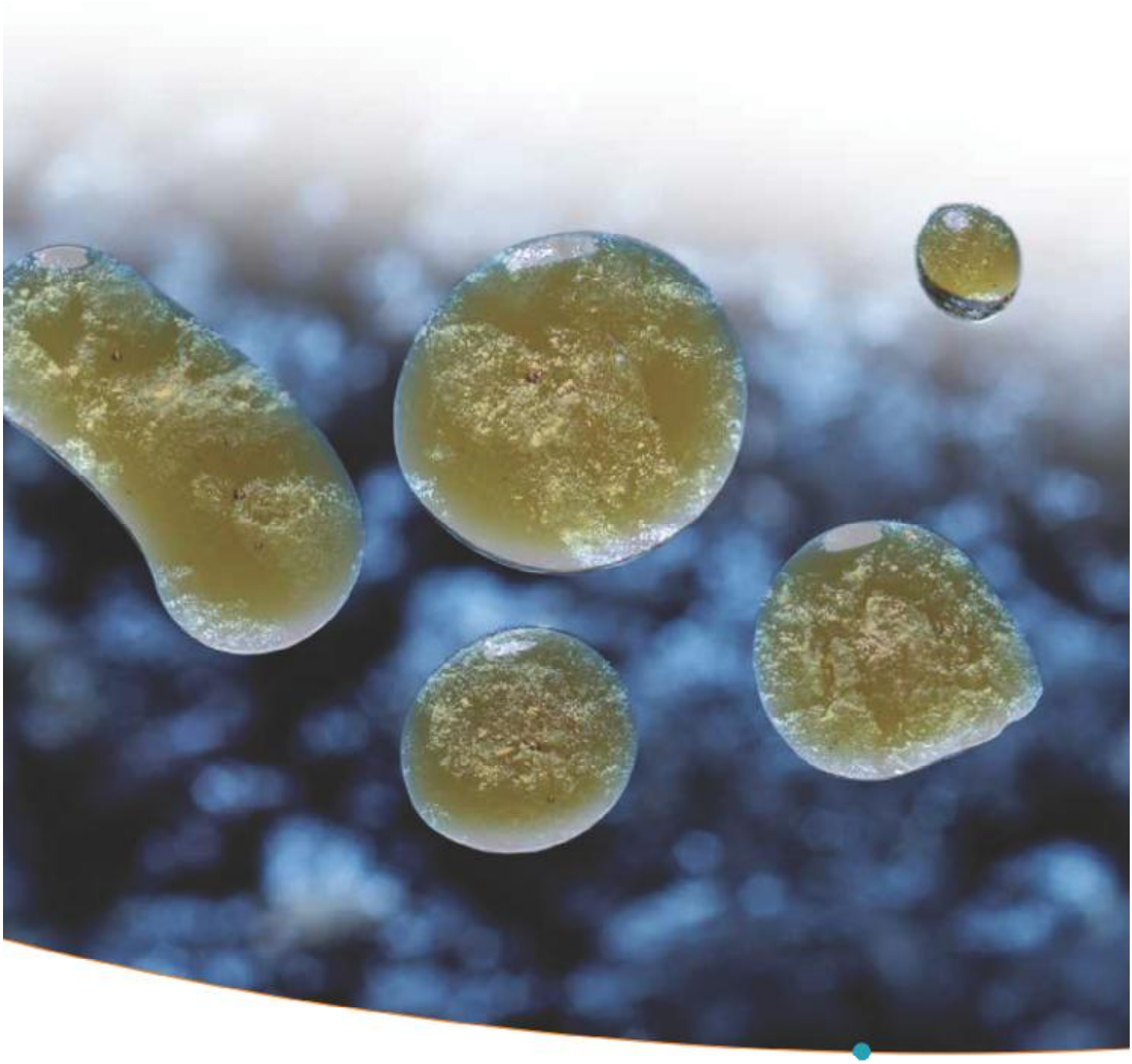


Адгезійні добавки

Технічний бюлетень

Nouryon

Адгезійні добавки для бітумів

В цьому бюлетені представлено інформацію з питань адгезії між бітумом та поверхнею кам'яного матеріалу разом із рекомендаціями щодо покращення адгезії за допомогою добавок, котрі в різних країнах мають різні найменування: адгезійні добавки, добавки проти відшаровування, змочувальні речовини, анти-відшаровувачі або посилювачі адгезії. В цьому бюлетені ми використовуємо термін адгезійні добавки, котрим охоплюються всі типи бітумних добавок, призначених для покращення адгезії.

Найбільш широкою сферою застосування бітуму є дорожнє будівництво. Тому основна увага приділяється питанням адгезії в дорожньо-будівельних матеріалах. Адгезія і змочуваність також є суттєвими чинниками, якщо мова йде про бітумінозні покриття, бітуми із заповнювачами, а також в'яжучі типу дьогтю та смоли. Деякі з варіантів застосування предмету розгляду представлено в розділі «Застосування адгезійних добавок».

Адгезія в дорожніх асфальтобетонних покриттях

Всі дорожні асфальтобетонні покриття включають два основних компоненти: бітум та кам'яний матеріал. Бітум, що складає 4-7% від маси асфальтобетонного дорожнього покриття, виконує функцію в'яжучого між різними ланками щебеневого скелету, створюючи достатню внутрішню когезію в асфальтобетонному покритті. Тому самим важливим є забезпечення сильної адгезії бітуму із поверхнею кам'яного матеріалу.

Широко відомим є факт руйнування доріг під дією води. Видимі симптоми такого руйнування є різноманітними і включають утворення вибоїн і ям, а також різних деформацій, викришування щебеню з шару поверхневої обробки (англійською «чіп сіл» [chip seal]), та розшарування поверхневих шарів. Це призводить до втрати конструктивної міцності шару, вразливості його до тріщино-утворення і руйнування при замерзанні-відтаванні. Причиною є втрата адгезії між бітумом та поверхнею кам'яного матеріалу на мікронному рівні. Вода може проникнути крізь бітумну плівку навіть у випадку повного покриття кам'яного матеріалу бітумом – наприклад, в місцях зносу тонких бітумних плівок гострими кромками щебеню.

Наслідки поганої адгезії.

Як показує досвід, існує декілька комбінацій «кам'яний матеріал/бітум», котрі здатні повною мірою протистояти дії води за будь-яких умов. Комусь може здаватись, що асфальтобетон є непроникним, але досвід показав, що вода може проникати всередину конструкції дорожнього покриття декількома шляхами, а саме:

- Просочуванням дощової води через узбіччя, тріщини або пористі дорожні покриття;
- З ґрунтових вод з більш високого горизонту за рахунок створення гідростатичного напору;
- З води, що піднімається від дорожньої основи під дією капілярних сил;
- В силу дії колісного навантаження транспортних засобів: вода втискається в поверхню дорожнього покриття перед колесом, що котиться, і висмоктується позад колеса. Це призводить до утворення ефекту перекачування води в дорожньому покритті;
- У випадку присутності солей.

Руйнування дорожнього покриття під дією води є більш типовим для місцевостей з вологим кліматом. На дорогах з високим транспортним навантаженням наслідки від будь-яких типів пошкоджень проявляються значно швидше.

Сировинні матеріали, виробництво, склад суміші та проектування дорожнього покриття

В дорожньому будівництві існує багато параметрів, що впливають на показники адгезії та довговічність дорожнього покриття – від вибору сировинних матеріалів до проектування дорожнього покриття.

За звичайних умов чинниками, що сприяють руйнуванню дорожнього покриття під дією вологи, є:

- Слабкі адгезійні властивості кам'яного матеріалу;
- Слабкі адгезійні властивості бітуму;
- Несумісні комбінації бітуму та кам'яного матеріалу;
- Рецептури суміші з низьким вмістом в'яжучого при пористому гран-складі;
- Тонкі плівки бітуму;
- Недостатній ступінь ущільнення, що призводить до високого вмісту пустот в дорожньому покритті;
- Поганий водовідвід;
- Високий вміст глинистих часток та запилена поверхня кам'яного матеріалу;
- Не повністю висушений кам'яний матеріал;
- Розшарування суміші;
- Присутність гігроскопічних добавок, тобто целюлозних волокон.

Застосування адгезійних добавок не може усунути руйнуючу дію води, викликану поганою конструкцією дорожнього покриття, застосуванням непридатних будівельних технологій або неякісних сировинних матеріалів. Однак застосування цих добавок дозволяє на практиці знизити негативний вплив згаданих чинників.

Руйнування з причини недостатньої адгезії

Предмет зростаючої стурбованості суспільства

В більшості країн спостерігається неперервне зростання транспортного потоку та збільшення кількості тяжких вантажівок на дорогах, в той час як обсяг засобів, що виділяються з національних бюджетів на потреби дорожньої галузі, зберігається на мінімальному рівні або навіть скорочується.

Для забезпечення найкращої віддачі від вкладення грошей за рахунок продовження терміну служби дорожніх покриттів деякі країни впровадили національні норми щодо обов'язкового застосування адгезійних добавок в асфальтобетонних сумішах – з метою забезпечення та збереження адгезії та міцності покриттів впродовж тривалого часу.

Запровадження функціональних контрактів (це коли підрядник несе відповідальність за

стан дороги впродовж багатьох років) також слугувало в якості мотивації для використання адгезійних добавок, оскільки додаткові витрати (з огляду на застосування цих добавок) виявляються відносно невеликими порівняно із збільшенням терміну служби дорожнього покриття.

Ще однією перевагою застосування адгезійних добавок є можливість більш широкого використання місцевих сировинних матеріалів, за рахунок чого знижується потреба в транспортних перевезеннях і зменшується негативна дія на довкілля.

Адгезія між кам‘яним матеріалом і бітумом

Основною причиною руйнувань та передчасного виходу з ладу дорожніх покриттів під дією вологи є присутність води на поверхні розділу бітуму і кам'яного матеріалу. Руйнування під дією вологи може проявляти себе внаслідок втрати адгезії або когезії. Причиною є проникнення води поміж бітумною плівкою та поверхнею кам'яного матеріалу. Відшарування бітуму від крупних фракцій кам'яного матеріалу призводить до розшарування покриття та втрати його стабільності. Крім того, адсорбування води на поверхні найменших фракцій кам'яного матеріалу-заповнювача (менше 75 мікрометрів) також може мати глибинний вплив на когезійну міцність мастики, що призведе до руйнування в сумішах щільного гран-складу.

Поверхневі фізико-хімічні властивості

По своїй суті бітум є гідрофобним матеріалом. Це означає, що він має відмінні властивості водо-відштовхування, але при цьому не здатен легко прилипати до гідрофільних поверхонь більшості різновидів кам‘яного матеріалу. Отже, за звичайних умов гідрофільні від природи кам'яні матеріали характеризуються більшою сумісністю з водою. Це означає, що бітум не здатен прилипати до вологої поверхні, і через певний час може бути заміщений водою.

На практиці ступінь адгезії між бітумом і кам'яним матеріалом залежить від хімічної природи компонентів, а відповідно – від різновидності бітуму і типу кам'яного матеріалу.

Решта властивостей кам'яного матеріалу, такі як поверхнева структура, пористість, форма та абсорбуюча здатність, також будуть впливати на ступінь адгезії на поверхні розділу «кам'яний матеріал/бітум».

Вплив полярності

За специфікою хімічного складу бітум характеризується достатньо низькою полярністю, в той час як вода має надзвичайно високу полярність. Кам'яний матеріал може бути кислого типу (при тенденції до від'ємного заряду поверхні) або лужного типу (при тенденції до позитивного заряду поверхні). До кислих кам'яних матеріалів відносяться матеріали з високим вмістом кремнію, а лужні кам'яні матеріали містять карбонати. На діаграмі показано вміст кремнію в деяких з найбільш розповсюджених типів кам'яного матеріалу.

Бітуми, а особливо сорти з високим показником кислотності, проявляють тенденцію до набуття незначного від'ємного заряду. Тому проблема слабкої адгезії характерна, в основному, при застосуванні кислих (від'ємно заряджених) кам'яних матеріалів.

Дія адгезійної добавки на витримані під водою зразки. Представлений зліва зразок містить адгезійну добавку.

Адгезійні добавки призначені для зміни поверхневих властивостей і полярності несумісних матеріалів. Це полегшує встановлення сильного зв'язку між бітумом та кам'яним матеріалом, при тому що цей зв'язок чинить опір дії води по відшаруванню впродовж всього терміну служби дорожнього покриття.

Активна та пасивна адгезія

При використанні поверхнево-активних адгезійних добавок розрізняються два види адгезії: активна і пасивна

«Огорнення матеріалу, формування та утримання сильного хімічного зв'язку між кам'яним матеріалом і бітумом в присутності води»

Активна адгезія

Як правило, огорнення необробленим бітумом кам'яного матеріалу із зволоженою або мокрою поверхнею не видається можливим. Як вже згадувалось раніше,

Випадіння щебеню з шару поверхневої обробки внаслідок слабкої адгезії.

бітум має значно меншу сумісність з поверхнею кам'яного матеріалу порівняно з водою. Здатність бітуму витісняти воду з поверхні кам'яного матеріалу і підтримувати адгезійний зв'язок відома під назвою «активна» адгезія.

Ознакою недостатнього рівня активної адгезії є присутність в сумішах непокритих поверхонь щебеню, а також передчасне випадіння щебеню з дорожнього покриття, нанесеного методом поверхневої обробки. Але навіть при хорошому видимому огорненні кам'яного матеріалу бітумом шар пилу або води може перешкодити щільному контакту та встановленню адгезійного зв'язку.

Для досягнення активної адгезії в бітум вводиться адгезійна добавка. Дозування зазвичай складає 0,5-1,2% від маси бітуму. Активна адгезія досягається за рахунок впливу поверхнево-активної адгезійної добавки, що зменшує контактний кут на поверхні розділу «бітум/кам'яний матеріал» і дозволяє бітуму заміщати воду з огорненням поверхні кам'яного матеріалу (див. діаграму справа).

«Процес формування і утримання сильного хімічного зв'язку між бітумом та поверхнею сухого кам'яного матеріалу»

Пасивна адгезія – це здатність в'яжучого підтримувати міцний адгезійний зв'язок із кам'яним матеріалом для запобігання відшаруванню у вологих умовах.

Пасивна адгезія досягається введенням у в'яжуче адгезійної добавки. Для надання властивостей водонепроникності, як правило, вводиться 0,2-0,5% від маси бітуму (дозування 0,3% відповідає 150-200 г добавки на тону гарячої суміші).

Використання необробленого бітуму може призвести до відшарування з наступним відділенням бітумної плівки від поверхні кам'яного матеріалу.

Адгезія

Продовження

Змочуваність

Бітум представляє собою високов'язку речовину з низьким рівнем хімічної сумісності з поверхнею більшості видів кам'яного матеріалу. Таким чином, він погано змочує мінеральну поверхню. Для забезпечення хорошої змочуваності необхідно знизити в'язкість бітуму та видозмінити хімічну природу бітуму або кам'яного матеріалу. В'язкість бітуму можна знизити шляхом його нагрівання або додання до нього розчинників. Застосування таких добавок як полімери або інших (таких, що здатні підвищити в'язкість в'яжучого) може утруднити процес змочування та привести до необхідності застосування більш високих температур або більш тривалого часу приготування суміші. З іншої сторони, введення рідкої адгезійної добавки покращує змочування.

Вибір адгезійної добавки

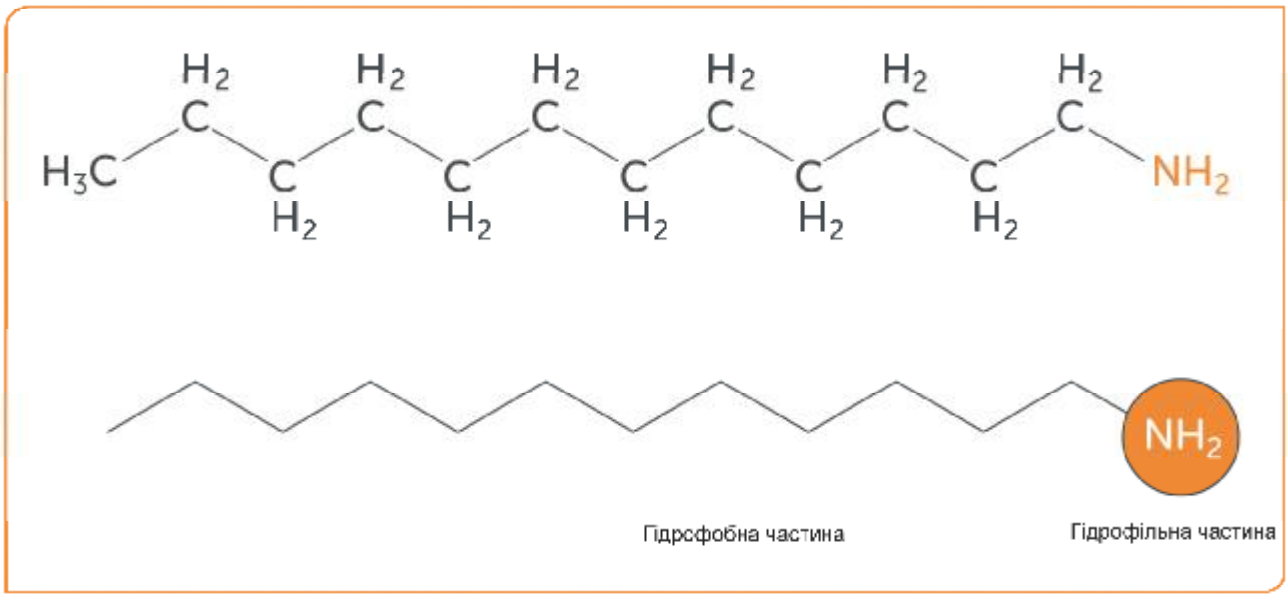
Вибір адгезійної добавки залежить від природи кам'яного матеріалу, різновиду бітуму та температури приготування суміші. Асфальтобетонні суміші іноді готуються з використанням «м'якого» бітуму при більш низькій температурі (близько 100°C). З огляду на присутність води в процесі перемішування, в цьому випадку необхідно використовувати активну адгезійну добавку.
Вибір адгезійної добавки також залежить від хімічної природи кам'яного матеріалу (лужного або кислотного типу).
Компанія «Nouryon Surface Chemistry» пропонує адгезійні добавки торгових марок «Ветфікс» (Wetfix®), «Клінг» (Kling®), «Перма-Так» (Perma-Tac®) та «Діамін» (Diamine®) в різних частинах світу. Для отримання більш повної інформації прохання звертатись до веб-сторінки компанії «Nouryon Surface Chemistry»:
http://www.surfactants.nouryon.com/asphalt/

Керни з дорожнього покриття після двадцяти років експлуатації:
- Керн, що не містить рідку адгезійну добавку Wetfix (зліва);
- Керн, що містить рідку адгезійну добавку Wetfix (справа).

Оцінка тривалої дії

Оброблений адгезійною добавкою бітум огортає кам'яний матеріал та посилює адгезійний зв'язок між кам'яним матеріалом та бітумом, покращуючи таким чином показник тривалої стійкості бітуму до дії води по відшаруванню.
Впродовж ряду років було проведено кілька різних досліджень з оцінки тривалої дії рідких адгезійних добавок.
В рамках «Об'єднаної національної програми по автомагістралям» (Швеція) в польових умовах було проведено оцінку дії адгезійних добавок впродовж періоду 6-8 років (звіт №373). Звіт містить висновок, що «тривала дія дев'яти добавок після 6-8 років визнана задовільною в восьми випадках».

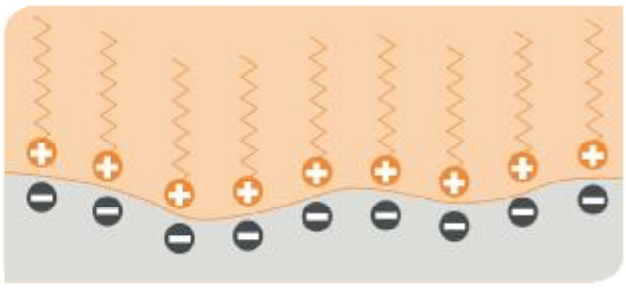
Як працюють поверхнево-активні адгезійні добавки



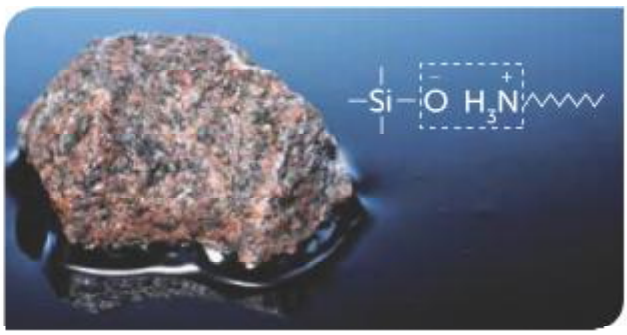
Хімічня структура адгезійних добавок

Адгезійні добавки представляють собою молекули катіонної поверхнево-активної речовини. Молекули концентруються на поверхні розділу «бітум/кам'яний матеріал». В той час як позитивно заряджені (гідрофільні) головні групи поверхнево-активних добавок міцно прикріпляються до від'ємно-заряджених ділянок на поверхні кам'яного матеріалу, гідрофобні вуглеводневі «хвостові частини» молекул закріпляються в бітумі. Таким чином, адгезійна добавка діє як міст або клей між бітумом та поверхнею кам'яного матеріалу, чинячи опір дії води на витіснення.

Адгезійні добавки використовуються шляхом їх введення в бітум. При цьому молекули адгезійної добавки мігрують до поверхні розділу «бітум/кам'яний матеріал».



Молекули адгезійної добавки діють як міст між кам'яним матеріалом та бітумом.



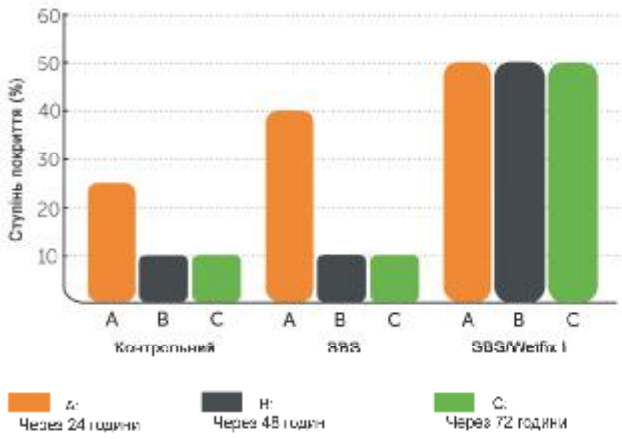
Інші типи добавок

Існує багато різних типів добавок, що використовуються в асфальтобетонних покриттях для покращення різноманітних властивостей, як наприклад опір деформації. Ці добавки не завжди забезпечують адгезійні властивості. Отже, на додачу до цих добавок мають використовуватись і адгезійні добавки.

Полімери

Полімери часто використовуються для покращення низькотемпературних та високотемпературних властивостей бітумів, а також для надання пружності, еластичності та міцності в широкому діапазоні температур.

Випробування перекочуванням в пляшці (SBUF, звіт 0025)



Типові переваги при використанні полімерів:

• зниження залишкової деформації (утворення колії) при високих температурах;
• зниження тріщино-утворення при низьких температурах;
• покращення опору дії на зсув, що дає можливість укладання більш тонких шарів покриття;
• зниження фреттінг-зносу (зносу на роз'їдання та стирання).

Полімери та адгезійні добавки часто застосовуються в комбінації, оскільки полімери не завжди покращують зв'язок між бітумом та кам'яним матеріалом (див. діаграму).

Волокна

Для підвищення опору деформації інколи в асфальтобетонну суміш додають різні типи волокон, таких як модифікована целюлоза та синтетичні волокна.
Додання волокон дозволяє також вводити в суміш великий відсоток в'яжучого без негативного впливу на властивості суміші. Це досягається за рахунок запобігання стіканню в'яжучого з кам'яного матеріалу.

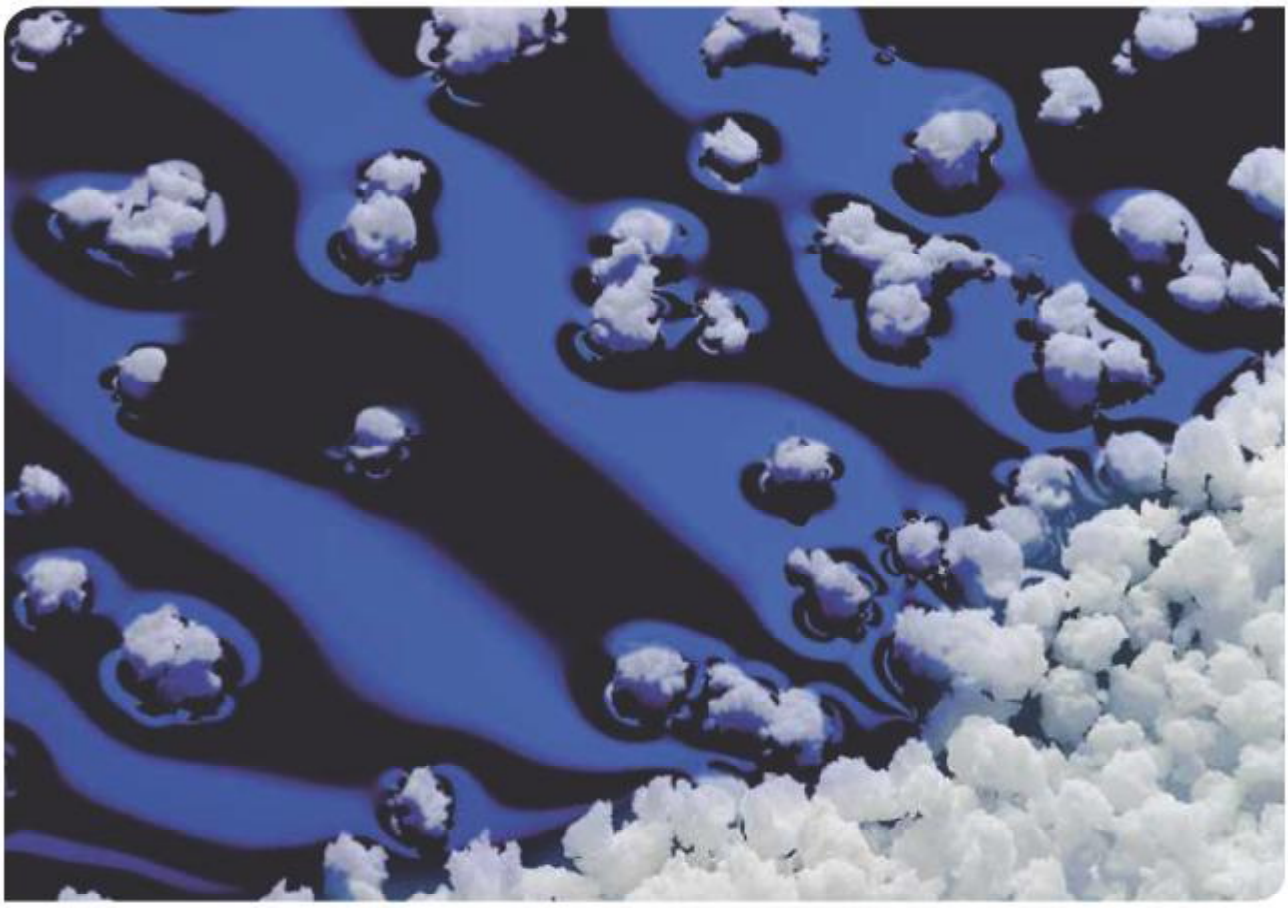
Віск

Зростаючою тенденцією є введення в початковий бітум різноманітних воскових продуктів, за рахунок чого досягається значне зниження в'язкості бітуму при підвищеній температурі. Це дозволяє знизити температуру приготування, перевезення та укладання асфальтобетонної суміші. Мова йде про так звану технологію «теплих сумішей».

Цемент та вапно

Цемент та вапно інколи використовуються для підбору гран-складу по дрібним фракціям кам'яного матеріалу, покращення тривалої міцності та підвищення щільності суміші. Цемент та вапно можуть призвести до підвищення в'язкості асфальтобетонної суміші та утруднення змочування в процесі перемішування. При цьому не виключається необхідність в підвищенні температури та збільшенні часу приготування суміші. Цемент та вапно можуть також прискорити процес тріщино-утворення в дорожньому покритті, оскільки асфальтобетонна суміш стає більш жорсткою.

Дозування цементу та вапна зазвичай складає 1-2% від маси кам'яного матеріалу в гарячій суміші. При використанні рідких адгезійних добавок дозування складає, як правило, всього 0,3% від маси бітуму.
Це означає, що необхідна маса матеріалу при використанні цементу та вапна (у порівнянні із застосуванням рідких адгезійних добавок) приблизно в 100 разів вище, що призводить до збільшення транспортних перевезень та росту об'ємів навантажувально-розвантажувальних робіт. Враховуючи значно більш високі енергозатрати для виробництва гідратованого вапна та цементу, можна стверджувати, що використання цих добавок значно збільшує викид вуглекислоти в атмосферу. Тому використання рідких адгезійних добавок є дуже вигідним з точки зору охорони довкілля.
На багатьох асфальтобетонних заводах з виробництва гарячих сумішей виникають проблеми з «надлишковим мінеральним порошком» (фактично – з пилюкою). Це призводить до необхідності транспортування цього непотрібного надлишкового наповнювача на спеціальне звалище, що збільшує витрати і зумовлює додаткову потребу в транспортних засобах. Введення ж цементу та вапна (в якості замінника все ж потрібного обсягу згаданого порошку / наповнювача) ще й більш поглибить проблему утилізації згаданих «надлишкових» фракцій.



Введення полімеру в гарячий бітум під час перемішування з великим зсувним зусиллям. (Фотографія компанії Nynäs AB).

Способи застосування

Гарячі суміші

Більшість асфальтобетонних сумішей виготовлюється в гарячому вигляді з використанням сухого кам'яного матеріалу. Застосування адгезійних добавок забезпечує повне огорнення кам'яного матеріалу, а також покращує адгезію і довговічність готового асфальтобетонного покриття. Типове дозування складає 0,2-1,0% від маси бітуму.
Випробування з використанням Ноттінгемського приладу показали, що суміші, котрі містять бітум із адгезійною добавкою, зберігають свою несну здатність (модуль стійкості) навіть після занурення у воду.

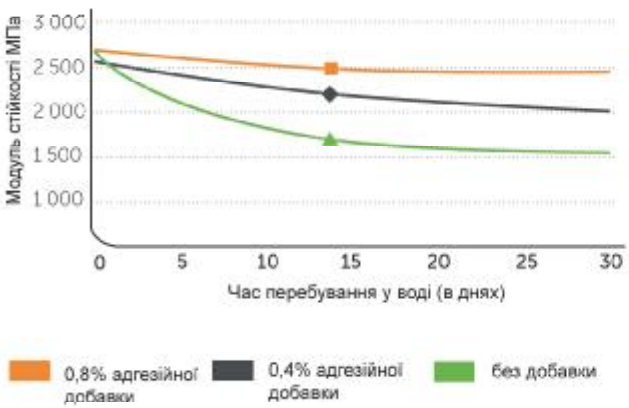
Гарячий ресайклінг

Ресайклінг асфальтобетонних покриттів набув широкого розповсюдження завдяки перевагам для охорони довкілля, а також завдяки можливості утилізації старих асфальтобетонних покриттів. Матеріал, що отримується зі старого асфальтобетонного покриття, може бути змінної якості. Узагальнюючи, можна сказати, що якщо в регенерованому асфальті зустрічається непокритий бітумом мінеральний матеріал, то слід застосовувати адгезійні добавки.

Низькотемпературні гарячі суміші (теплі суміші)

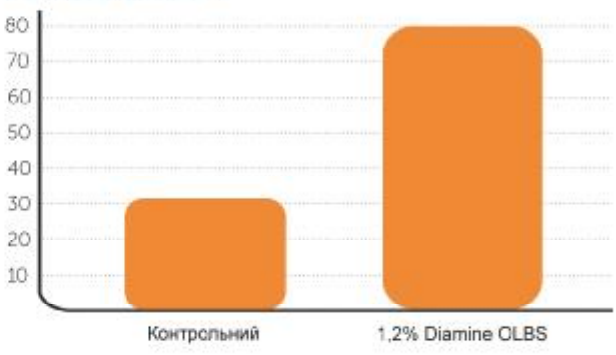
В дорожній галузі спостерігається зростаючий інтерес до зниження температури приготування гарячих сумішей. Енергозбереження, покращення середовища робочої зони та зниження викидів CO2 («вуглецевого сліду») – все це є важливим для дорожньої галузі.
Оскільки кам'яний матеріал часто нагрівається до нижчої температури (ніж при

Модуль стійкості до непрямого зусилля на розтяг після занурення у воду
шару основи товщиною 28 см з використанням бітуму з показником пенетрації 100



Ущільнені гарячі суміші, що містять адгезійні добавки, перешкоджають впливу води

Співвідношення показників стійкості до непрямого зусилля на розтяг [ITSR – Indirect Tensile Strength Ratio] після витримки зразків м'яких бітумів в умовах дії солі, а також циклів замерзання і відтавання



Результати випробувань за підсумками досліджень, проведених Шведською Дорожньою Адміністрацією

виробництві гарячої асфальтобетонної суміші), то вода видаляється неповністю. В цьому випадку важливо використовувати адгезійну добавку.
Деякі технології навіть вимагають додаткового введення води в процесі приготування суміші.

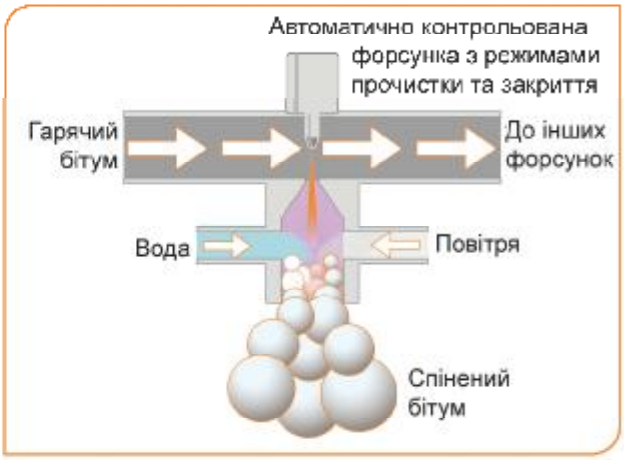
Суміші на основі м'яких бітумів

Асфальтобетонні суміші можуть вироблятись при більш низьких температурах, якщо в'яжуче має значно меншу в'язкість. Ця технологія (так-звана «суміш на м'якому бітумі») часто використовується в Скандинавських країнах. Суміші виготовляються з розрідженого бітуму (бітуму, розбавленого сильним розріджувачем). Згідно встановленій практиці, цей тип сумішей використовується для облаштування шарів проїзної частини дорожнього покриття з метою зменшення тріщино-утворення при низьких температурах. Завдяки складу суміші та умовам роботи проблем з деформаціями зазвичай не виникає.
Оскільки змішування проходить при температурі близько 100°C, то кам'яний матеріал висихає неповністю, і м'який бітум повинен мати здатність витісняти воду з поверхні кам'яного матеріалу в процесі приготування суміші. Тому дуже важливо застосовувати активні адгезійні добавки. Звичайне дозування добавки складає 0,5-1,2% від маси бітуму. Застосування адгезійної добавки дозволяє запобігти розшаруванню при зберіганні асфальтобетонних сумішей та впродовж терміну служби дорожнього покриття. Як правило, в цих випадках використовується комбінація із свіжого та так званого «регенерованого» (повторно використаного) асфальтобетонного покриття [RAP – Reclaimed Asphalt Pavement].

Піна

В дорожньому будівництві інколи використовується спінений бітум. Метою спінювання є збільшення площі поверхні бітуму і зниження його в'язкості в процесі приготування суміші. Спінений бітум створюється шляхом впорскування невеликої порції води в бітум з використанням спеціального обладнання, принцип роботи котрого представлено вище. Час існування піни є обмеженим. Тому спінений бітум необхідно швидко перемішати з кам'яним матеріалом – поки піна не розпалась. Інколи застосовуються добавки, що дозволяють подовжити період напіврозпаду піни.
При цьому важливим чинником є використання активної адгезійної добавки, оскільки в процесі приготування суміші присутня вода. Звичайне дозування добавки складає 0,5-1,2% від маси бітуму.

Результати випробування спіненого бітуму з адгезійною добавкою та без добавки



Схематична ілюстрація процесу спінювання бітуму:

Способи застосування
Продовження

Нанесення в'яжучого та щебеню в процесі поверхневої обробки

Поверхнева обробка (Chip Seal)

Технологія поверхневої обробки, також відома під назвами «Чіп сіл» або «Спрей сіл» [Spray Seal], представляє собою швидкий та зручний метод поновлення зношеної поверхні дороги. Гарячий бітум з високим показником пенетрації (або розріджений бітум) розливається по поверхні покриття, поверх нього розподіляється щебінь, після чого зазвичай виконується укочування. Це економічний метод, що забезпечує створення водонепроникного поверхневого ущільнення та суттєве підвищення шорсткості поверхні. Однак поверхнева обробка практично не дозволяє змінювати профіль поверхні. В'яжуче на поверхні дороги швидко охолоджується, що призводить до підвищення в'язкості. А це, в свою чергу, може затрудняти огорнення кам'яного матеріалу бітумом. Проблема погіршується вологим станом кам'яного матеріалу. Для подолання цих проблем в представленій технології передбачається обов'язкове застосування активної адгезійної добавки в кількості 0,5-1,2% від маси бітуму.
Було проведено ряд польових випробувань, котрі продемонстрували (поза всякими сумнівами), що застосування адгезійних добавок при поверхневій обробці забезпечує можливість працювати з дещо запиленим кам'яним матеріалом та знижує відсоток випадіння щебеню під час тривалої експлуатації дороги.
Застосування адгезійних добавок при поверхневій обробці приписано багатьма національними дорожніми адміністраціями.

Просочування макадам

Просочування макадам представляє собою технологію, при застосуванні котрої бітумна емульсія або розріджений бітум розпиляються на суміш кам'яного матеріалу пористого гран-складу з наступним укочуванням. Тут часто передбачається використання кам'яного матеріалу від «зволоженого» до «вологого». Тому для розрідженого бітуму обов'язково вимагається застосування активної адгезійної добавки. Звичайне дозування добавки 0,5-1,2% від маси бітуму.

Не дивно, що один з авторів публікацій зробив наступний висновок:
«Хоча вартість введення невеликої кількості добавки є мінімальною, отримувана економія є просто неймовірною».

Підґрунтовка (первинне просочування)

При виконанні дорожньо-будівельних робіт в деяких країнах практикується використання розрідженого бітуму для підґрунтовки та пило-придушення на дорожніх основах із незв'язаним кам'яним матеріалом. Оскільки дорожня основа перебуває в холодному та вологому стані, то у в'яжуче для підґрунтовки необхідно вводити адгезійну добавку – з метою забезпечення активної адгезії та стійкості до дії дощової води.

Чорний щебінь

Щебінь одного розміру, призначений для використання в деяких дорожніх технологіях, обробляється бітумом, котрий утворює тонку плівку для забезпечення хорошої адгезії до основного в'яжучого. Щебінь, попередньо оброблений бітумом, застосовується інколи при поверхневій обробці, особливо у випадку використання високов'язких, модифікованих полімером в'яжучих або запиленого кам'яного матеріалу. Щебінь, що вкочується в гарячий асфальтобетон, завжди попередньо покривається бітумом. Для забезпечення хорошого огорнення та адгезії в бітум вводяться адгезійні добавки.

Просочування макадам

Бітумінозні покриття

Бітум та розріджений бітум застосовуються для гідроізоляційних, ущільнюючих та корозійно-захисних покриттів. При облаштуванні цього типу покриттів також виникають проблеми з огорненням та водостійкістю, аналогічні проблемам під час дорожнього будівництва. При холодному або вологому підстилаючому шарі активна адгезія забезпечується шляхом застосування адгезійних добавок в кількості 0,5-2% від маси в'яжучого.

Емульсії

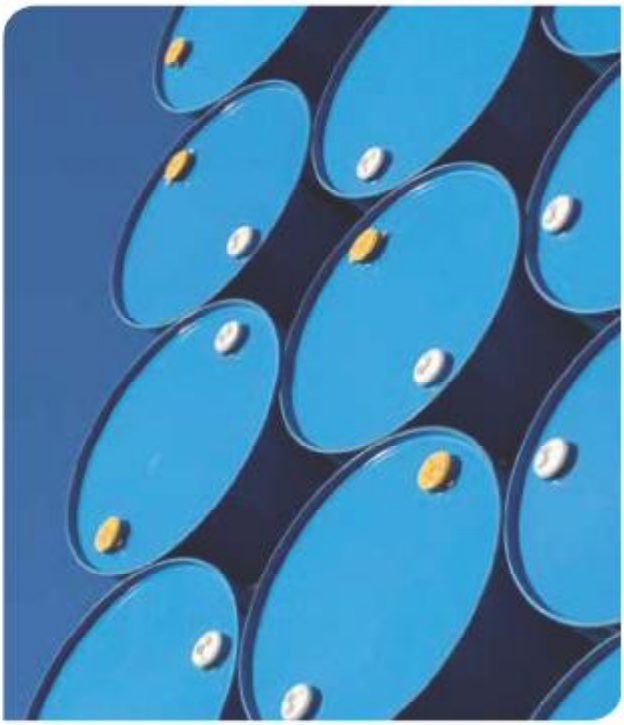
Використання катіонних бітумних емульсій зазвичай забезпечує хорошу адгезію бітуму до кам'яного матеріалу. Однак інколи існує необхідність підвищення водостійкості покриття. В цьому випадку до процесу емульгування у в'яжуче вводиться адгезійна добавка із дозуванням 0,1-0,5% (від маси бітуму).

Аніонні емульсії, що часто використовуються в промислових та дорожніх технологіях в деяких країнах світу, як правило не забезпечують достатню адгезію до кремнієвих (кислих) кам'яних матеріалів. Адгезія аніонних емульсій покращується шляхом введення адгезійної добавки у в'яжуче до емульгування із дозуванням 0,1-0,5% (від маси бітуму).

Застосування адгезійних добавок

Введення і дозування

Адгезійну добавку можна вводити на різних стадіях приготування та застосування суміші.
Оскільки адгезійні добавки характеризуються різною чутливістю до перебування в гарячому бітумі, то добавку краще вводити на пізній стадії процесу.
Існують дозуючі системи для неперервного введення добавок в потік бітуму на змішувальній установці або при відвантаженні бітуму із ємностей зберігання/сховищ.
На заводах по виробництву гарячих сумішей добавка також може вводитись у витратну ємність. Однак при цьому необхідно вжити заходів для запобігання розпаду суміші в тому випадку коли бітум не використовувався впродовж тривалого часу.
Адгезійні добавки можуть поставлятись не тільки в рідкому стані, але і у формі пластівців або гранул в мішках. Це робить можливим дозоване введення добавки в польових умовах – наприклад, при поверхневій обробці.



Термостійкість

Адгезійним добавкам притаманна виняткова стійкість в холодному бітумі, і вони зберігають адгезійні властивості впродовж багатьох років. Однак вони поступово втрачають свою активність в гарячому бітумі, котрий переважно використовується в різноманітних дорожніх технологіях. Ця втрата активності залежить від різновиду бітуму, і відбувається вона в результаті реакції між лужним аміном та кислотними компонентами бітуму. Узагальнюючи, можна сказати, що активність найбільш швидко втрачається при високих робочих температурах в бітумах з високими показниками кислотності (такими як бітуми з Венесуельської нафти), і особливо при більш високих температурах. Оброблений адгезійною добавкою бітум не повинен перегріватись, і утримувати його в розігрітому до робочої температури стані (до його використання) слід якомога більш короткий час. Якшо тривале високотемпературне зберігання обробленого добавкою в'яжучого неминуче, то слід вибирати (з-поміж адгезійних добавок) найбільш термостійкий продукт, що дозволяє високотемпературне зберігання до 5-7 діб. Дію добавки (при такому її зберіганні) може бути також подовжено за рахунок більш високого її дозування.

Обладнання для зберігання та переміщення

Для зберігання рідких адгезійних добавок необхідно використовувати ємності з вуглецевистої сталі з метою запобігання корозії.

Пастоподібні продукти необхідно нагрівати перед використанням. Слід прийняти до уваги, що деякі з більш рідких продуктів з високою температурою плавлення також можуть потребувати невеликого підігрівання за холодних погодних умов. Не можна допускати перегрівання продуктів, оскільки це може вплинути на їх ефективність. Необхідно керуватись інструкціями в паспортах продуктів. Попадання води в продукт часто призводить до геле-утворення (желатинування), а інколи і до розпаду. Тому слід запобігати попаданню води в ємності для зберігання.
Для загального випадку, вуглецевиста сталь представляє собою придатний матеріал для насосів та іншого обладнання.
Допускається використання ущільнювачів або прокладок з тефлону (Viton C) або полі-аміду.
Адгезійні добавки несприятливо впливають на сплави з міді та алюмінію, а також на бутилкаучук та натуральний каучук.

Тара

Контейнери середньої вантажопідйомності, так само як і бочки, зазвичай придатні для повторного використання. Контейнери середньої вантажопідйомності, як правило, забираються назад виробником (див. контактні реквізити на ярликах).

Охорона здоров‘я, безпека персоналу та охорона довкілля

Рекомендації щодо поводження з продуктами Wetfix

З продуктами Wetfix слід поводитись у відповідності із рекомендаціями компанії "Nouryon", викладеними в фірмових паспортах безпеки продукту. Перевагу слід надавати використанню обладнання для неперервного дозування продукту в потік бітуму (на етапі перед подачею в змішувач). Дотримання рекомендацій дозволить уникнути прямого контакту з продуктами. При роботі з продуктом Wetfix слід завжди застосовувати маску для обличчя та захисні окуляри, а також рукавиці та захисний одяг.

Для отримання більш повної інформації просимо Вас звертатись до фірменної брошури компанії "Nouryon" з питань безпеки персоналу та охорони довкілля, а також до паспортів безпеки продуктів.

Екологічна токсичність та токсичність для людського організму

Вдихання

Компанія "Nouryon" добилась зниження вмісту летких компонентів в адгезійних добавках. Найбільш жорсткі умови виконання дорожніх робіт відносно концентрації випарів мали місце при будівництві системи тунелів на кільцевій дорозі міста Стокгольм. В тунелях було проведено випробування з метою реалізації умов за найгіршого сценарію з максимальною концентрацією летких компонентів у повітрі. Все було зроблено для створення ситуації штучного забруднення середовища, але навіть за цих умов у відібраних зразках повітря амінів не було виявлено. Слід прийняти до уваги, що межа чутливості приладу відповідає значенню принаймні в 200 разів нижче (тобто, прилад є в 200 разів більш чутливим відносно) того рівня, котрий сам по собі вважається безпечним. Тому автори брошури впевнені в тому, що робота з продуктами Wetfix компанії "Nouryon" є безпечною за умови правильного використання продуктів.

Здоров'я людини: проковтування продукту

Продукти Wetfix характеризуються відносно низьким значенням показника короткотривалої токсичності, при тому що критичне значення цього показника згідно приписів – зверх 2000 мг/кг маси тіла, що виводить згадані продукти поза межі класифікації за ознакою короткотривалої токсичності. Лише деякі продукти попадають в межі 200-2000 мг/кг, що класифікує їх як небезпечні для здоров'я. Нижня межа в 200 мг/кг відповідає дозі в одну столову ложку для дорослої людини, а 2000 мг/кг – одній повній чашці. Видається дуже малоймовірним, щоб хто-небудь міг випадково проковтнути ці порції продукту.

Дія продукту на шкіру та очі

Більш імовірним є попадання крапель та бризок продукту Wetfix на шкіру та в очі – у випадку незастосування захисного спорядження. При попаданні краплі продукту в око вона може викликати серйозне ураження, якщо око негайно не обробити. В цьому випадку ми рекомендуємо використовувати (за наявності) сертифікований 0,5% водний розчин оцтової кислоти. Око необхідно промити згаданим розчином, а потім – великою кількістю чистої води. Якщо 0,5% розчину оцтової кислоти немає в наявності, то промивання водою необхідно почати негайно.

Виконання тої ж самої процедури рекомендовано у випадку контакту продукту зі шкірою, за винятком того, що тут хорошим рішенням буде також використання мила з водою – в якості проміжного кроку. А найкращий метод «лікування» – запобігання подібним випадкам завдяки використанню належного захисного спорядження.

При контакті з продуктом слід завжди звертатись за лікарською допомогою.

При забрудненні захисного спорядження його слід негайно замінити або належним чином очистити, оскільки повторний контакт може призвести до сенсибілізації.

Токсичність по відношенню до довкілля

Багато які з поверхнево активних речовин виявляють високу токсичність по відношенню до водних організмів, таких як деякі види риб, дафнія та водорості. Цей ефект пов'язаний із притаманною продуктам властивістю прилипання до поверхні, і особливо чітко він проявляє себе в досліджуваних системах, де відсутні будь-які інші компоненти, що притягують до себе.
На практиці, коли продукти можуть збиратись в таких місцях як дорожній кювет та на дорожньому укосі – утворюється величезна кількість порошкоподібних твердих частинок, на поверхні котрих легко осядуть поверхнево-активні речовини, при тому що в переважній більшості вони перестануть бути доступними для живих організмів. Це підтверджується експериментальними даними, що показують сильне зниження фактичної дії катіонних речовин при використанні річкової води взамін чистої. Іншим чинником є те, що аміни осідають на поверхні кам'яного матеріалу, а потім покриваються шаром бітуму, що герметизує.

Вуглецевий слід

Використання енергії та викиди промислового виробництва (вуглецевий слід) перебувають на поточний момент в фокусі уваги органів влади та громадськості. Продукти Wetfix в цьому відношенні представляють собою відмінний вибір. Дослідження показують, що (навіть при незначному збільшенні терміну служби дороги – всього на 2%) адгезійна добавка вже виправдовує витрати за рахунок зменшення шкоди для довкілля. В дійсності термін служби дороги продовжується на значно більш тривалий період часу. Основані на амінах рідкі адгезійні добавки, у порівнянні з іншими адгезійними добавками, такими як гідратоване вапно та цемент, видаються значно більш вдалим вибором в цьому відношенні. Аналіз повного життєвого циклу показав, що вуглецевий слід адгезійних добавок Wetfix складає менш ніж 5% від аналогічного показника для гідратованого вапна і цементу.

Методи лабораторних випробувань адгезії та адгезійних добавок

Рівень адгезії між бітумом та кам'яним матеріалом можна спрогнозувати з використанням методів лабораторних випробувань. Методи можуть застосовуватись для оцінки дії вологи на комбінацію «кам'яний матеріал / в'яжуче» з адгезійною добавкою та без неї. В лабораторії важко змоделювати польові умови, тому важко і оцінити ефективність дії в польових умовах. Методи лабораторних випробувань сфокусовані на вивченні дії води на покритий в'яжучим кам'яний матеріал (пасивна адгезія) або здатності бітуму прилипати до поверхні вологого кам'яного матеріалу (активна адгезія).

Випробування пасивної адгезії

Випробування на статичне занурення у воду

Сухий, однорідний за розміром кам'яний матеріал покривається бітумом при температурі, вибраній в залежності від в'язкості бітуму, і занурюється у воду.
Відшарування визначаються шляхом візуального огляду ступеню покриття бітумом неушільненого, обробленого в'яжучим кам'яного матеріалу після його витримки під водою.
Прикладом такого методу є «Випробування на повне занурення у воду» [TWIT – Total Water Immersion Test]. Статичні випробування представляють собою такий вид випробувань, котрий може бути успішно застосованим по відношенню до кам'яних матеріалів з високим «показником вмісту відшліфованих каменів» [PSV – Polished Stone Value].
При підвищенні температури води до 100°C використовується метод, відомий як «Випробування на відшаровування кип'ятінням у воді». Показник адгезії визначається за ступенем покриття бітумом обробленого в'яжучим кам'яного матеріалу після його занурення в киплячу воду при заданих умовах.
В модифікованих випробуваннях кам'яний матеріал може бути покритий розчином солі для моделювання дії хімічних засобів проти ожеледиці.

Посилання на стандартні методики:
А) Європейський стандарт EN 12697-11: Частина B, Статичні випробування (European Standard EN 12697-11: Part B Static Test).
Б) Європейський стандарт EN 12697-11: Частина C, Випробування на відшаровування кип'ятінням у воді (European Standard EN 12697-11: Part C Boiling Water Stripping Test).
В) США: ASTM D 3625-91, Частина B, Дія води на покритий бітумінозною речовиною кам'яний матеріал – з використанням киплячої води (USA: ASTM D 3625-91 Effect of Water on Bituminous Coated Aggregate Using Boiling Water).
Г) Стандарт компанії «Нуріон»): AA2

Випробування на повне занурення у воду

(Nouryon: Total Water Immersion Test).

Випробування на динамічне занурення у воду/ Випробування на перекочування в пляшці
Покритий бітумом, однорідний за розміром кам'яний матеріал поміщається в наповнену водою пляшку. Пляшка закупорюється і поміщається на прилад для перекочування пляшок. Перекочування пляшок виконується при температурі довкілля і на заданій швидкості. Через різні проміжки часу проводиться візуальна оцінка ступеню покриття кам'яного матеріалу бітумом. Для високо-абразивного кам'яного матеріалу цей метод є непридатним.

Поміщені на прилад для перекочування пляшки, що містять покритий бітумом однорідний за розміром щебінь і воду.

Візуальна оцінка площі поверхні кам'яного матеріалу, покритого бітумом.

Посилання на стандартні методики:
А) **Європейський стандарт EN 12697-11: Частина A, Метод перекочування в пляшці** (European Standard EN 12697-11: Part A Rolling Bottle Method).
Б) **Стандарт компанії «Нуріон»): AA1, Випробування на перекочування в пляшці** (Nouryon: AA1 Rolling Bottle Test).

Випробування на водо-чутливість для ущільнених асфальтобетонних сумішей

Співвідношення показників стійкості до непрямого зусилля на розтяг [ITSR – Indirect Tensile Strength Ratio]

Виконується ущільнення зразків до досягнення рівнів щільності і пористості, що відповідають показникам в польових умовах. Метод може також застосовуватись до кернів, відібраних з асфальтобетонного покриття. Після ущільнення одна серія зразків витримується в сухому стані при кімнатній температурі, а інша серія насичується водою і витримується у воді при підвищеній температурі.
Після цього визначається показник стійкості до зусилля на розтяг для кожної серії зразків при заданій для випробування температурі.
Відношення показника стійкості до непрямого зусилля на розтяг (між витриманою у воді серією зразків та сухою серією) представляється у відсотках.

Ноттінгемський прилад випробування асфальтобетонних сумішей може бути пристосованим під виконання різного виду випробувань.

Посилання на стандартні методики:
А) Європейський стандарт EN 12697-12: Визначення водо-чутливості бітумінозних зразків (European Standard EN 12697-12: Determination of the Water Sensitivity of Bituminous Specimens).
Б) США: ASTM D 4876-92, Дія вологи на асфальтобетонні суміші для дорожніх покриттів (USA: ASTM D 4876-92 Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures).
В) США: ASTM D 1075-94, Дія води на показник міцності на стискання ущільнених бітумінозних сумішей (USA: ASTM D 1075-94 Effect of Water on Compressive Strength of Compacted Bituminous Mixtures).

Модифікований тест Лотмана

Зразки ущільнюються до досягнення заданого рівня пористості. Після ущільнення зразки занурюються у воду, водонасичуються і піддаються одному чи більшому числу циклів замерзання-відтавання. Виконується порівняння показника стійкості до непрямого зусилля на розтяг [ITS – Indirect Tensile Strength] для зразків, що пройшли водну обробку, з показником для сухих зразків. Співвідношення показників представляється у відсотках.

Посилання на стандартні методики:
А) США: ASTM D 4867-92, Дія вологи на асфальтобетонні суміші для дорожніх покриттів (USA: ASTM D 4867-92 Effect of Moisture on Asphalt Concrete Paving Mixtures).
Б) США: AASHTO T238, Опір руйнуванню, викликаному дією вологи (USA: AASHTO T238 Resistance to Moisture Induced Damage).

Вразливість до дії вологих випарів

Приготовані асфальтобетонні суміші піддаються дії вологої атмосфери. Після такої дії визначається показник стабільності суміші.

Посилання на стандартні методики:
А) США: Каліфорнія CT307, Чутливість до дії вологих випарів (USA: California CT307 Moisture Vapour Susceptibility).

Методи лабораторних випробувань адгезії та адгезійних добавок Продовження

Випробування на прокатування колесом

Вплив на дорогу транспортних засобів моделюється при випробуванні на прокатування колесом: вразливість бітумінозних матеріалів до утворення колії вимірюється шляхом багаторазового проходження навантаженого колеса при постійній температурі. Метод є придатним до зразків, виготовлених в лабораторних умовах або відібраних з дорожнього покриття. Витримка зразків виконується в повітряному або водному середовищі.

Посилання на стандартні методики:
А) Європейський стандарт EN 12697-22: Прокатування колесом.
Б) Тех-242-F, Гамбурзький тест на прокатування колесом.

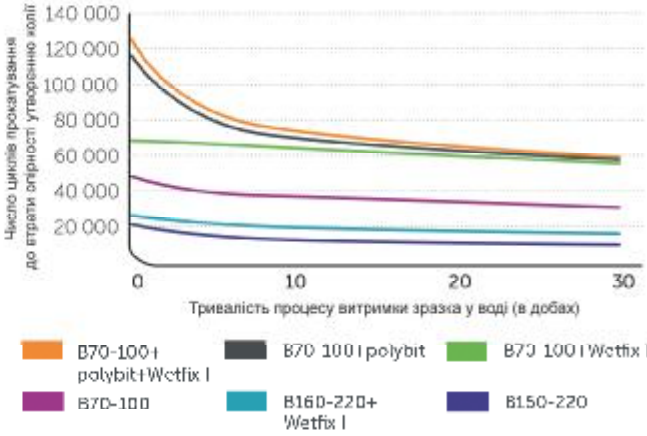
Випробування на оцінку ступеню огорнення гарячих асфальтобетонних сумішей

Адгезійні добавки можуть покращити ступінь огорнення кам'яного матеріалу. Ступінь огорнення в гарячих асфальтобетонних сумішах може бути виражений ступенем покриття крупного кам'яного матеріалу. Можливим є також визначення часу, необхідного для досягнення хорошого ступеню огорнення.

Посилання на стандартні методики:
А) США: ASTM D 2489, Ступінь покриття частинок в бітумінозних сумішах з кам'яним матеріалом.

Типовий варіант випробувального обладнання, призначеного для виконання вимірів на плитах (лабораторія KVD, Норвегія)

Результати випробування на прокатування колесом на основі звіту SBUF-0071



Випробування активної адгезії

Випробування для технології поверхневої обробки

Кювета занурення

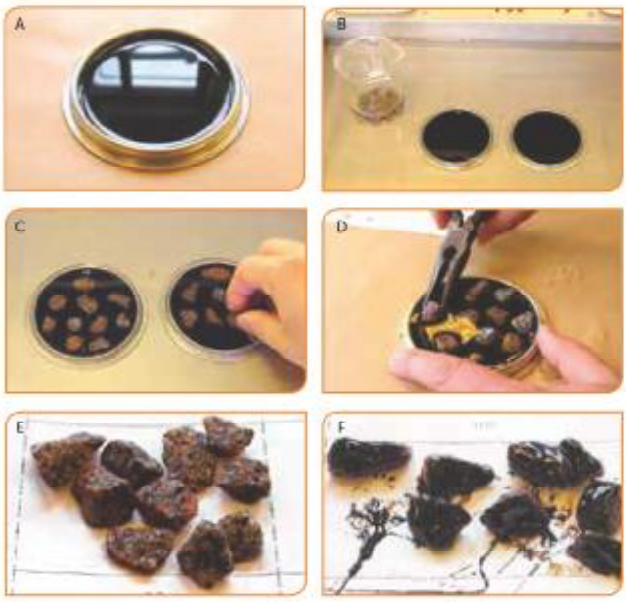
Цей метод розроблено для визначення «активної» адгезії, тобто здатності в'яжучого покривати вологий кам'яний матеріал. Плівка з розрідженого або м'якого бітуму покривається водою, і певна кількість щебеню проходить через воду та вдавлюється в плівку в'яжучого. Виконується візуальна оцінка відсоткового показника по в'яжучому, що втрималось на щебені.

Посилання на стандартні методики:
А) Стандарт компанії «Нуріон»: AA5, Випробування з кюветою занурення .
Б) Австралія: Вікторія CRB 112.03 (1975), Адгезія в'яжучого до кам'яного матеріалу.

Випробування на пластині/віаліт

Бітумна плівка наноситься на металічну пластину. Вологий або сухий щебінь втискається або вкочується в поверхню бітумної плівки. Пластина занурюється у воду, і визначається показник адгезії щебеню шляхом завдання ударів по зворотній стороні пластини. Щебінь, що відпав, зважується або підраховується. При використанні вологого щебеню можна виміряти активну адгезію.

Посилання на стандартні методики:
А) Австралія: HDSA 305.01 (1988), Визначення показника відшарування кам'яного матеріалу шляхом одноденного випробування на відшаровування на пластині.
Б) Австралія: NSW T230, Опір відшаруванню покритого кам'яного матеріалу і в'яжучого.
В) Нова Зеландія: MWD B301-83, Метод вимірювання активної адгезії між бітумінозним в'яжучим і дорожнім кам'яним матеріалом.



A) Плівка розрідженого бітуму на металічній кришці.
B) Кам'яний матеріал і бітум витримані у водяній бані.
C) Щебінь, щільно втиснутий в бітумну плівку під де-іонізованою водою.
D) Щебінь, вийнятий після певного періоду часу.
E-F) Аналіз поверхні кам'яного матеріалу, покритого бітумом.

Випробування сумішей з м'яких бітумів

Випробування з вологою сумішшю

Метод розроблено головним чином для оцінки напівгарячих сумішей. Вологий кам'яний матеріал змішується з м'яким бітумом. Після закінчення різних періодів змішування виконується візуальна оцінка відсоткового показника покритої бітумом поверхні кам'яного матеріалу.

Інші випробування

В модифікованих випробуваннях суміші можуть бути піддані різній обробці, наприклад, їх можуть помістити в прилад для перекочування пляшок або ж піддати витримці у воді. Після цього виконується візуальна оцінка ступеню покриття/відшарування.

Співвідношення показників стійкості до непрямого зусилля на розтяг

Зразки ущільнюються до досягнення щільності і пористості, що відповідають рівню показників при польових умовах. Після ущільнення частина зразків витримується в сухому стані при кімнатній температурі, а інша частина насичується водою при підвищеній температурі. Визначається показник стійкості до непрямого зусилля на розтяг для кожної частини зразків при заданій для випробувань температурі. Відношення значень показника стійкості до непрямого зусилля на розтяг між витриманою у воді частиною зразків і сухою їх частиною подається у відсотках.

Посилання на стандартні методики:
А) Стандарт компанії «Нуріон»: AA4, Випробування з вологою сумішшю.
Б) Стандарт компанії «Нуріон»: AA, Модифіковані випробування на перекочування в пляшці .
В) Швеція: Метод випробувань VVMB701 Дорожньої Адміністрації.

Терміни і визначення

Адгезійна добавка
Катіонна поверхнево-активна речовина, що забезпечує повний, незворотній та водостійкий зв'язок між бітумним в'яжучим і кам'яним матеріалом.

Адгезійна добавка, термостійка
Адгезійна добавка, що зберігає ефективність після зберігання обробленого добавкою в'яжучого при високій температурі.

Адгезія, активна
Здатність бітуму, обробленого адгезійною добавкою, витісняти вологу з поверхні кам'яного матеріалу і встановлювати міцний зв'язок між поверхнею кам'яного матеріалу і бітумом.

Адгезія, динамічна
Адгезія між кам'яним матеріалом і бітумом, що забезпечує стійкість до ефекту перекочування при дії транспорту на мокрих поверхневих шарах дорожнього покриття.

Адгезія, пасивна
Стійкість зв'язку між поверхнею кам'яного матеріалу і бітуму до дії води.

Асфальтобетонна суміш на основі м'якого бітуму
Дорожній матеріал, приготований із суміші кам'яного матеріалу та м'якого бітуму при відносно низькій температурі (100-120°С). Користується попитом в скандинавських країнах.

Бітум
В'язка рідина темного кольору, продукт переробки тяжких залишків нафти. Переважно аліфатичної або циклоаліфатичної природи. В США використовується назва «асфальт».

Бітум, кислотне число
Міра оцінки кислотності бітуму, виражена в міліграмах гідроксиду калію, необхідних для нейтралізації одного граму бітуму.

Бітум, окислений
Бітум, отриманий методом окислення тяжкого залишку нафти – гудрону (шляхом продувки повітря при підвищеній температурі).

Бітумна емульсія
Рідина, отримана шляхом диспергування бітуму у воді, що містить невелику кількість емульгатора.

Бітумна емульсія, аніонна
Бітумна емульсія, приготована з використанням аніонних емульгаторів. Частинки бітуму в цьому випадку несуть від'ємний заряд.

Бітумна емульсія, катіонна
Бітумна емульсія, приготована з використанням катіонних емульгаторів. Частинки бітуму в цьому випадку несуть позитивний заряд.

Відшарування
Процес, при котрому вода витісняє бітумне в'яжуче з поверхні кам'яного матеріалу. Термін охоплює також різновидності процесів, при котрих вода проникає в плівку більш твердих бітумів, викликаючи втрату зв'язку.

В'яжуче
Загальноприйнятий термін для позначення в'яжучого матеріалу, включно із бітумом, кам'яновугільним дьогтем та бітумом, модифікованим полімерами.

Гаряча суміш
Дорожній матеріал, приготований з гарячої суміші кам'яного матеріалу та бітуму.

Гран-склад
Загальноприйнятий термін, що використовується для опису складу кам'яного матеріалу в бітумінозних сумішах. Показує відсотковий вміст всіх фракцій кам'яного матеріалу. Є суттєво важливим для отримання якісної суміші. Тому відсотковий вміст кожної із використовуваних фракцій кам'яного матеріалу ретельно контролюється.

Гудрон, нафтовий гудрон
Тяжкий нафтовий залишок – слабо-летка фракція нафти. Використовується для отримання та розрідження бітуму.

Добавка-антивідшаровувач
Адгезійна добавка, що забезпечує пасивну адгезію.

Зв'язуючий шар
Європейський еквівалент терміну «склеюючий шар».

Змочувальна добавка
Альтернативний термін для позначення адгезійної добавки. Термін використовується для відображення посиленої здатності обробленого в'яжучого покривати кам'яний матеріал.

Кам'яновугільний дьоготь
Темна в'язка речовина, що отримується в результаті коксування вугілля. Речовина переважно ароматична за своєю природою. В наш час використовується рідко – з огляду на можливий вміст в ній канцерогенів.

Макадам, що повільно густішає
Матеріал для ремонтних робіт на основі бітуму, розрідженого гудроном або іншим розріджувачем.

М'який бітум
Розріджений бітум з показником в'язкості 2000-20000 мПа·с при 60°С. Користується попитом в північноєвропейських країнах.

Непроникний (водостійкий)
Такий, що володіє стійкістю до проникнення (води).

Пенетрація
Прийнятий метод вимірювання в'язкості бітуму шляхом визначення глибини проникнення голки впродовж певного проміжку часу. Високий показник пенетрації вказує на те, що бітум м'який.

Підґрунтовка (первинне просочування)
Рідке в'яжуче, що наноситься методом розпилення на незв'язаний шар дорожньої конструкції для забезпечення якісного зв'язку з перекриваючим шаром гарячої суміші.

Підґрунтовка (склеюючий шар)
Нанесення рідкого бітуму низької в'язкості або емульсії між шарами бітумо-мінерального матеріалу для підвищення зчеплення між шарами асфальтобетону.

Поверхнева обробка
Технологія ущільнення поверхні дорожнього покриття, згідно котрої щебінь наноситься розсипом на розлиту плівку гарячого бітуму, розрідженого бітуму або емульсії.

Пористий асфальт
Дорожній матеріал пористого гран-складу, що застосовується для облаштування шару зносу і володіє хорошими дренуючими (знижує рівень утворення водяного пилу) та звуко-поглинаючими властивостями.

Попереднє покриття
Щебінь, покритий невеликою кількістю бітуму або гасу (керосину). Застосовується в технології поверхневої обробки, або вкочується в поверхню асфальтобетону гарячого укладання.

Просочування Макадам
Технологія, згідно котрої бітумна емульсія або розріджений бітум розпилюється на суміш кам'яного матеріалу пористого гран-складу, а потім ушільнюється.

Розшарування
Викид дорожнього матеріалу із шару зносу дорожнього покриття під дією транспорту.

Розріджений бітум
Бітум, що містить 10-15% розчинника, наприклад гасу (керосину), з температурою кипіння 150-200°С.

Суміш кам'яного матеріалу, пористого гран-складу
Суміш, що не містить мінерального порошку (або містить його у невеликій кількості), що забезпечує відносно високий рівень пористості в ущільненій суміші.

Суміш кам'яного матеріалу, щільного гран-складу
Суміш, що містить кам'яний матеріал, гран-склад котрого підібрано від максимального розміру до розміру мінерального порошку – з метою отримання асфальтобетонної суміші з мінімальною пористістю.

Тепла суміш
Асфальтобетонні суміші, приготовані по різним технологіям при більш низьких (ніж для випадку традиційних гарячих сумішей) робочих температурах.

Чіп сіл (щебеневе ущільнення)
Прийнятий в США еквівалент терміну «поверхнева обробка».

Шар зносу
Верхній шар дорожнього покриття, що входить в безпосередній контакт з транспортом. Термін відомий також під назвою «бігова поверхня».

Список використаної літератури

1 **Premature Asphalt Concrete Pavement Distress Caused by Moisture Induced Damage**, S.R. Shatnawi & J van Kirk, TRB Research Record 1417, 168-177 (1993)

2 **Le Probleme de l'Adhesivite Liants Hydrocarbones-Granulats**, A. M Ajour, R LEM. Report 17 BM No3 1979

3 **Relationship between Permanent Deformation of Asphalt Concrete and Moisture Sensitivity**, N C Krutz & M Stroup-Gardiner, TRB Research Record 1259, 169-177 (1990)

4 **Field Observations of the Behaviour of Bituminous Pavements as Influnced by Moisture**, W K Parr. Symposium on Bituminous Paving Mixtures, 3-16, ASTM Special Publication 240 (1958)

5 **Investigation of Moisture Damage to Asphalt Concrete and the Effect on Field Performence – A case study**, T W Kennedy, R G McGennis & F L Roberts, TRB Research Record 911, 158-165

6. **Detachment of the Stone From Binder under the Influence of Water in Road Surface Dressings**, H Kaqrius & G L Dalton, J Inst. Petroleum, 50, 481, 1-14 (1964)

7 **A Laboratory Test System for Prediction of Asphalt Concrete Moisture Damage**, R P Lottman, R P Chen, K S Kumar, & L W Wolf, TRB Research Record, 515, 18-26 (1974)

8 **Surface Dressing Failures: A Review of Studies in Ireland**, M C Cahill, T Jamieson & J PM Sheedy 11-25, 4th Euro-bitume Congress, Madrid (1989)

9 **Stripping of Asphalt Pavements: State of the Art**, M A Taylor & P Khosla, TRB Research Record 911, 150-157 (1983)

10 **Surface Active Agents in Bituminous Road Materials**, D H Mathews, J App. Chem, 56-73 (February 1962)

11 **The Effects of Amino Antistrip Additives on Stripping of Bituminous Mixes**, S Ramaswamy & F W Low, Highways and Transportation, 9-13 (May 1990)

12 **Early Performance of Some Anti-stripping Agents in Ontario Pavements**, F Field & W A Phang, Annual Conference of Canadian Technical Asphalt Association, Vancouver (1972)

13 **Field and Laboratory Investigation of Stripping in Asphalt Pavements: State of the Art Report**, P S Kandal, TRB Research Record 1454, 46-47 (1996)

14 **The Cost Effectiveness of Using Cationic Amine Adhesion Agents in Surface Dressing Treatments**, A R Woodside C Rogan, 5th Eurobitume Congress, Stockholm (1993)

15 **The Development of a Mathematical Model to predict Chip Loss in Surface Dressing**, AR Woodside C Rogan, 5th Eurobitume Congress, Stockholm (1993)

16 **The Use of the LIMPET Tester to Assess the Bond Strength Characteristics of Bituminous Materials**, A R Woodside C Rogan 5th Eurobitume Congress, Stockholm (1993)

17 **Stripping in Asphaltic Concrete Mixes Observations and Test Procedures** F Field & W Phang, Proceedings Canadian Technical Asphalt Association, 12, 61-80 (1967)

18 **Adsorption of Asphalt and Asphalt Functionalities onto Aggregates Precoated with Antistripping Agents**, CC Curtis, J Baik, & YW Jeon, TRB Research Record, 1269, 48-55 (1990)

19 **Adsorption Behaviour of Asphalts on Siliceous and Calcareous Aggregates**, G J Brannan, YW Jeon, L M Perry, C W Curtis, TRB Research Record 1323, 10-19 (1991)

20 **Identification of Chemical Types in Asphalts strongly adsorbed at the Asphalt Aggregate Interface and their relative Displacement by Water**, L Plancher, S M Dorrence, J C Petersen AAPT Proceedings San Antonio Texas (1977)

21 **Improving Frictional Characteristics of Emulsion-based Seal Coats with Antistripping Agents**, A A Selim, 68th Annual Meeting, TRB Research Record 1217, 46-52, Washington (1989)

22 **The Use of Adhesion Agents and their Effect**, A R Woodside & P D McCool 1-37, 4th Eurobitume Congress, Madrid (1989)

23 **Effects of Adhesion Agents on Asphalt Cements as measured by the Schultze-Breuer Test**, A C Brooker, C Barnal, & D Bonn, 28th Annual Convention of ISSA, Tampa Florida (1990)

24 **Improving Chip Retention and Reducing Moisture Susceptibility of Seal Coat**, AA Selim & T Tham, TRB Research Record 1392, 20-26 (1993)

25 **Effect of Antistrip Additives on Surface Free Energy Characteristics of Asphalt Binders for Moisture-Induced Damage Potential**, Nazimuddin M. Wasiuddin, Chris M. Fogle, Musharraf M. Zaman, and Edgar A. O'Rear, Journal of Testing and Evaluation, Vol. 35, No. 1, 2007

26 **Use of Surface Free Energy Properties of the Asphalt-Aggregate System to Predict Damage Potential**, DingXin Cheng, Dallas N. Little, Robert L. Lytton, and James C. Holste, Annual Meeting of the Association of Asphalt Paving Technologists, Colorado Springs, Colorado 2002

27 **Calorimetric Measurement of Adhesion between Bitumen and Aggregate used in Asphalt Mixtures**, Kamilla Vasconcelos, Amit Bhasin, Dallas N. Little, International Symposium on Asphalt Pavements and Environment, Zurich Switzerland 2008

28 **Moisture susceptibility of asphalt mixtures combined with surface free energy and fracture property characterisation**, Silvia Caro, Gordon D. Airey, Eyad A. Masad, Amit Bhasin, Dallas N. Little, International Symposium on Asphalt Pavements and Environment, Zurich, Switzerland 2008

29 **Limits on Adhesive Bond Energy for Improved Resistance of Hot Mix Asphalt to Moisture Damage**, Amit Bhasin, Eyad Masad, Dallas Little, Robert Lytton, Transportation Research Board 85th Annual Meeting, Washington D.C. January 22-26, 2006

30 **Moisture Sensitivity of Modified Asphalt Binders: Factors Influencing Bond Strength**, Copeland, Audrey R; Youtcheff Jr, John S; Shenoy, Arodh, Bituminous and Nonbituminous Materials of Bituminous Paving Mixtures, Transportation Research Board Monograph 2007, pp18-28

31 **Evaluation of Moisture Damage in Hot Mix Asphalt using Simple Peformance and Superpave Indirect Tension Tests**, Xingwei Chen, Baoshan Huang, Transportation Research Board 86th Annual Meeting, Washington D.C. January 21-25, 2007

Компанія «Нуріон» є світовим лідером в галузі спеціалізованих хімікатів. Світові ринки роблять ставку на продуковані компанією ключові хімічні продукти – з метою їх використання при виробництві предметів повсякденного вжитку, таких як палива, пластик, покриття, бітум, агрохімікати, предмети особистої гігієни та змащувальні матеріали. Спираючись на свій майже 400-річний історичний досвід, цілеспрямованість десятитисячного контингенту працівників та сповідувану спільно з партнерами прихильність до ідей ділового зростання, ефективної фінансової діяльності, дотримання безпеки, принципів сталого розвитку та інноваційності, компанія «Нуріон» створила бізнес світового класу та збудувала міцні партнерські зв'язки із своїми замовниками. Компанія працює в більш ніж 80-ти країнах по всьому світу, а її пакет пропозицій провідних індустріальних брендів включає такі бренди як «Редікот» (Redicote®), «Редісет» (Rediset®) «Ветфікс» (Wetfix®) та «Клін- Бета» (Kling® Beta).

За необхідності отримання більш повної інформації запрошуємо відвідати веб-сайт компанії за інтернет-адресою **surfacechemistry.nouryon.com/markets/asphalt**

Згадані продукти представляють собою торгові марки і є зареєстрованими в багатьох країнах світу

Представлена інформація є зірною і правильною – наскільки це відомо компанії виробнику, але без жодної гарантії, хіба лише якщо про це чітко вказано. Оскільки умови, в котрих буде застосовано продукт, є поза межами впливу чи контролю зі сторони компанії-виробника, то компанія виробник знімає з себе будь яку відповідальність, включно із відповідальністю за порушення патентних прав, що може настати у зв'язку із використанням даних про продукт (або порад стосовно продукту).

Nouryon