

ПОГОДЖЕНО

Завідувач кафедри реконструкції

аеропортів та автошляхів НАУ

А.О. Белятинський

" " 2019 р.



РЕКОМЕНДАЦІЇ

щодо використання добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer при проведенні ремонтних робіт за методом холодного ресайклінгу

РОЗРОБЛЕНО

Староста В.Ф.

м. Ужгород
2019

1. СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Ці Рекомендації щодо використання стабілізуючої добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer як в'язучого при проведенні ремонтних робіт дорожніх асфальтобетонних покриттів за методом холодного ресайклінгу згідно ВБН В.2.3-218-545:2010 та СОУ 45.2-00018112-061:2011 призначені для інженерно-технічних працівників будівельних та експлуатаційних підприємств різних форм власності, що виконують роботи з ремонтів автомобільних доріг всіх категорій і значення.

Постійне збільшення обсягів перевезень по автомобільних дорогах вимагає підтримання їх працездатності на високому рівні, тому що від цього залежить безпека і своєчасність перевезень.

Найбільш перспективною безвідходною технологією відновлення експлуатаційного стану асфальтобетонних покриттів є технологія холодного ресайклінгу з використанням сучасних матеріалів в якості в'язучого.

В рекомендаціях наведена можливість використання стабілізуючої добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer як в'язучого на заміну емульсії до фрезерованого асфальтобетону, оптимальний склад регенеруючої суміші, послідовність механізму приготування і технологія укладання за методом холодного ресайклінгу.

Наведена ефективність використання добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer для прискореного регулювання структури шару улаштованого за методом холодного ресайклінгу на основі функцій зміни в часі границі міцності при стиску і динамічного модуля пружності.

2. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

1. ДСТУ Б В.2.7-46:2010 Будівельні матеріали. Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови

2. ББН В.2.3-218-545:2010 Споруди транспорту. Укріплення та стабілізація шарів дорожнього одягу за методом холодного ресайклінгу

3. СОУ 45.2-00018112-061:2011 Будівельні матеріали. Суміші органо-мінеральні дорожні з фрезерованих матеріалів дорожніх одягів, виготовлені за методом холодного ресайклінгу. Технічні умови

4. Р В.2.3-218-03450778-768:2010 Рекомендації з проектування, виробництва та влаштування шарів з сумішей холодних дорожніх органо-мінеральних з фрезерованого матеріалу за методом холодного ресайклінгу

3.2 Рекомендації розроблені з урахуванням норм ББН В.2.3-218-545:2010

3. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ, ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

Нижче подані терміни, вжиті у цих Рекомендаціях та визначення позначених ними понять.

3.1 Терміни та визначення, що наведені у цих Рекомендаціях характеризують технологією проведення робіт за способом холодного ресайклінгу.

3.1.1 Холодний ресайклінг - це укріплення (стабілізація) ґрунтів, кам'яних матеріалів, асфальтогрануляту, отриманого в результаті дроблення асфальтобетонного лому різними в'язучими шляхом попереднього фрезерування і змішування.

3.1.2 Фрезерований асфальтобетон (асфальтовий дрібняк) матеріал існуючого покриття, знятий методом фрезерування для повторного використання.

3.1.3 Рецикльована суміш - суміш на основі фрезерованого асфальтового дрібняку з додаванням цементу і в'язучого - стабілізуючої добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer.

3.1.4 Технологія холодного ресайклінгу - послідовність виконання операцій швидкого відновлення нежорсткого дорожнього покриття однією машиною або комплексом машин, виконуючих фрезерування існуючого

покриття, додавання в'язучого, змішування компонентів, укладання і ущільнення нового покриття.

4. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Рекомендації розроблені для можливості відновлення існуючого асфальтобетонного покриття методом холодного ресайклінгу з використанням як в'язучого стабілізуючої добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer.

4.2 Рекомендації розроблені з урахуванням вимог ВБН В.2.3-218-545:2010 та СОУ 45.2-00018112-061:2011 та на підставі основних висновків проведених науково-дослідних робіт з питань ремонтів та експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування.

4.3 Під впливом багаторазового прикладання навантаження у шарах асфальтобетонного покриття виникають вертикальні та горизонтальні напруги, які часто перевищують гранично допустимі значення. Внаслідок цього прискорено накопичуються залишкові деформації. Разом із зниженням міцності асфальтового бетону при замерзанні-відтаюванні, окисленні бітуму на покритті починають утворюватись деформації і руйнування, які створюють небезпечні умови для подальшої експлуатації дороги.

4.4 Метод холодного ресайклінгу із застосуванням фрезерних машин дозволяє відновити параметри поздовжнього та поперечного профілів, що викликає необхідність використання нових матеріалів для улаштування вирівнюючих шарів, а також видалити деформовані або розтріскані ділянки асфальтобетонних покриттів, тобто забезпечити безпечний і безперебійний рух автомобільного транспорту із заданими швидкостями.

4.5 В процесі холодного фрезерування асфальтобетонного покриття утворюється асфальтовий дрібняк, який може бути використаний повторно за такими напрямками:

- як складова гарячих асфальтобетонних сумішей;

- для виготовлення холодних органо-мінеральних сумішей;
- влаштування нижніх шарів дорожнього одягу;
- зміцнення узбіч.

4.6 Найбільш ефективним, актуальним напрямком є використання асфальтового дрібняку для приготування органо-мінеральних сумішей при улаштуванні покриття за методом холодного ресайклінгу.

5. ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СТАБІЛІЗУЮЧОЇ ДОБАВКИ

Soil Tech Mk.III Stabilizer

5.1 Сьогодні, на більшості доріг України проводяться роботи за методом холодного ресайклінгу з додаванням цементу і бітумної емульсії.

5.2 Для забезпечення ефективності формування структури рецикльованої суміші при використанні цементу і бітумної емульсії до складу суміші додаються регулюючі добавки.

5.3 Регулюючі добавки можуть бути таких типів:

- підвищуючі міцність - тонкодисперсні мінеральні матеріали (цемент, вапно, зола-виносу, фосфорний шлак, порошкоподібні відходи);
- підвищуючі водостійкість - поверхнево-активні речовини (ПАР);
- регулятори формування - ущільнюючі добавки, карбонатні або інші шлами, ПАР, тонкодисперсні мінеральні матеріали;
- технологічні модифікатори - попереднього зволоження, ПАР, пластифікатори, розчинники;
- підвищуючі довговічність - катіонні латекси, полімерні добавки, волоконні матеріали (фібри).

5.4 Враховуючи особливості фізико-хімічних процесів які відбуваються у сумішах з використанням бітумних емульсій, технологію приготування і використання холодної органо-мінеральної суміші, визначені основні критерії ефективності регулюючих добавок, які наведені в таблиці 1.

5.5 Показники від використання Soil Tech Mk.III Stabilizer як в'язучого без введення бітумної емульсії наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 Критерії ефективності використання регулюючих добавок та Soil Tech Mk.III Stabilizer

№	Найменування добавки	Ефект впливу	Критерій ефективності	
			Показник отриманий	Критерій, %
1	Підвищуюча міцність	Підвищення міцності при стиску при температурі 20 °C і 50 °C	R ₂₀ R ₅₀	На 20 % На 20 %
2	Підвищуюча водостійкість	Зниження водонасичення і набрякання	W R ^B H	На 15 % На 20 % На 10 %
3	Регулятор формування	Збільшення швидкості набору міцності при стиску	R ₂₀	На 30 %
4	Технологічні модифікатори	Покращення процесу перемішування, збільшення строку зберігання	Попереджує розшарування суміші	
5	Підвищена довговічність	Збільшення міцності при стиску у водонасиченому стані та при 50 °C	R ₂₀ в R ₅₀	На 20 % На 30 %
6	Стабілізуюча добавка Soil Tech Mk.III Stabilizer	Збільшення міцності при 20 °C, 50 °C у водонасиченому стані, водостійкості, довговічності	R ₂₀ R ₅₀ W R ₂₀ ^B	На 50 % На 30 % На 50 % На 40 %

5.7 В основу критерію ефективності використання регулюючих добавок покладено збільшення показників міцності і водостійкості на 20-30 %, стабілізуюча добавка збільшує фізико-механічні показники рецикльованої суміші на 30-50 %, при повній заміні бітумної емульсії та зменшенні кількості цементу, що є беззаперечною перевагою використання Soil Tech Mk.III Stabilizer.

5.8 Використання стабілізуючої добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer замість бітумної емульсії в рецикльованій суміші забезпечуватиме високу адгезію до фрезерованого асфальтового дрібняку завдяки фізико-хімічним процесам, які відбуваються при об'єднанні компонентів під час змішування.

6. ПРОЕКТУВАННЯ СКЛАДУ СУМІШІ

6.1 Вимоги до складових компонентів.

6.1.1 Складовими компонентами рецикльованої суміші є:

- асфальтовий дрібняк;
- цемент;
- стабілізуюча добавка Soil Tech Mk.III Stabilizer

6.1.2 Зерновий склад асфальтового дрібняку, відібраного шляхом фрезерування повинен відповідати вимогам норм для щільних мінеральних сумішей, укріплених мінеральними або органічними в'язучими (з урахуванням статичного розкиду кількості матеріалів по фракціях).

6.1.3 Згідно вимог СОУ 45.2-00018112-061:2011 в рецикльованій суміші необхідно використовувати портландцемент ПЦ-400 на основі клінкеру нормованого складу з вмістом трьохкальцієвого алюмінату (С3А) у кількості не більше 8 % за масою. При додаванні стабілізуючої добавки Soil Tech Mk.III Stabilizer кількість цементу може бути знижена до 2-3 %.

Початок тужавіння - не раніше ніж через 2 години та не пізніше 4-5 годин від початку замішування цементу. Потрібно використовувати цемент, який зберігається після вивантаження не більше 3 місяців.

6.1.4 Стабілізуюча добавка Soil Tech Mk.III Stabilizer поставляється виробником згідно з відповідними супроводжуваними документами.

6.2 Підбір складу рецикльованої суміші

6.2.1 В лабораторних умовах на кафедрі реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету були проведені дослідження по визначенню концентрації цементу та стабілізуючої добавки

Soil Tech Mk.III Stabilizer у складі суміші на основі асфальтового дрібняку, що був отриманий при фрезеруванні верхнього шару покриття на дорозі Київ-Чоп та фізико-механічних властивостей асфальтового бетону.

6.2.2 Суміш виготовляли у такій послідовності: до складу фрезерованого дрібняку вводили цемент, а потім Soil Tech Mk.III Stabilizer з наступним ретельним перемішуванням. При формуванні зразків прикладали ущільнююче навантаження 40 МПа протягом 3 хвилин.

6.2.3 Підібраний склад суміші у % включав:

фрезерований асфальтовий дрібняк - 100;

цемент ПЦ 400 - 2,0%;

стабілізуюча добавка Soil Tech Mk.III Stabilizer - 0,75 %.

Кількість цементу і стабілізуючої добавки визначається за масою фрезерованого асфальтового дрібняку.

6.2.4 Підібраний склад суміші є усередненим і залежить від кількості в'язучого у фрезерованому асфальтобетоні і його зернового складу. Особливу увагу потребує визначення оптимальної кількості цементу і стабілізуючої добавки. Тому що із збільшенням кількості цементу міцність збільшується, але це потребує підвищеної кількості Soil Tech Mk.III Stabilizer, що може призвести до значної кількості органічного в'язучого і зниження показників фізико-механічних властивостей.

6.2.5 Тому, при вирішенні питання використання Soil Tech Mk.III Stabilizer як в'язучого при проведенні робіт за методом холодного ресайклінгу необхідно виконувати підбір оптимального складу суміші, в залежності від властивостей складових компонентів.

6.3 Характеристики підбраного складу рецикльованої суміші

6.3.1 Фізико-механічні властивості зразків із підбраної суміші наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 Фізико-механічні властивості підібраної рецикльованої суміші

Склад суміші	Показники	Отримані значення	Вимоги до марки М20 згідно СОУ 45.2-00018112-061:2011
Фрезерований асфальтовий дрібняк - 100 % Цемент 2 % Стабілізуюча добавка Soil Tech Mk.III Stabilizer - 0,75 %	Середня щільність, кг/м ³	2205	-
	Водонасичення, %	4,1	Не більше 9,0
	Набрякання, %	0,3	-
	Границя міцності при стиску МПа за температури - 20 °С;	4,5 2,75	Не менше 2,0 Не менше 0,8
	- 20 °С у водонасиченому стані;	3,4 1,0	
	- 50 °С;	7,7	
	- 0 °С		
	Коефіцієнт водостійкості	0,75	-

Примітка. В таблиці 6.1 надані середні значення випробувань 3-х зразків.

6.3.2 На кожному об'єкті виконується окремий підбір оптимального складу органо-мінеральної суміші, яка буде укладена за методом холодного ресайклінгу.

7 ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ РОБІТ

7.1 Загальні положення виконання робіт за методом холодного ресайклінгу

Технологічний процес влаштування шару з фрезерованого укріпленого органо-мінерального матеріалу включає фрезерування існуючого дорожнього одягу, обробку матеріалу в'язучим, з подальшим профілюванням і ущільненням.

Виконання робіт за методом холодного ресайклінгу залежить від в'язучих, що використовуються для укріплення суміші, глибини ресайклінгу та співвідношення ширини одного проходу ресайклінгу до ширини дорожнього одягу.

Нижче наведена технологія проведення робіт за методом холодного ресайклінгу, що відноситься до влаштування шару основи визначеної товщини та забезпечення необхідних фізико-механічних показників органо-мінерального матеріалу.

7.2 Основні етапи виконання робіт

7.2.1 Закриття проїзду та влаштування тимчасових проїздів.

7.2.2 Проведення геодезичних розбивочних робіт.

7.2.3 Розподілення кам'яних матеріалів та в'язучого в кількості згідно розрахунку.

7.2.4 Ресайклінг шарів дорожнього одягу на визначену глибину.

7.2.5 Ущільнення органо-мінеральної суміші.

7.2.6 Догляд за влаштованим шаром: полив та нанесення стабілізуючої добавки AsphalTech Mk.III Stabilizer (або матеріал для захисту поверхонь ClearTech).

Підготовчі роботи до ресайклінгу

Врахування перешкод.

При застосуванні ресайклінгу слід враховувати наявність можливих перешкод, таких як:

- наявність включень в дорожній одяг великогабаритних кам'яних матеріалів;
- лінії електромереж, особливо високовольтних з урахуванням їх висоти розташування, відстані до висотного габариту ресайклера та інших механізмів.

Потрібно провести усунення бетонних блоків з узбіччя автомобільної дороги, з метою непошкодження змішувальних механізмів ресайклера.

Необхідно виконати відбір кернів кожні 100 м автомобільної дороги, для контролю включень в дорожній одяг великогабаритних кам'яних матеріалів (брусчатки, тощо).

Додавання щебеневого матеріалу:

- розрахунок оптимального складу суміші показав, що при повторному використанні існуючих у дорожньому одязі матеріалів можливо додавати нові кам'яні матеріали з метою створення щільного складу суміші відповідно до розрахунку.

Розміщення групи машин (табл. 7.1) для ресайклінгу.

Ресайклінг може починатися тільки при виконанні всіх попередніх вимог, а також перерахованих нижче в такій послідовності:

- повна перевірка всіх машин і устаткування, необхідного для ресайклінгу, включаючи котки, автогрейдер та автоцистерни;
- перевірка, чи достатні запаси води в автоцистернах, розподільниках і змішувачах для запланованої ділянки;
- розміщення групи машин для ресайклінгу на лінії першого проходу при відстані між ними, що визначено за технологією виконання робіт;
- підключення всіх трубопроводів, що подають до ресайклеру, повне видалення повітря із системи, перевірка, чи всі клапани повністю відкриті;
- перевірка, чи володіє машиніст усіма даними щодо витрати в'язучих для введення їх у комп'ютер, чи одержав він чіткі вказівки про повну довжину проходу і чи відомі йому всі операції виконання роботи;
- забезпечення загальної кількості матеріалу. Фактична витрата в'язучих повинна постійно контролюватися з урахуванням оброблюваної площі. Швидкість ресайклеру повинна становити не більше 3 м/хв.

Початкові роботи

На стартовому відрізку кожної нової ділянки ресайклінгу необхідно уточнити матеріал в існуючому дорожньому одязі. Стартова ділянка має довжину близько 100 м і включає дорожній одяг по всій її ширині або на половині ширини.

Таблиця 7.1 – Орієнтовний склад ланки машин і механізмів для виконання робіт із влаштування шару відновлення дорожнього одягу за методом холодного ресайклінгу

Найменування машин і механізмів	Кількість
Ресайклер	1
Фреза ^{*)}	1
Цементорозподілювач ^{**)}	1
Бітумовоз для стабілізатора	2
Автоцементовоз з об'ємом цистерни 8-12 м ³	2
Автогрейдер середнього типу	1
Поливо-мийна машина	1
Автосамоскид	2
Коток вібраційний масою не менше 18 т	2
Коток самохідний пневмоколісний масою не менше 12 т	1

^{*)} Відповідно до п. 6.2.4 цих рекомендацій.

^{**)} При використанні причіпного цементорозподілювача в склад ланки машин необхідно вводити трактор.

Визначення довжини ділянки ресайклінгу дорожнього одягу

Визначення довжини ділянки проходу ресайклінгу до зміни напрямку руху, залежить, як правило, від типу в'язучого, що використовується, кожний з яких висуває різні вимоги:

– при використанні комбінованого в'язучого встановлюють більш короткі ділянки, що дозволяє забезпечити час, достатній для обробки всієї ширини дороги, профілювання й ущільнення поверхні до початку тужавіння цементу. Довжина захватки орієнтовно 350 м.

– з метою перешкоди утворення поздовжнього (технологічного) шву, необхідно фрезерування та укріплення матеріалу основи виконувати послідовно в два проходи, з подальшою перезахваткою на інші два проходи.

Заборонено виконувати «сухий» розподіл цементу у вітряну погоду (понад 7м/с). При швидкості вітру від 3 до 6 м/с довжина ділянки повинна становити не більше 200 м. Заборонено виконувати роботи при дощах та зливах.

В процесі виконання робіт необхідно перевіряти:

- глибину фрезерування по обидва боки ресайклера;
- кількість цементу, яка розподілена на поверхні шару, відбор контрольних наважок виконується при його розподілі;
- наявність негабариту в фрезерованому матеріалі та інших включень, які обов'язково повинні бути видалені;
- рівномірність перемішування суміші фрезерованої з в'язучими, виконується візуально та шляхом відбору контрольних проб суміші;
- робота форсунок по подачі стабілізатора;
- точність руху по наміченій лінії з необхідною шириною перекриття та задану швидкість руху ресайклера;
- вологість СФОВ, особливу увагу необхідно приділяти контролю кількості води, для попередження перезволоження або недозволоження;
- стан різців та елементів кріплення їх на барабані, з визначенням необхідності заміни чи ремонту.

Перемішування

Після визначення довжини ділянки ресайклінгу дорожнього одягу виконується розподілення кам'яного матеріалу та в'язучого у визначеній кількості з метою створення щільного складу суміші. Наступним кроком виконується ресайклінг шарів дорожнього одягу на визначену глибину.

Ущільнення

Ущільнення суміші повинно виконуватись самохідними котками на пневматичних шинах та вібраційними котками. Кожний наступний прохід котка повинен перекривати смугу попереднього проходу не менше ніж на 1/3 ширини.

Оптимальна кількість проходів котка по одному сліду уточнюється за результатами пробного ущільнення.

Догляд за шаром

Після влаштування шару дорожнього одягу, необхідно автогудронатором розподілити плівкоутворюючий матеріал по його поверхні. Для влаштування захисного покриття необхідно застосовувати стабілізуючу добавку Soil Tech Mk.III Stabilizer (або матеріал для захисту поверхонь ClearTech). Захисне покриття, яке сприяє якнайшвидшому випаровуванню вологи та достатнє ущільнення забезпечує експлуатаційні властивості матеріалу

Розлив необхідно виконувати з розрахунку від 0,4 л/м² від 0,6 л/м².

Влаштування вирівнюючого прошарку

Після виконання робіт з влаштування шару за методом холодного ресайклінгу повинно бути визначено дотримання висотних відміток та забезпечення потрібного поперечного похилу – 25 ‰. На ділянках, де визначено недостатні висотні відмітки або занадто великий поперечний похил, місця прогалів тощо потрібно призначати влаштування вирівнюючого прошарку. Приймаючи до уваги, що основне завдання цього прошарку забезпечення потрібних висотних відміток без порушення міцності та однорідності конструкції рекомендується вирівнюючий прошарок влаштовувати з асфальтобетону щільного, крупнозернистого типу А на бітумах модифікованих полімерами (БМП).

Відкриття руху

Перед відкриттям руху поверх шару, влаштованого за методом холодного ресайклінгу, повинен бути влаштований шар з асфальтобетону. Влаштування захисного шару необхідно здійснювати не раніше ніж через 5 діб та не пізніше ніж 30 діб після влаштування шару дорожнього одягу з холодних сумішей з фрезерованого асфальтобетону.

Передчасне відкриття руху по шару дорожнього одягу, влаштованому за способом ресайклінгу, сприятиме появі колій та тріщин. Враховуючи склад

транспортного потоку на дорозі, відкривати рух дозволяється тільки при умові - міцність матеріалу шару, влаштованого за методом ресайклінгу, повинна становити не менше ніж 50% від проектної марки. Дозвіл на відкриття руху надає лабораторія, що виконує контроль за будівництвом, згідно протоколу випробування контрольних зразків матеріалу, який відібрано при виконанні робіт.