



# Бітумна емульсія

—  
Технічний бюллетень

Nouryon

# Вступ

---

Бітум застосовується у якості в'яжучого в дорожньому будівництві та в захисних покриттях і клейких речовинах в будівельній індустрії. В найбільш розповсюджених технологіях бітум нагрівається до 100-200°C, поки він не стане достатньо рідким для перемішування з кам'яним матеріалом. Перемішані в гарячому вигляді матеріали повинні зберігатись, транспортуватись та застосовуватись в гарячому стані для підтримання їх зручноукладальності.

Дорожнє покриття набирає кінцеву міцність в міру застигання суміші. В якості альтернативи, бітум розбавляється нафтовими розчинниками, наприклад гасом (керосином), поки він не стане рідким, і кінцева міцність матеріалу досягається лише тоді, коли випарується розчинник.

Бітумні емульсії забезпечують альтернативний підхід, при котрому бітум розріджується шляхом диспергування у воді. Емульсії можуть використовуватись з холодними та мокрими кам'яними матеріалами. Набір кінцевої міцності дорожнього матеріалу відбувається коли емульсії розпадаються (відбувається повернення в неперервну бітумну фазу) і вода зникає.

В багатьох випадках застосування (в дорожньому будівництві) емульсії забезпечують більш безпечною і більш екологічну (ніж гарячий бітум) систему, оскільки усувається вірогідність пожежі, опіків та шкідливих викидів, а також знижується витрата енергії. В цій брошури наведено опис як теорії, так і практичних аспектів бітумних емульсій.



# Що таке емульсія?

---

Емульсія – це дисперсія дрібних крапель однієї рідини в іншій.

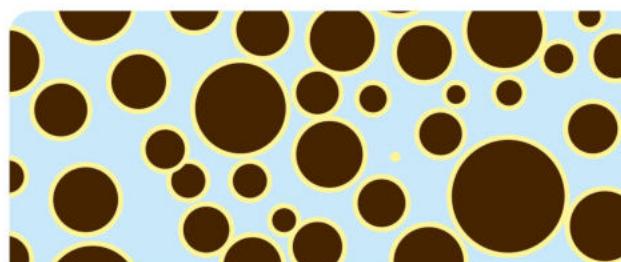
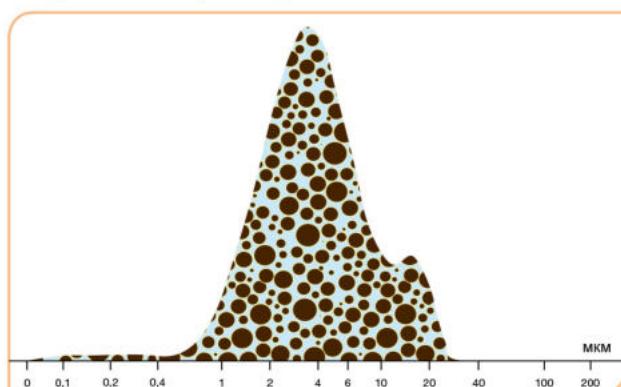
Емульсії можуть бути утворені будь-якими двома рідинами, що не змішуються, але в більшості емульсій однією з фаз є вода.

Емульсії на зразок «масло у воді» (M/B) – це емульсії, в яких неперервною фазою є вода, а дисперсною (крапельною) фазою – нерозчинна у воді «масляниста» рідина (або просто «масло»). Емульсії на зразок «вода у маслі» (B/M) – емульсії, в яких неперервною фазою є масло, а дисперсною фазою – вода. Емульсії B/M інколи називають «оберненими емульсіями». Можуть утворюватись багатофазні емульсії, в яких самі дисперговані краплі містять більш дрібні краплі третьої фази, зазвичай тої ж самої рідини, що і неперервна фаза.

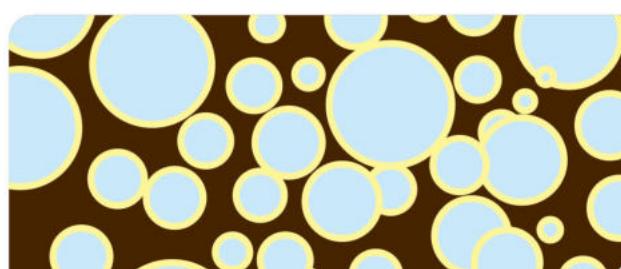
Масло і вода при перемішуванні можуть утворювати емульсію, але вона швидко розділиться коли перемішування припиниться. Стійкі емульсії містять третій компонент (емульгатор), який запобігає розшаруванню фаз (або сповільнює цей процес).

Зазвичай застосовуються емульсії «масло у воді», хоча обернені емульсії на основі розріджених бітумів також знаходять спеціалізоване застосування. Існують дані щодо того, що бітум може утворювати багатофазні емульсії B/M/B. Емульсії, що містять 40-80% бітуму, представляють собою коричневі рідини з консистенцією в проміжку від консистенції молока до консистенції густих вершків. Краплі зазвичай мають діаметр 1-20 мкм.

Типовий розподіл крапель бітумної емульсії за розміром.



Емульсія зразка «масло у воді»



Емульсія зразка «вода у маслі»



Багатофазна емульсія

# Приготування бітумних емульсій

Бітумні емульсії зазвичай готують з використанням колоїдного млина, хоча можливим є і застосування інших диспергуючих пристрій. В колоїдному млині енергія прикладається до системи шляхом пропускання суміші з гарячого бітуму та водної фази між обертовим диском, конусом або маховиком з однієї сторони і статором – з іншої. Ротор, так само як і статор, може мати пази або зубці для створення турбулентного потоку.

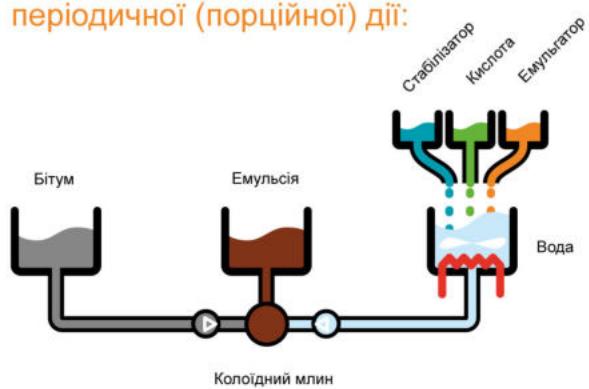
Бітумна емульсія може вироблятись в установці періодичної або неперервної дії. Періодичний процес включає не менше двох етапів – приготування водної фази (мільного розчину) і фактичне виробництво емульсії. Водна фаза готується у витратному баку, до якого дозовано подаються: нагріта вода, емульгатор та інші хімікати для емульсії. При цьому цей розчин ретельно перемішується. В процесі виробництва емульсії бітум та підготовлена водна фаза дозуються в колоїдний млин. Якщо виникне необхідність додати в бітум розчинник, то для бітуму також потрібна буде проміжна дозувальна ємність, або ж можна буде реалізувати схему з дозованим введенням розчинника в потік бітуму.

В емульсійній установці періодичної дії безпосередньо виробництво емульсії включає тільки декілька потоків матеріалів, що дозволяє здійснювати управління процесом в ручному режимі. Однак належне дозування різних компонентів є вирішальним для забезпечення якості емульсії. Отже, автоматичне (або хоча б напівавтоматичне) управління зробить виробництво більш ефективним і дозволить зменшити похибку оператора. Крім того, використовувані хімікати можуть бути небезпечними та корозійними. Це означає, що перевагу слід надавати закритим дозувальним системам (а не відкритим ємностям і переносним насосам) – для забезпечення належної безпеки праці та відповідності екологічним вимогам.

При реалізації схеми неперервної дії – нагрівання води та дозування всіх матеріалів виконується у неперервному режимі за допомогою окремих дозуючих насосів для кожного матеріалу. Дозувальні ємності не використовуються. Замість цього, система водної фази має бути спроектована таким чином, щоб вона забезпечувала достатній час на проходження реакції для хімікатів.

Тоді належна нейтралізація (пом'якшення води) та розчинення інгредієнтів відбудеться ще до того, як водна фаза ввійде в контакт з бітумом. Управління цим процесом має здійснюватись автоматично – з використанням витратомірів для забезпечення дозованого введення всіх матеріалів та хімікатів (за винятком кислоти, управління дозуванням якої має здійснюватись на основі принципу дотримання приписаного значення показника pH у водній фазі).

## Емульсійна установка періодичної (порційної) дії:



## Емульсійна установка неперервної дії:



Можливим є і застосування різних спеціальних добавок, наприклад, латексу (що є водною дисперсією блок-співполімеру стирену, бутадієну та каучуку (SBR)) або сухої порошкоподібної полімерної добавки до бітуму (що є блок-співполімером «стирен-бутадієн-стирен» (SBS)). Реалізація функції введення таких добавок потребуватиме до-облаштування емульсійної установки спеціальними додатковими функціональними компонентами та використання спеціальних конструктивних/технічних рішень. Наприклад,

латекс є чутливим до зсувної дії і може коагулювати в насосах та трубопроводах. При використанні ж SBS-модифікованого бітуму, як правило, необхідно готувати емульсію при температурі вище температури кипіння води. Це в свою чергу вимагатиме реалізації версії виробництва при підвищенному тиску (на млині) та з наступним охолодженням перед тим як відправити вироблений матеріал в ємність для зберігання при атмосферному тиску.

## Процес емульгування

---

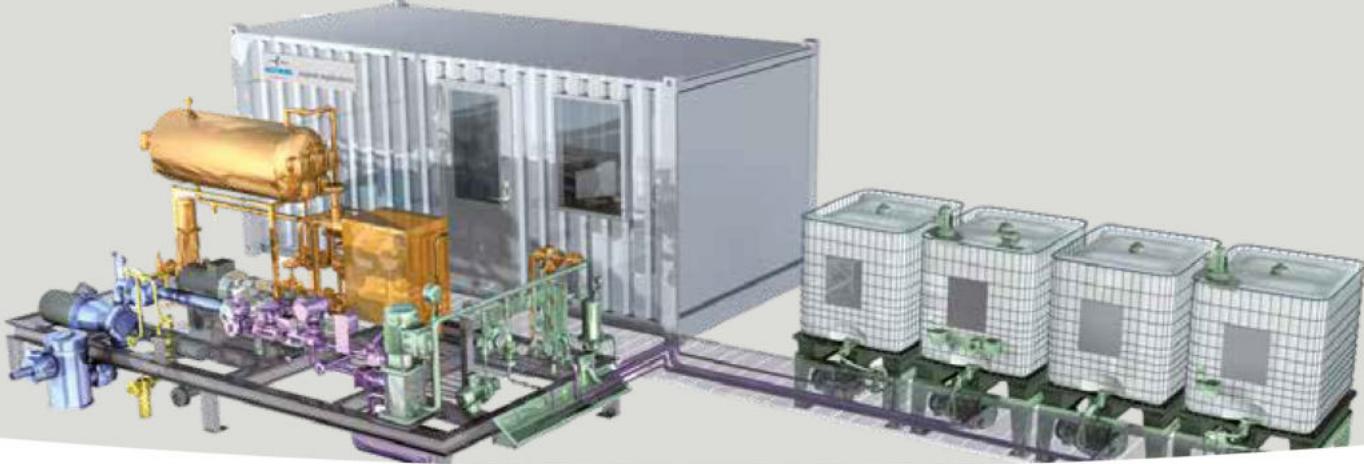
Емульгування означає розпад бітуму на краплі. Цьому процесу перешкоджає внутрішня когезія та в'язкість бітуму, а також сили поверхневого натягу, які чинять опір створенню нової поверхні розділу.

Краплі також мають тенденцію до коалесценції (повторного об'єднання). Для досягнення малого розміру частинок в емульсії необхідно не тільки належним

чином докласти механічне зусилля для створення дрібних крапель, але також запобігти їх коалесценції після утворення.

Розмір часток отриманої емульсії може залежати від конструкції головки млина, швидкості ротора млина, зазору між ротором і статором, часу витримки в млині, концентрації і типу емульгатора, а також від температури емульгування.





Зазвичай для приготування емульсії використовується найбільш висока практично можлива температура – для того, щоб понизити в'язкість бітуму. Бітум нагрівається до 110-160° С до тих пір поки не буде досягнуто в'язкості 500 сантистокс (або нижче) для подачі насосом до млина. Водна фаза також нагрівається до 30-70° С для розчинення емульгаторів та для досягнення необхідної температури емульгування після перемішування з бітумом. В тих колоїдних млинах, в яких не забезпечується підтримання підвищеного

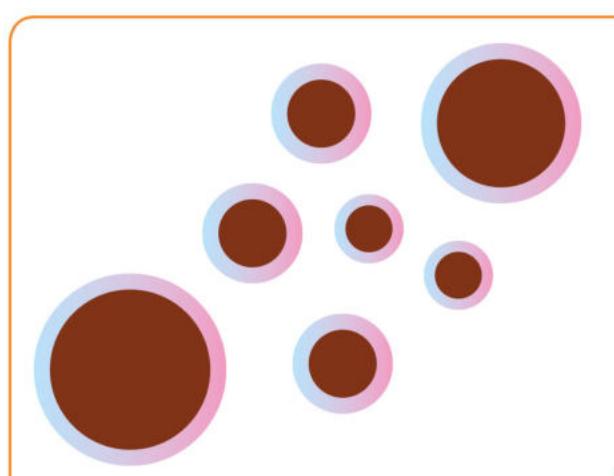
тиску, температура емульгування обмежена рівнем 100° С. Проте в сучасному обладнанні, рівень тиску в котрому перевищує атмосферний тиск, вона може досягати 120° С і вище. Для забезпечення хорошої якості емульсії бітумна фаза повинна мати в'язкість нижче 10000 сантистокс при температурі емульгування. Це означає, що системам, в яких тиск перевищує атмосферний, має надаватись перевага при роботі з твердими бітумами або бітумами, модифікованими полімером.

## Функція емульгатора

В емульсії площа поверхні розділу між рідкими фазами значно збільшується. Один літр бітумної емульсії може мати площу поверхні розділу 5000 м<sup>2</sup>. Для створення такої поверхні розділу вимагається значна енергія. Проте можна зменшити потребу в такій енергії шляхом адсорбції емульгаторів. Як вибір емульгатора, так і його концентрація впливають на розмір часток.

Коли краплі утворились, їх необхідно стабілізувати задля уникнення коалесценції, котра може відбутись тільки тоді, коли краплі перебувають дуже близько одна від одної і деформуються. Емульгатор, адсорбований на поверхні крапель, забезпечує бар'єр електричного та просторового відштовхування, що сприяє запобіганню ефекту тісного зближення. Навіть якщо цей енергетичний бар'єр подолано і краплі випадають пластівцями (флокулюються) – плівка емульгатора на поверхні все ще запобігає коалесценції. Явища поверхневого натягу, котрі виникають внаслідок присутності емульгатора, означають, що має бути подолано енергетичний бар'єр для того, щоб сферичні краплі деформувались і об'єднались.

### Стійка емульсія



Заряд на краплях запобігає тісному зближенню.

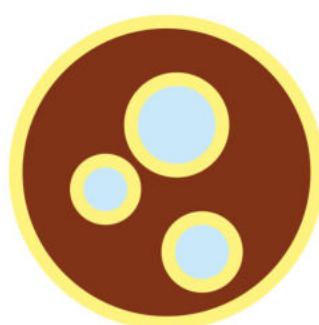
### Флокуляція



Тісне зближення крапель призводить до адгезії між ними.

Флокуляція і коалесценція можуть бути результатом осідання, зсуву і кипіння (або ж замерзання) емульсії. Ці явища можуть бути також започатковані контактом з мінералами, і вони представлятимуть собою важливу стадію в кінцевому розпаді емульсії та затвердінні її залишку.

### Коалесценція



Вода стікає поміж краплями і зникає, а плівка поверхнево-активних речовин руйнується. Краплі непомітно сплавлюються і зливаються воєдино.

Зазвичай для забезпечення хорошої стійкості та належних експлуатаційних показників вимагається більша кількість емульгатора, ніж та, що є необхідною для заповнення поверхні розділу. Бітумні емульсії будуть містити деяку кількість «вільного» емульгатора, котрий буде сприяти запобіганню коалесценції в процесі емульгування, зберігання та транспортування.

## Хімічна природа емульгаторів

---

Концентрація на поверхні розділу (поверхнева активність) залежить від молекули емульгатора, що має як ліпофільну (олеофільну), так і гідрофільну складову. Типовий емульгатор має гідрофільну «головну» групу та гідрофобний (олеофільний) «хвіст», що формується з поновлюваних матеріалів, таких як жири, рослинні олії та деревина. Емульгатори (такі як протеїни, лігніни, полімери та мінерали) можуть мати одну або декілька гідрофобних та гідрофільних «секцій». На поверхні розділу емульгатор орієнтується з гідрофобною секцією (секціями) в маслянистій бітумній фазі, а головна група і проти-іони – у водній фазі.

Для запобігання коалесценції бітумні краплі мають утримуватись окремо одна від одної. Існує два різних способи для того щоб цього досягнути. Іонні емульгатори передають заряд бітумним краплям коли краплі наближаються одна до одної.

Ці заряди створюють силу відштовхування. Оскільки заряд в ряді аніонних та катіонних емульгаторів залежить від показника pH, то цей стабілізаційний механізм може бути втрачено – якщо поміняється рівень pH.

# Хімічна природа емульгаторів

## Продовження

Другим механізмом стабілізації є чисто фізичне перешкоджання тісному зближенню крапель. Це є важливим у випадку дуже крупних молекул, таких як полімери, протеїни і т.п.

Молекула емульгатора є набагато меншою ніж крапля бітуму, і кожна крапля стабілізується тисячами молекул емульгатора.

Якби крапля бітуму була б такою самою за величиною як планета Земля, то головна група кожного емульгатора займала б площину в 10 квадратних кілометрів, а хвостовій частині вдалося б проникнути на 8 км вглиб поверхні планети Земля.

Багато які з катіонних емульгаторів поставляються у водо-нерозчинній нейтральній формі, і їх необхідно нейтралізувати кислотою, наприклад соляною, фосфорною, оцтовою або сірчаною – перш ніж сформується катіонна форма. Аналогічним чином, деякі аніонні емульгатори необхідно нейтралізувати гідрооксидом амонію, їдким натром або їдким калієм. Навіть у випадку водорозчинних емульгаторів заряд на краплях емульсії залежить від pH. Причому при кислотному pH емульсії зазвичай є катіонними, а при лужному pH – аніонними.

### Типові молекули емульгатора

Ліпофільний радикал R, так званий «хвіст»

R (жир тваринного походження)

R (жир тваринного походження)

R (талове масло)

R (лігнін)

Гідрофільна функціональна група так звана «голова»



Протіон



### Утворення солей

$\text{RNH}_2$	+	$\text{HCl}$	=	$\text{RNH}_3^+$	+	$\text{Cl}^-$
Нейтральна форма	+	кислота		водорозчинне катіонне «мило»		
$\text{RCOOH}$	+	$\text{NaOH}$	=	$\text{RCOO}^-$	+	$\text{Na}^+$
Нейтральна форма	+	луг		водорозчинне аніонне «мило»		



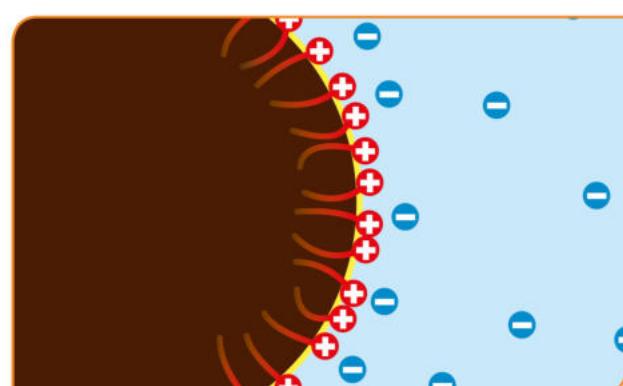
## Стабілізація емульсії

Природа гідрофільної групи визначає механізм стабілізації. Емульгатори з крупними гідрофільними групами можуть запобігти тісному зближенню крапель просто за рахунок свого фізичного розміру (просторове відштовхування).

Гідрофільні групи також можуть приймати заряд у воді, що призводить до електролітичного відштовхування між краплями. Емульгатори можуть бути класифіковані з розподілом на аніонні, катіоннні, амфотерні та неіоногенні види – в залежності від того, який заряд намагаються прийняти їх головні групи. Знак цього заряду залежить від pH емульсії і, головним чином, визначає заряд бітумних крапель, хоча сам бітум містить хімічні групи, які піддаються іонізації і додають свій внесок в заряд крапель.

Розмір і знак заряду на краплях може бути

змінено, і це виражається як дзета-потенціал краплі [електрокінетичний потенціал – міра електростатичної взаємодії (відштовхування/притягання) між частинками]. Дзета-потенціали залежать від pH, і відстежується така тенденція, що емульсії, які містять краплі з низькими дзета-потенціалами (позитивними або негативними), є менш реакційно-здатними.



Молекули емульгатора концентруються на поверхні розділу.

# Інші компоненти емульсії та їх властивості

## Хлорид кальцію

Хлорид кальцію або інші розчинні солі часто включаються у водну фазу катіонних емульсій в кількості 0,05-0,1%. Бітум може містити сіль, що залишилась в результаті незадовільного знесолення сирої нафти, і ця сіль може привести до набухання крапель в емульсії внаслідок явища осмосу [переходу молекул води з водної фази через напівпроникну мембрани в краплю бітуму]. В результаті відбувається підвищення в'язкості емульсії, за котрим часто слідує зниження в'язкості – в міру того як сіль повільно виходить з бітуму. Хлорид кальцію сприяє зменшенню осмосу води в бітумі та підвищенню в'язкості при зберіганні. Хлорид кальцію може також зменшувати осідання емульсії, підвищуючи густину водної фази. В ряді випадків він також покращує експлуатаційні показники емульгаторів.

## Триполіфосфат натрію

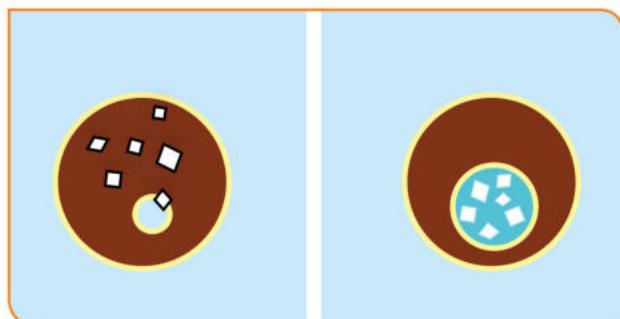
Аніонні емульсії можуть бути чутливими до жорсткої води. Додавання 0,1% триполіфосфату натрію до складу водної фази дає ефект пом'якшення води і покращує якість емульсій.

## Адгезійні добавки

Водостійкість є важливою властивістю суміші взагалі та герметизуючих сумішей зокрема. Часто аніонні емульсії (а в ряді випадків також і катіонні емульсії) не мають достатньої адгезії з кам'яним матеріалом. В таких випадках в бітум до емульгування (або в готову емульсію) можуть бути введені адгезійні добавки.

## Пептизатор бітуму

Емульгованість (здатність до емульгування) різних типів бітумів є різною. Якість емульсії інколи може бути покращено шляхом обробки бітуму бітумним пептизатором [речовиною, дія якої спричиняє процес переходу осаду, отриманого при коагуляції, у колоїдний розчин]. Покращення включає підвищення адгезії та зменшення розміру частинок, в результаті чого зменшується осідання та підвищується в'язкість.



Вода втягується в краплю бітуму, що призводить до підвищення в'язкості емульсії.

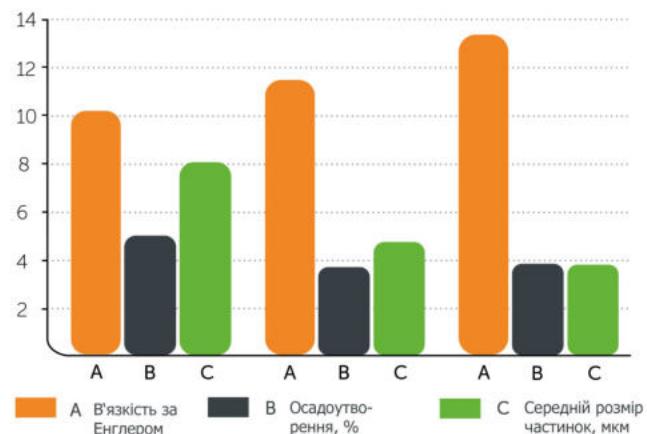
## Латекс

Модифікація полімерами може покращити такі властивості бітуму, як когезію, тріщиностійкість при низьких температурах та опір текучості при високих температурах. Як відомо, існує можливість емульгування бітумів, попередньо модифікованих полімерами. Разом з тим, латекс представляє собою водну дисперсію полімеру, спеціально підібрану для полімер-модифікації емульсій. Латекс може бути введено або в водну, або в бітумну фазу, або навіть додано на одному з більш пізніх етапів в готову емульсію. Латекс поставляється в катіонній, неіоногенний та аніонній формах. При виборі латексу дуже важливо допильнувати, щоб тип латексу був сумісним з емульсією.



## Згущувачі

Водорозчинні згущувачі можуть підвищити в'язкість емульсії, що допомагає забезпечити відповідність вимогам національних стандартів або зменшити стікання емульсії в сумішах пористого гран-складу. Згущувачі можна вводити в водну фазу або в готову емульсію зазвичай в кількості 0,02-0,20%. Згущувачі можуть впливати на розпад і адгезію емульсій, і їх необхідно ретельно підбирати.



Пептизатор бітуму покращує властивості емульсії.

## Застосувані кількості типових емульгаторів

Тип емульсії	Кількість емульгатора, %	pH водної фази	Типовий емульгатор
Катіонна швидкого розпаду	0,15-0,25	2-3	діамін жирів тваринного походження
Катіонна середнього розпаду	0,3-0,6	2-3	діамін жирів тваринного походження
Катіонна повільного розпаду	0,8-2,0	2-5	четвертинний амін
Аніонна швидкого розпаду	0,2-0,4	10,5-12	кислота талової олії
Аніонна середнього розпаду	0,4-0,8	10,5-12	кислота талової олії
Аніонна повільного розпаду	1,2-2,5	7,5-12	нейоногенний + лігносульфонат

# Процес розпаду (або «руйнування»)

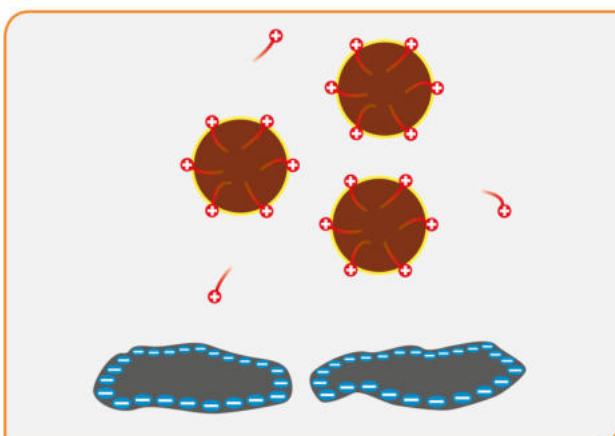
Бітумні емульсії мають перетворитись в неперервну бітумну плівку для того, щоб виконувати свою роль у якості в'яжучого в дорожніх матеріалах або в якості захисних покривів. Швидкість цього процесу розпаду і затвердіння залежить від реакційної здатності емульсії, реакційної здатності кам'яного матеріалу та умов навколошнього середовища, таких як температура та вологість. Бітумні емульсії для дорожнього застосування класифікуються в залежності від їх реакційної здатності.

**Емульсії швидкого розпаду** розпадаються швидко при контакті з чистим кам'яним матеріалом з малою площею поверхні, що застосовується при облаштуванні замикаючих шарів з розсипом щебеню малих фракцій (при поверхневій обробці).

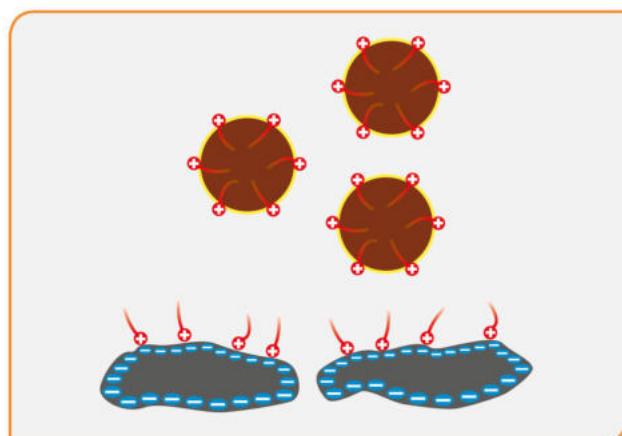
**Емульсії середнього розпаду** розпадаються значно повільніше. Таким чином, вони піддаються перемішуванню з кам'яним матеріалом з малою площею поверхні, таким як той, що застосовується в сумішах пористого гран-складу.

**Емульсії повільного розпаду** піддаються перемішуванню з кам'яним матеріалом, що має велику площину поверхні. В деяких національних стандартах визначено додаткові марки надстійких емульсій, котрі характеризуються надзвичайно повільним розпадом. Всі аспекти складу емульсії можуть чинити вплив на її класифікацію. До числа цих аспектів входять в тому числі і її тип та концентрація емульгатора, вибір і концентрація кислот чи лугів, що застосовуються для регулювання pH, а також марка і джерело походження застосованого бітуму.

Можливі стадії розпаду катіонної бітумної емульсії:



Контакт емульсії з кам'яним матеріалом.



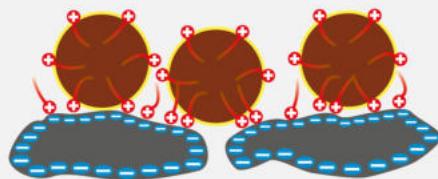
Адсорбція «вільного» емульгатора.



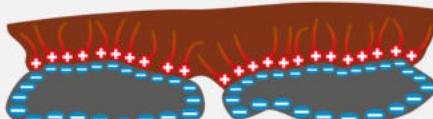
Кам'яні матеріали приймають характерний поверхневий заряд у воді. Цей заряд залежить від значення показника pH та від природи мінералів. Так звані «кислі» кам'яні матеріали з високим вмістом двоокису кремнію прагнуть прийняти від'ємний заряд, тоді як лужні (основні) кам'яні матеріали, такі як вапняки, можуть прийняти позитивний заряд. Коли зростає pH, всі кам'яні матеріали прагнуть стати зарядженими більш від'ємно, тоді як в присутності солей кальцію або інших катіонів у воді – поверхні прагнуть стати менш від'ємно-зарядженими.

Взагалі кажучи, катіонні емульсії реагують швидше з кам'яним матеріалом з від'ємним поверхневим зарядом, хоча інші чинники можуть мати при цьому ще важливіше значення (див. нижче).

Розпад емульсії – це складний процес, зміст котрого ще не до кінця осягнуто, і на нього впливає багато чинників.



Електрофорез крапель з поверхнею.



Коагуляція/розподіл по поверхні.

# Деякі зі стадій процесу «розпаду» можуть включати наступні етапи та явища:

---

## 1) Адсорбція емульгатора на поверхні кам'яного матеріалу

Вільний емульгатор швидко адсорбується. Емульгатор з поверхні розділу вода/бітум усувається значно більш повільно. Але цей ефект також полягає у зменшенні (або навіть зміні на протилежний) поверхневого заряду на кам'яному матеріалі, що може сповільнити розпад. Катіонні емульгатори адсорбуються значно сильніше на кременистих матеріалах, ніж аніонні чи неіоногенні емульгатори. Цим пояснюється доцільність застосування катіонних емульсій з кислими кам'яними матеріалами.

## 2) Рух крапель емульсії до поверхні кам'яного матеріалу

Краплі бітуму в емульсії мають невеликий заряд і рухаються в напрямку до поверхні кам'яного матеріалу з протилежним зарядом (явище електрофорезу). Концентрація на поверхні зближує частинки, що призводить до флокуляції, коалесценції та розподілу по поверхні.

## 3) Зміна pH

Деякі кам'яні матеріали (наприклад вапняки) або мінеральні порошки (наприклад вапно або цемент) можуть фактично нейтралізувати кислоту в катіонній емульсії, викликавши підвищення pH, і емульсія тоді буде дестабілізованою. В інших випадках кам'яний матеріал може адсорбувати іони водню, викликавши менш значне підвищення pH, але достатнє для дестабілізації. Деякі розчинні кам'яні матеріали (наприклад вапняки) можуть стати причиною появи іонів кальцію або магнію в розчині, при тому що ці іони намагатимуться нейтралізувати заряд на аніонних емульсіях.

## 4) Випаровування води

В міру того як вода зникає із системи шляхом випаровування, краплі бітуму концентруються, що призводить до коалесценції. Випаровування може бути головним механізмом розпаду емульсій повільного розпаду.

Сильне зчеплення між бітумом і кам'яним матеріалом по закінченню процесу розпаду і випаровування води.



# Випробування бітумних емульсій

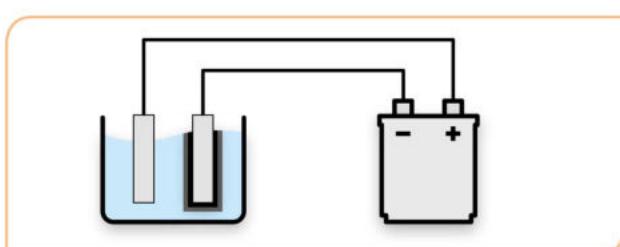
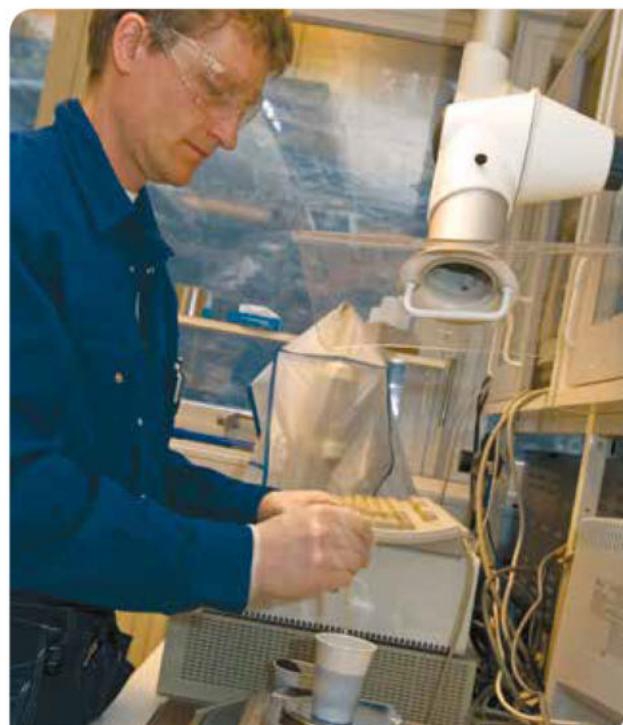
Національні та місцеві стандарти включають випробування важливих властивостей бітумних емульсій, і ці випробування підрозділяються на наступні три групи:

**Випробування для визначення заряду частинок та реакційної здатності емульсій**  
Емульсії мають класифікуватись на марки: катіонні або аніонні швидкого, середнього або повільного розпаду. Випробування заряду частинок представляє собою просте випробування електрофорезу, в якому електроди поміщаються в емульсію. При цьому або від'ємний, або позитивний електрод покривається бітумом – в залежності від того, чи є емульсія катіонною чи аніонною, відповідно.

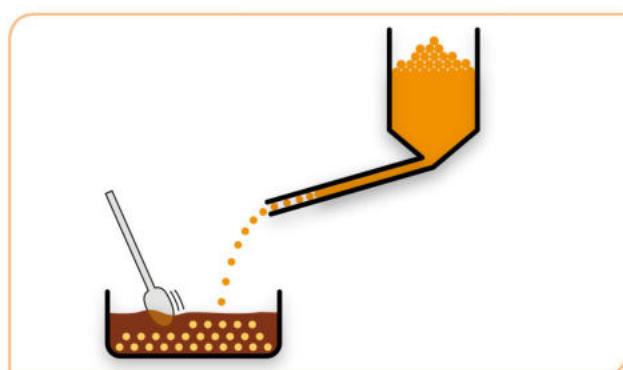
Реакційна здатність емульсії може бути вимірюна у випробуваннях, в яких стандартні кам'яні матеріали перемішуються або занурюються в емульсію, і визначається кількість бітуму, що відкладся на поверхні. В якості альтернативи, мінеральні порошки (наприклад, дрібний кварцовий пісок або цемент) додаються в емульсію в так-званому випробуванні показника мінерального порошку або цементної суміші. Ступінь коалесценції або кількість мінерального порошку, необхідна для повної коалесценції, є критерієм реакційної здатності.

В інших випробуваннях емульсія титрується за допомогою розчину з протилежно зарядженими іонами, при тому що цей розчин прагне викликати розпад емульсії. Катіонні емульсії титуються аніонними поверхнево-активними речовинами, а аніонні емульсії – хлоридом кальцію. Титр дає критерій реакційної здатності емульсії, який має назву «деемульгованість».

Реакційна здатність емульсій, головним чином, визначається вибором та концентрацією емульгатора і pH емульсії, хоча можуть чинити вплив і параметри приготування.



Випробування для визначення заряду частинок.



Випробування показника мінерального порошку або змішування з цементом.

# Випробування бітумних емульсій (продовження)

**Фізичні властивості, пов'язані із зберіганням емульсій та поводженням з ними**

Присутність в емульсії крупних крапель, які можуть блокувати насоси і розпилювальні сопла, перевіряється шляхом простого просіювання крізь сита 150, 630 або 800 мкм. Максимальний залишок на ситі нормується (зазвичай 0,1-0,2%). Ситовий аналіз може бути проведено повторно після зберігання або циклу заморожування-відтавання для перевірки стійкості при зберіганні.

В'язкість емульсій зазвичай визначається як час витікання з чаши для випробування текучості зі стандартним отвором (при певній температурі – у відповідності із типом застосування). В Північній та Південній Америці використовуються, в основному, чаші Сейболта Фурола, а в Європі – стандартний віскозиметр для дьюгту.

Головний вплив на в'язкість емульсій чинить

вміст бітуму: в'язкість значно зростає із

збільшенням вмісту бітуму вище 65%.

Емульсія з малим розміром крапель і вузьким проміжком розподілу часток за розміром має

більш високу в'язкість – у порівнянні з

емульсією з широким проміжком та з

розподілом двох типів (двоюма піками кривої

розподілу частинок за розміром). На розмір

частинок та розподіл за розміром в деякій

мірі може вплинути вибір та концентрація

емульгатора і умови приготування емульсії.

Бітуми з високим вмістом солей мають тенденцію до забезпечення високої в'язкості емульсії, оскільки вони утворюють

багатофазні емульсії, в яких деяка кількість

води вловлюється всередині бітумних

крапель. Цей ефект може мати місце вже

після закінчення процесу виробництва, що

призводить до зміни (підвищенню) в'язкості в процесі зберігання.

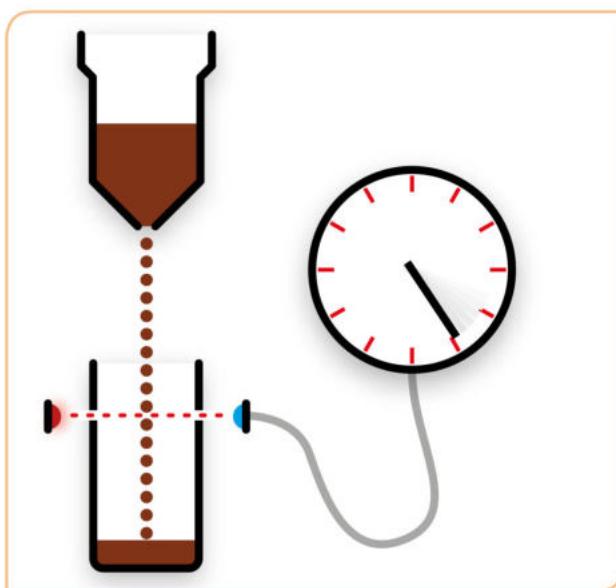
Якщо густина крапель бітуму відрізняється від густини водної фази, то ці краплі проявлятимуть тенденцію до спливання додори або опускання донизу, що призводитиме до утворення «вершків» або осадоутворення після тривалого зберігання. Випробування на осадоутворення (стійкість при зберіганні) зазвичай включають зберігання емульсії в циліндрі, після чого (по закінченню періоду в 1-5 днів) виконується порівняння вмісту твердих речовин у верхніх та нижніх шарах. Осадоутворення в багатьох випадках може бути зворотним (з поверненням до початкового стану) завдяки перемішуванню емульсії. Проте щільна упаковка осаджених крапель може привести до коалесценції або незворотної флокуляції. Бітумні емульсії зазвичай осідають, хоча в тих з них, які мають високий вміст розчинника, може мати місце ефект утворення вершків. Швидкість осадоутворення залежить від різниці густин, розміру частинок, вмісту в'яжучого та в'язкості водної фази. Заходи, спрямовані на вирівнювання густини двох фаз (бітумної та водної), такі як введення розчинника до бітумної фази, введення солей



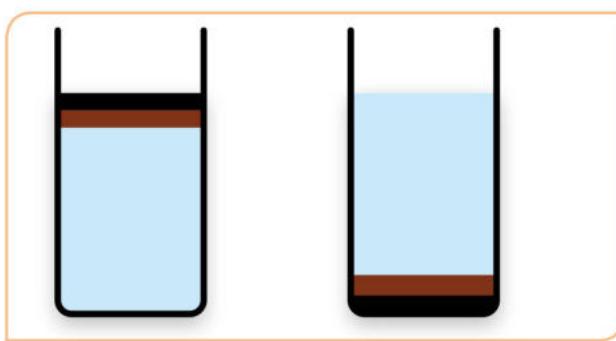


у водну фазу або підвищення температури зберігання емульсії, можуть зменшити осадоутворення – так само як і заходи щодо підвищення в'язкості, такі як введення згущувачів. Зміна складу емульсії або режиму її приготування (завдяки чому досягається зменшення середнього розміру частинок) також даватимуть зниження осадоутворення.

**Властивості затверділої бітумної плівки.**  
Вміст в'яжучого в емульсії можна визначити безпосередньо шляхом простого випаровування, дистиляції або (опосередковано) за вмістом води.



Визначення в'язкості за допомогою витічної чашки



Утворення вершків

Утворення осаду

З допомогою дистиляції можна визначити і вміст масляного дистиляту в емульсії, а також відновити залишковий бітум для подальших випробувань. В деяких національних стандартних випробуваннях використовуються розчинники, такі як спирт або ацетон – для осадження бітуму з емульсії без необхідності нагрівання при високій температурі (оскільки таке нагрівання може змінити властивості в'яжучого). Вакуумна дистиляція також дозволяє уникнути перегрівання.

В'язкість залишкового бітуму може бути визначено за допомогою стандартних випробувань, котрі застосовуються для самого бітуму. Це такі випробування як визначення температури розм'якшення за кільцем та кулею, визначення пенетрації та кінематичної в'язкості. Аналогічним чином може бути визначено і низькотемпературні властивості, такі як температура крихкості за Фраасом, пружне відновлення і розтяжність. Визначення в'язкості поплавковим віскозиметром є специфічним типом випробувань для аніонних емульсій, вироблених з в'яжучих, котрі показують пониженну температуру чутливості. Емульгатори з талової олії, що застосовуються для так-званих «highfloat» емульсій (emuльсій з «високо-плавучим» в'яжучим), викликають гелеутворення відновленого бітуму, і цей ефект може посилюватись при доданні полімерів.

Підлягають нормуванню також густина, зольність або розчинність залишкового бітуму в толуолі, ксилолі або трихлоретилені. Водостійкість або стійкість до ре-емульгування затверділої бітумної плівки є важливим аспектом емульсій і може визначатись за допомогою простих випробувань занурення щебеню з використанням стандартних кам'яних матеріалів. Зазвичай катіонні емульсії показують більш високу адгезію ніж

аніонні емульсії, але адгезія аніонних емульсій може бути покращена шляхом введення катіонних адгезійних добавок.

При певних варіантах застосування, таких як покриття на зразок сларі, пористі суміші, з'єднувальні шари та під'ґрунтовки, може виникнути потреба в проведенні спеціальних випробувань емульсії.

### Стабільність при транспортуванні та стійкість на зсув

Емульсії можуть бути стійкими при звичайних випробуваннях на стійкість при зберіганні, але бути вразливими до коалесценції в процесі транспортування або подачі насосом. В більш практичних випробуваннях на стійкість при зберіганні емульсію збовтують або повторно перекачують насосом і знову визначають залишок на ситі.

### Випробування на реакційну здатність

Реакційна здатність емульсій швидкого розпаду може бути визначена шляхом використання стандартних скляних кульок або стандартного чистого дрібного щебеню. Кульки покриваються надлишковою кількістю емульсії, і визначається вага відкладення на їхній поверхні. У порівнянні зі стандартними випробуваннями, цей метод дозволяє краще виділити процеси, що відбуваються на мінеральній поверхні, і відрізнисти справді «реакційно-здатну» емульсію від «нестійкої».

### Випробування випарюванням та фільтрацією

Це випробування дозволяє виміряти тенденцію крапель емульсії до коалесценції в міру видалення води. Емульсіям дозволяють випаруватись, і будується графік залежності між кількістю залишку на ситі і втратою води. Було встановлено зв'язок між цими результатами та швидкістю затвердіння в польових умовах.



### Нестандартні випробування

Розмір частинок та розподіл частинок за розміром

У випробуванні на залишок на ситі вимірюються частинки надлишкового розміру, котрі складають лише невелику частину емульсії. Повний розподіл частинок за розміром можна виміряти за допомогою таких методів як розсіювання світла, мікроскопія з аналізом зображенень або електро-польовий метод (із застосуванням лічильника Коултера [Coulter]).

Вимірювання розмірів та розподілу за розміром допомагає усунути проблеми з в'язкістю емульсій, із стійкістю при зберіганні та з експлуатаційними показниками, а також здійснювати контроль при виготовленні емульсій.

# Застосування емульсій

Для кожного виду застосування до емульсії виставляються конкретні вимоги. Існують значні відмінності при виборі емульсій для кожного застосування в різних країнах, але в наведеній нижче таблиці викладено зведення найбільш розповсюдженої практики. Аніонні емульсії майже не застосовуються для дорожнього будівництва поза межами Північної Америки, але вони можуть використовуватись для низки промислових покріттів.

	Аніонні			Катіонні			
	Швидкого розпаду	Середнього розпаду	Повільного розпаду	Швидкого розпаду	Середнього розпаду	Повільного розпаду	Надстійкі
<b>Застосування розпиленням</b>							
Поверхнева обробка	•			•			
Розпилення туманом		•	•		•	•	•
Підгрунтовка (зв'язуючий шар)	• <sup>a</sup>	•	•	• <sup>a</sup>		•	
Підгрунтовка (просочування)		•	•		•	•	•
Просочування Макадам			•				
<b>Покріття на зразок сларі</b>							
Сларі сіл		•			• <sup>b</sup>	•	
Кейп сіл		•			• <sup>b</sup>	•	
Майкросерфейсінг					• <sup>b</sup>		
<b>Суміші, що готуються на заводах</b>							
Пориста напів-щільного складу	• <sup>a</sup>						
Суміш щільного гран-складу		•		•		•	
Рецикловане АБ покріття	•				•	•	
Суміш (тривалого зберігання)	• <sup>a</sup>					•	
Чорний щебінь				• <sup>a</sup>		•	
<b>Укладка суміші</b>							
Суміш пористого гран-складу				• <sup>a</sup>			
<b>Суміші, що готуються на місці</b>							
Рецикловане АБ покріття	• <sup>a</sup>			• <sup>a</sup>	•	•	
Зміцнення ґрунту		•				•	
Суміш щільного гран-складу		•			•	•	

a) Може містити розчинник.

b) Необхідно провести випробування на змішування з цементом.

## Поверхнева обробка

В технології облаштування замикаючого шару з розсипом щебеню в'яжуче розподіляється по дорозі, а поверх нього розподіляється і укочуються щебінь – до того як відбудеться затвердіння в'яжучого. Цей процес може виконуватись повторно для облаштування більш товстих шарів. Ця технологія застосовується на дорогах різних класів – як на гравійних дорогах, так і на таких, на яких облаштування покріття вже здійснено. Використання полімер-бітуму дозволяє застосовувати поверхневу обробку навіть на дорогах з інтенсивним рухом транспорту – завдяки підвищенні довговічності та запобіганню втраті кам'яного матеріалу. Замикаючі шари з розсипом щебеню забезпечують виключну текстуру поверхні та водонепроникність, а також дещо підвищують тріщиностійкість.

Емульсії особливо добре підходять для облаштування замикаючих шарів з розсипом щебеню, оскільки вони забезпечують хороші результати навіть якщо щебінь вологий. Вони швидше (ніж розріджені бітуми) набирають кінцеву міцність, і їх застосування дозволяє уникнути шкідливих випарів та пожежонебезпеки. Найкращі результати досягаються при застосуванні катіонних емульсій швидкого розпаду з високим вмістом в'яжучого (в проміжку 65-72%). Розпилення цих емульсій здійснюється в гарячому стані. При цьому вони також можуть бути модифіковані полімерами. В деяких країнах Північної Америки застосовуються аніонні емульсії швидкого розпаду. Проте в цьому випадку необхідно також використовувати адгезійну добавку – з метою уникнення втрати часток щебеню.

# Застосування емульсій

## Продовження

### Покриття на зразок сларі

Тонко подрібнений кам'яний матеріал щільного гран-складу перемішується з емульсією і водою, утворюючи суміш сларі, котра розподіляється по поверхні дороги з товщиною шару в 3-30 мм – в залежності від максимального розміру щебеню. Цей процес зазвичай здійснюється за допомогою спеціально виготовленого

змішувача-укладальника, хоча розподілення сларі-суміші може здійснюватись і вручну. Як правило, тут застосовуються катіонні емульсії середнього та повільного розпаду. Міжнародна асоціація сларі-покриттів (ISSA – [www.slurry.org](http://www.slurry.org)) надає методики випробувань для проектування сларі-покриттів.

В залежності від вибору емульгатора ця система може забезпечити отримання сларі-суміші швидкого твердіння та набору когезійної міцності, при застосуванні котрої рух транспорту може бути відкритий в межах 60 хвилин.

Можливе також вироблення подібних матеріалів більш повільного твердіння, придатних для виконання укладальних робіт вручну. Покриття на зразок сларі, що має вигляд відносно більш товстих шарів із сларі-суміші швидкого твердіння, модифікованих полімерами, має назву

«майкросерфейсінг». Для забезпечення найкращих результатів реакційна здатність емульсії має відповідати реакційній здатності кам'яного матеріалу. При цьому додаткові хімікати можуть вводитись вже на дорожній машині-укладальнику – для регулювання часу розпаду.

### Суміші, що готовяться на стаціонарних («заводських») змішувальних установках для холодного ресайклінгу

Дорожньо-будівельні матеріали можуть бути отримані з емульсії та щебеню (або ж в тому числі і з повторно переробленого асфальтобетонного покриття), і при цьому вони задовольнятимуть ті самі вимоги, що і у випадку асфальтобетонних сумішів. В залежності від зернового складу кам'яного матеріалу можуть бути використані емульсії середнього та повільного розпаду. Холодні суміші, в яких бітум комбінується з цементом, можуть забезпечити значно покращену несну здатність.

### Холодний ресайклінг дорожнього покриття на місці

Верхні шари (або навіть дорожнє покриття на всю товщину) можуть бути перероблені на місці з використанням або спеціально виготовленої мобільної установки, або ж певного набору більш



простого обладнання. При проведенні холодного ресайклінгу застосовуються бітумні емульсії або самі по собі, або в поєднанні з цементом чи вапном. Зазвичай використовуються емульсії повільного розпаду.

### Зміцнення ґрунтів

Катіонні емульсії повільного розпаду можуть застосовуватись для зміцнення шару неподрібненого гравію природного залягання і/або шару піщаних ґрунтів. Зазвичай досить успішно можуть оброблятись ґрунти зі значенням піщаного еквіваленту (інша назва: «критерій вмісту глини») вище 25, котрі використовуються в якості матеріалу основи для шару посилення з асфальтобетону або ж для другорядних доріг, де достатнім може бути лише тільки облаштування замикаючого шару. В ряді випадків можуть бути оброблені матеріали навіть з більш низьким значенням піщаного еквіваленту – з використанням комбінації емульсії та гідралічного в'яжучого (наприклад, вапна або цементу).

### Підґрунтовка

Емульсійна підґрунтовка застосовується на нез'язаних нижніх шарах основи для герметизації поверхні перед укладкою асфальтобетонних шарів. Підґрунтовка запобігає попаданню води в шар, втраті дрібних часток внаслідок вітрової та водної ерозії, а також ідеально підходить для того, щоб забезпечити можливість пересування для будівельних машин по поверхні без захвату матеріалу шинами. Проникнення на глибину кількох сантиметрів досягається легко, якщо ущільнений матеріал не є надто щільним. Проте на практиці це може бути утруднено у випадку дрібнозернистих та сильно ущільнених шарів основ. Проникнення може бути досягнуто при використанні катіонних або аніонних емульсій дуже повільного розпаду, що містять розчинник, хоча в ряді випадків глибоке проникнення може бути надто утрудненим.

Однак на поточний момент вважається, що глибоке проникнення можливо і не є необхідним, оскільки щільні і сильно ущільнені

шари основ вже є міцними, і їх просто слід герметизувати від проникнення води. Таким чином, достатньо облаштувати розподіл дуже тонкого шару підґрунтовки. При цьому також важливо, щоб в'яжуче не захоплювалось шинами будівельного обладнання, що може бути досягнуто шляхом застосування бітуму дуже твердої марки в складі емульсії швидкого розпаду.

### З'єднувальні шари

З'єднувальні шари облаштовуються шляхом застосування невеликої кількості бітуму між шарами асфальтобетону для запобігання ковзанню. Існують великі відмінності в типах емульсій, що застосовуються для з'єднувальних шарів по всьому світу. В багатьох країнах застосовуються аніонні або катіонні емульсії, котрі можуть розбавлятись водою, але в Європі застосовуються катіонні емульсії швидкого розпаду. Для облаштування з'єднувального шару необхідно зволожити будь-який пил, наявний на поверхні підстилаючого шару. При цьому успішним буде застосування емульсій з малим розміром часток та емульсій, що містять розчинник. У якості нових розробок можна згадати з'єднувальні шари на основі дуже твердих бітумів, котрі швидко твердіють і дозволяють уникнути налипання на шини автомобілів або будівельного обладнання.

### Герметизуючий склад тонкого розпилення (розпилення у виді туману)

Легкий і простий розподіл розбавленої водою емульсії відновлює бітум зі старених поверхонь та продовжує термін служби проїзної частини – при низькому рівні витрат.

### Щебеневе покриття з наступним просочуванням (Просочування Макадам)

Катіонна емульсія швидкого або середнього розпаду розподіляється по ущільненому шару із суміші пористого гран-складу. Емульсія всмоктується, зв'язуючи покриття.

# Словник термінів

## Аніонна бітумна емульсія

Бітумна емульсія, в котрій краплі бітуму мають від'ємний заряд.

## Бітуми

Залишки від сирої нафти. Головним чином, аліфатичні або цикло-аліфатичні. В США для бітуму застосовується термін «асфальт» [asphalt].

## В'яжуче

Загальний термін для бітумного в'яжучого, котрий включає бітум, вугільний дьоготь або модифіковані полімерами бітуми.

## Дзета-потенціал

Показник вимірювання щільності заряду на поверхні.

## Електрофорез

Рух під дією градієнту електричного потенціалу.

## Замикаючий шар з розсипом щебеню

Термінологія США – відповідник прийнятого в Європі терміну «поверхнева обробка» [surface dressing].

## З'єднувальний шар

Застосовується також назва «зв'язуючий шар» [bond coat]. Розподілення рідкого бітуму низької в'язкості або емульсії між шарами асфальтобетонних матеріалів для запобігання ковзанню.

## Катіонна бітумна емульсія

Бітумна емульсія, в котрій краплі бітуму мають позитивний заряд.

## Латекс

Природна або синтетична дисперсія частинок каучуку у воді. Зазвичай на основі природного каучуку, бутадієн-стирольного каучуку [SBR], поліхлоропрена або акрилатів.

## Міцела

Сукупність поверхнево-активних молекул, що спонтанно утворились у воді.

## Мило

Загальна назва для поверхнево-активної речовини або емульгатора.

## Натяг на межі розділу фаз

Сила (що діє під кутом 90° до лінії на поверхні розділу), котру «відчувають» молекули на поверхні розділу і котра виникає внаслідок дисбалансу сил тяжіння від обох фаз. Міжфазний поверхневий натяг та міжфазна вільна енергія – це критерії роботи, необхідної для збільшення площини міжфазної поверхні.

## Обернена емульсія

Емульсія на зразок «вода в маслі», приготована із розрідженої бітуму і зазвичай застосована для підгрунтовки або з'єднувального шару.

## Підгрунтовка

Рідке в'яжуче, що розподіляється по незв'язаному шару для забезпечення хорошого зчеплення для гарячої суміші.

## Повторно-перероблене

## асфальтобетонне покриття

Старе покриття, видалене з поверхні дороги для повторної переробки (ресайклінгу).

## Суміш кам'яного матеріалу щільного гран-складу

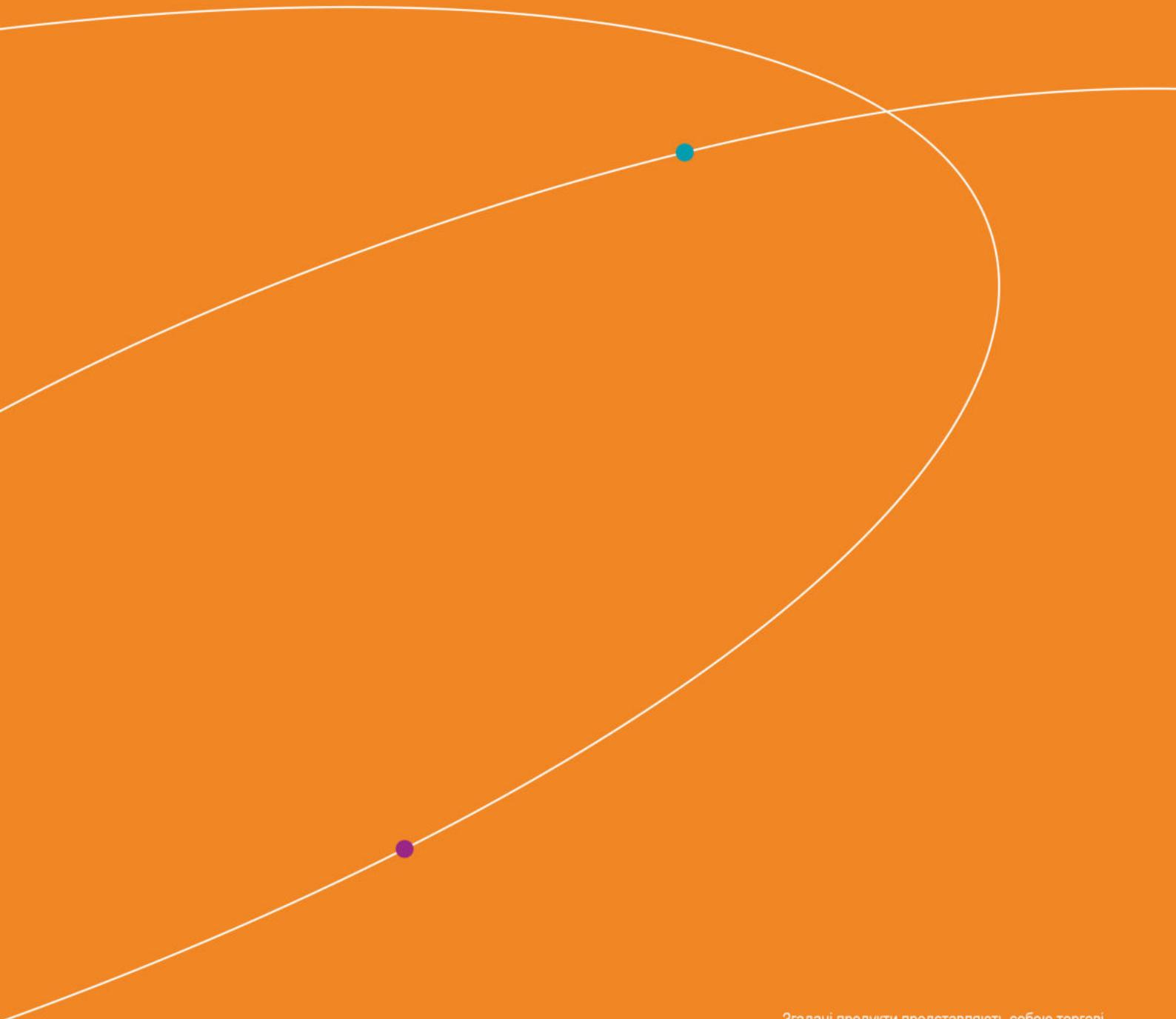
Суміш, що містить кам'яний матеріал – з підбором від максимального розміру до мінерального порошку – для введення в бітум при відносно низькій пористості суміші.

## Суміш кам'яного матеріалу пористого гран-складу

Суміш, що містить невелику кількість мінерального порошку (або не містить його взагалі), забезпечуючи при цьому відносно високий рівень пористості (наявності пустот) в ущільненій суміші.

# Бібліографія

- 1. Bitumen emulsions**, SFERB, Paris 1991 [English Version Published by Colas France]
- 2. A basic asphalt emulsion manual**, Manual series No. 19 3rd edition, AEMA, USA
- 3. Asphalt emulsions (Chemistry and concepts)**, Alan James, 2nd Asphalt Technology Conference of the Americas, Austin, Texas, October 12–16th 1998
- 4. Manufacturing process and emulsion properties**, G. Durand and J. E. Poirier, AEMA 21st Annual meeting, Florida 1994
- 5. Formation of emulsions**, Pieter Walstra, 2nd World Congress on Emulsion, 23–26th September 1997, Bordeaux, France, Volume 4, p 67–74
- 6. Influence of continuous phase viscosity on droplet size in continuous emulsification**, Michael Stang, Herve Maze, Helmar Schubert, 2nd World Emulsion Congress, 23–26th September 1997, Bordeaux, France, paper 1-2-289
- 7. The Esso SMEP process**, Jean-Luc Marchal, 1st World Congress on Emulsion, 19–22nd October 1993, Paris, France, paper 1-12-208
- 8. Water enclosed within the droplets of bitumen emulsions and its relation to viscosity change during storage**, Susan Furlong, Alan James, Edward Kalinowski and Martin Thompson, 2nd World Congress on Emulsion. 23–26 September 1997, Bordeaux France, paper 2-4-009
- 9. Granulometry of bitumen emulsions by image analysis**, Alain Sainton, 2nd World Congress on Emulsion, 23–26th September 1997, Bordeaux, France, paper 2-1-248
- 10. Specifying slurry surfacing emulsion quality: Particle size distribution**, Mikael Engman, Alan James, David Needham and Tony Ng, ISSA 36th Annual meeting 1998, San Diego, USA
- 11. Solving viscosity problems by the choice of emulsifier**, Alan James, 24th AEMA Annual Meeting, 14–16th March 1997, Cancun, Mexico
- 12. Bitumen emulsion formulation: Use of chemicals versus droplet size distribution to control viscosity and cohesion kinetics**, Michel Ballie, Emmanuel Arrachard and Jean-Eric Poirier, 2nd World Congress on Emulsion, 23–16th September 1997, Bordeaux, France, paper 2-1-367
- 13. A 5-stage model for the bitumen emulsion setting and its importance for the formulation and application of such emulsion**, Walther Glet, 2nd World Congress on Emulsion, 23–26th September 1997, Bordeaux France, paper 4-1C-070
- 14. Role of cationic emulsifiers in rapid-setting bitumen emulsions: Study of the distribution between the two emulsion phases**, Graziella Durand an Jean-Eric Poirier, 2nd World Congress on Emulsion, 23–26th September 1997, Bordeaux, France, paper 4-1B-295
- 15. Mechanismes de rupture des emulsions de bitume routier**, Maurice Bourrel and Francis Verzaro, L'Act Chim. (AS-R), 1996, 2.3, 42-48
- 16. Zeta potential measurements on bitumen emulsions and road aggregates**, Julia Wates and Alan James, 1st World Congress on Emulsion, 19–22nd October 1993, Paris, France, paper 1-40 089
- 17. The direct measurement of the adsorption of cationic surfactants onto the surface of slurry seal aggregates**, Alan James, David Stewart and Julia Wates, ISSA 28th Convention, 1990, Tampa, Florida
- 18. Electrophoretische untersuchung des brechverhalten von bitumen emulsionen**, Amir Sama-dijavan, Bitumen 4/94, 151-156
- 19. Phase behaviour and stability of asphalt emulsions**, Fernando Leal Calderon, Jaques Biais an Maurice Bourrel, 1st World Congress on Emulsion, 19–22nd October 1993, Paris, France, paper 1-22-029
- 20. The reactivity test**, Nadjib Boussad, 1st World Congress on Emulsion, 19–22nd October 1993, Paris, France, paper 2-20-209
- 21. The evaporation filtration test for emulsion inversion**, Jean-Luc Marchal, ASTM Symposium on Asphalt Emulsions 1988, Phoenix, Arizona USA
- 22. Surface dressing with bitumen emulsions: A practical and cost effective maintenance technique to increase the lifetime of roads**, David Stewart, Bitumen Asia 95, 20–21st November 1995, Singapore
- 23. What you need to know about slurry seal**, Barry Dunn, Better Roads, March 1996, 21–25
- 24. Environmental and safety aspects of cationic bitumen emulsions**, Alan James and Bengt-Arne Thorstensson, 5th ISSA World Congress, Berlin 2002.
- 25. Emulsification of high softening point materials**, Alan James and Sundaram Logaraj, World Congress on Emulsion, Lyon France 2002
- 26. A study of cement modified bitumen emulsion mixtures**, S.F. Brown and David Needham, Proceedings of the technical session of AAPT, Reno, Nevada, 2000



Компанія «Нурон» 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, ефективності фінансової діяльності, дотримання безпеки, принципів сталого розвитку та інноваційності, компанія «Нурон» 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» (Radicote®), «Редісет» (Rediset®), «Ветфікс» (Wetfix®) та «Клінг Бета» (Kling® Beta).

За необхідності отримання більш повної інформації запрошуємо відвідати веб-сайт компанії за інтернет-адресою [surfacechemistry.nouryon.com/markets/asphalt](http://surfacechemistry.nouryon.com/markets/asphalt)

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

Представленна інформація є вірною і правильною – наскільки це відомо компанії-виробнику, але без жодної гарантії, хіба лише якщо про це чітко вказано. Оскільки умови, в яких 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**