



Construction | Construction Materials | Forestry | Heavy Rents | Industrial & Waste | **Paving** | Work Tools

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ, ХОЛОДНАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ НА ПОЛНУЮ ГЛУБИНУ – ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ

ФДА «Росавтодор»

COUNT **ON US.** GCI Global Construction & Infrastructure

Caterpillar Confidential Green

CATERPILLAR[®]

СТАБИЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ

Краткая история

Одним из древнейших примеров строительства дорог на основании из стабилизированного грунта является Аппиева дорога в Италии, построенная в 312 г. до нашей эры. При строительстве использовались различные стабилизирующие добавки, такие как известь, песок и дробленая вулканическая порода. Участки этой дороги находятся в эксплуатации до сих пор.



Стабилизация грунта позволяет, используя двухтысячелетний опыт и современное оборудование, быстро, качественно и с минимальными затратами преобразовать разбитые проселки в сеть современных дорог

Улучшение физико-механических свойств

Модификация (укрепление) – незначительное изменение свойств грунта в основном через снижение избытка влаги, для того, чтобы ускорить процесс строительства

Модификации может подвергаться естественное основание, а также нижние слои основания дорожной одежды для ускорения уплотнения грунта и последующей укладки дорожного покрытия

Целью модификации грунта является ускорение строительства

Модификация грунта является эффективным и экономичным средством, позволяющим ускорить процесс строительства в условиях умеренных требований технических норм. Использование различных реагентов позволяет немедленно устранить неблагоприятные условия и приступить к строительным работам, не нарушая графика

В случае неблагоприятных строительных условий, в частности наличия проблемных, неудовлетворительного качества, пластичных грунтов у подрядчика есть четыре варианта действий:

- (1) Найти новое место под строительство
- (2) Изменить конструкцию сооружения таким образом, чтобы его можно было возвести на грунте неудовлетворительного качества
- (3) Удалить грунт неудовлетворительного качества и заменить его грунтом хорошего качества
- (4) Улучшить технологические свойства грунта на рабочем объекте

Стабилизация грунта — это повышение прочности основания, как земляного полотна, так и дорожной одежды для повышения их несущей способности и/или для снижения вероятности усадки/вспучивания

Основные методы стабилизации:

- (1) Механическая стабилизация
- (2) Химическая стабилизация или введение добавок

Механическая стабилизация грунтов

Механическая стабилизация грунтов осуществляется путем уплотнения или путем ввода в грунт волокнистых или других не поддающихся биоразложению средств армирования. При таком подходе не требуется химическое изменение грунта

Методы механической стабилизации:

- **Уплотнение**
- **Армирование грунта:** геотекстиль и проектируемая пластиковая сетка для фиксации грунта и борьбы с эрозией, увлажнением и проницаемостью грунта
- **Введение фракционированных минеральных материалов,** которые сообщают грунту требуемые свойства такие, как повышенная прочность или пониженная пластичность
- **Механическая рекультивация** – физическое удаление загрязненного грунта и его передислокация на предприятие по захоронению опасных отходов

Цели применения стабилизации

Стабилизация грунтов позволяет распределять более высокую нагрузку с использованием меньшего количества материала в течение более длительного срока эксплуатации

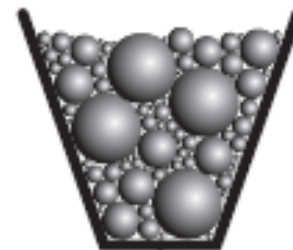
С инженерной точки зрения желательно, чтобы фундамент имел идеальную и одинаковую плотность. Так, **цель стабилизации грунта** - получение массивного, устойчивого фундамента.

Чем большей плотностью обладает материал, тем меньше пустот он имеет. Пустоты (поры) являются врагом строящихся дорог; они становятся местами скопления воды и делают материал менее устойчивым, приводя к появлению возможности его сдвига при изменении давления, температуры и влажности

Гранулометрический состав

«Хорошо подобранный по фракциям состав»

состоит из частиц различных размеров в оптимальном диапазоне крупности



С ХОРОШО ПОДОБРАННЫМ
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ
СОСТАВОМ

Материал с одноразмерным («плохо подобранным») гранулометрическим составом состоит из частиц приблизительно одинакового размера



С ОДНОРАЗМЕРНЫМ ИЛИ
ПЛОХО ПОДОБРАННЫМ
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИМ
СОСТАВОМ

При применении технологий стабилизации или модификации, одним из сопутствующих процессов происходящих в грунте, является процесс изменения гранулометрического состава за счет цементации и образования иных размеров частиц грунта

Факторы, которые необходимо учитывать при проектировании и производстве работ

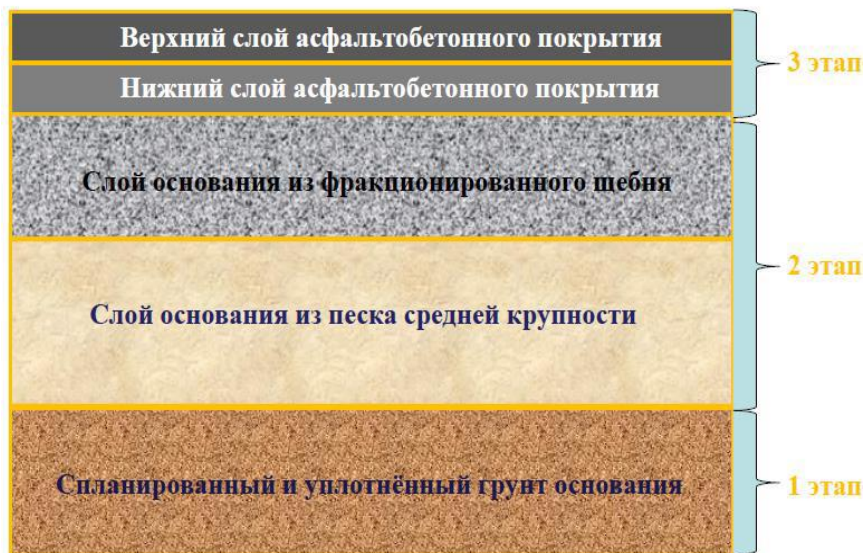
- Площадь обрабатываемого участка
- Требуемая глубина обработки
- Тип реагента, который оптимально подходит для данного типа грунта и данных условий
- Процентное содержание продукта, необходимое для соблюдения проектных требований

Преимущества стабилизации грунтов:

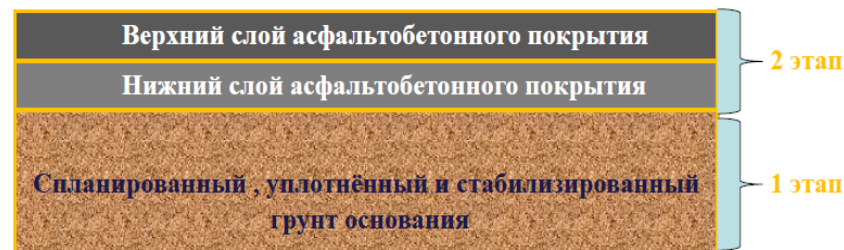
- Стабилизированный грунт выполняет функцию рабочей платформы для проекта
- Придает грунту водонепроницаемость
- Повышает прочность
- Способствует снижению изменения объема грунта под действием температуры или влажности
- Повышает долговечность
- Снижает запыленность воздуха на рабочем объекте
- Улучшает материалы низкого качества
- Осушает влажные грунты
- Сберегает минеральные материалы
- Снижает стоимость работ

Традиционная технология строительства в сравнении с технологией стабилизации

Типовая конструкция дорожной одежды и этапы строительства



Конструкция дорожной одежды с использованием технологии стабилизации грунтов основания и этапы строительства



Оценка эффективности

СТРОИТЕЛЬСТВО ГРУНТОВОЙ ДОРОГИ В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ



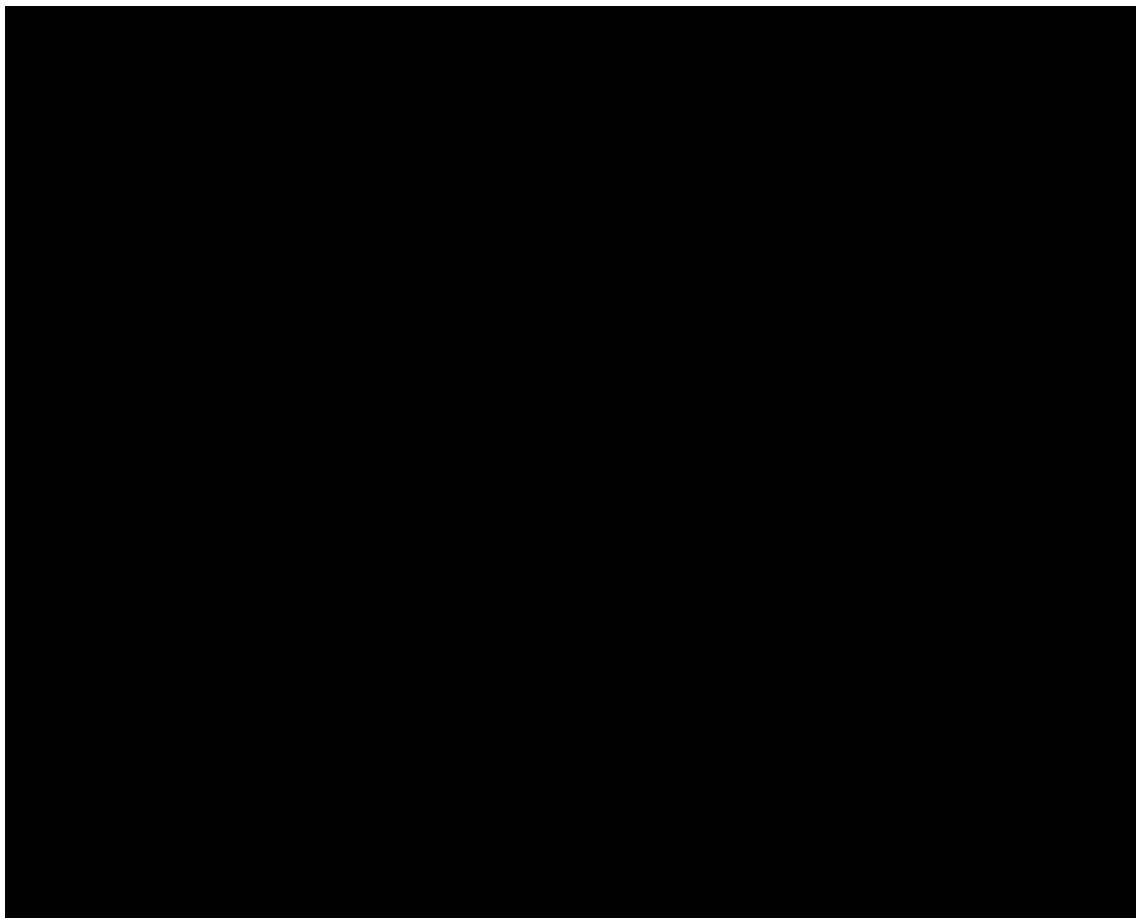
**СТАБИЛИЗАЦИЯ ДАЁТ ЭКОНОМИЮ ЗАТРАТ $\approx 30\%$ ПО
СРАВНЕНИЮ С ТРАДИЦИОННЫМ МЕТОДОМ**



ФГАОУ ДПО «Межрегиональный ЦППК»
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР
РОСАВТОДОРА**

CATERPILLAR®

Строительство грунтовой взлётно-посадочной полосы для тяжелых воздушных судов с применением технологии стабилизации за **30!!!** дней



Базовый процесс стабилизации грунта

ЭТАПЫ:

- **Оценка и испытания** - на основе анализа существующих условий, выбираются добавки и параметры их внесения
- **Подготовка рабочего объекта** – материалы измельчаются при помощи роторного смесителя, вводятся дополнительные минеральные материалы (если необходимо), влажность материала доводится до оптимального уровня



- **Введение добавок** - при введении в сухом виде распределение осуществляется с соблюдением требуемой нормы расхода на квадратный метр, используя распределитель. При введении добавок в жидком виде она распределяется при помощи автоцистерны или собственной с бортовой системой распределения роторного смесителя

- **Перемешивание** производится при помощи роторного смесителя с соблюдением оптимальной глубины перемешивания



- **Обжим и профилирование** – для предварительного уплотнения можно использовать каток с кулачковым бандажом. После этого поверхность профилируется и зачищается для удаления следов от кулачков и обеспечения более подходящего профиля. Для промежуточного уплотнения может использоваться пневмокоток, шины которого обеспечивают определенное сдвиговое действие. Для завершающего прохода и может использоваться гладковальцевый грунтовый каток
- **Выдерживание** - позволяет полностью реализовать технологический потенциал добавки



ХОЛОДНАЯ РЕГЕНЕРАЦИИ НА ПОЛНУЮ ГЛУБИНУ

Холодная регенерация на полную глубину - представляет собой технологию единообразного измельчения и перемешивания слоя асфальтового покрытия в определенном соотношении с находящимися под ним материалами (основание, нижний слой основания и/или грунтовое основание) и получения однородного материала с улучшенными характеристиками

Способы улучшения (стабилизации) материала:

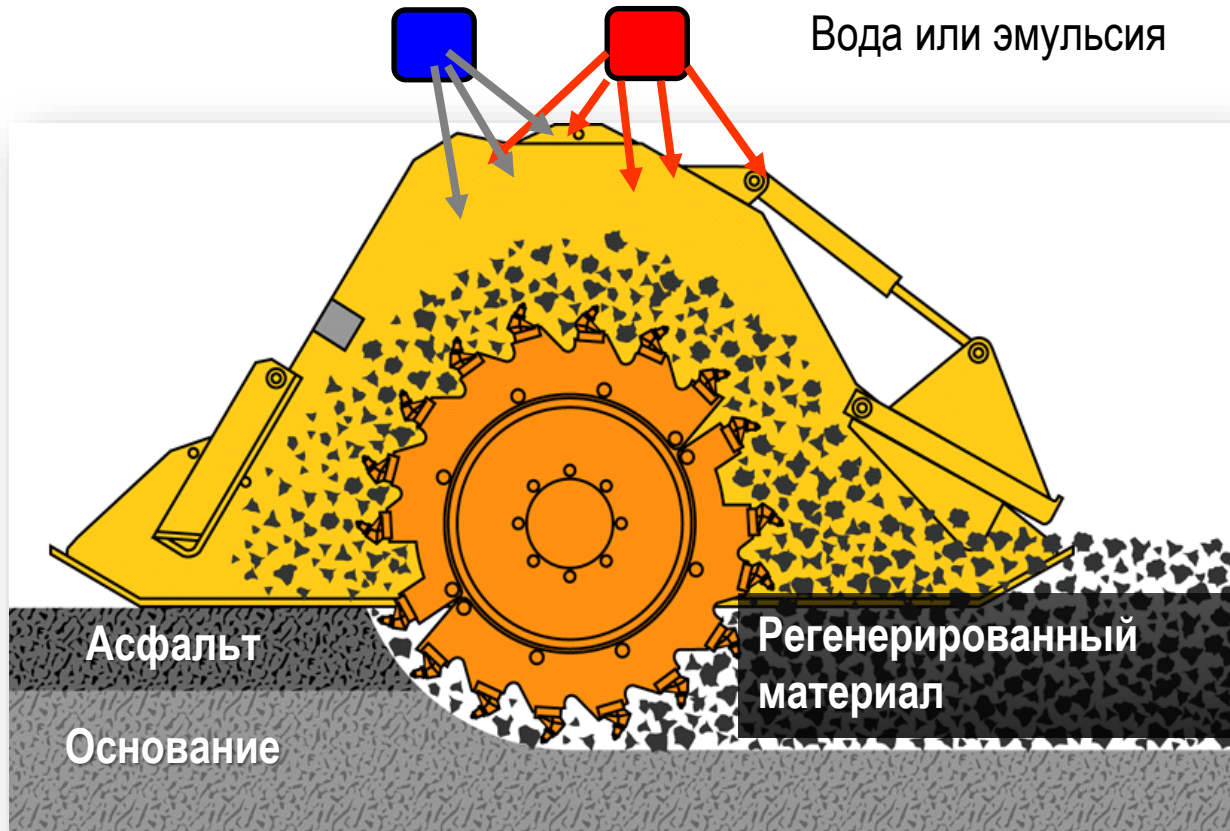
- Механическая
- Химическая
- Битумная (эмульсия)

Механическая стабилизация – добавление сыпучих материалов: новый наполнитель, асфальтогранулят (RAP) или вторичный щебень

Химическая стабилизация – добавление цемента, извести, самоцементирующейся зольной пыли класса С, самоцементирующейся зольной пыли класса F (при совместном использовании с другими добавками), цементной пыли (СКД), известковой пыли (LKD), хлорида кальция, хлорида магния или других запатентованных продуктов

Битумная стабилизация – добавление битумной эмульсии или вспененного битума. Различные способы стабилизации могут выполняться с использованием основного стабилизирующего вещества или совместно с дополнительным стабилизирующим веществом (добавкой)

Процесс холодной регенерации на полную глубину



- Совместное рыхление на глубину до 25-40 см
- Добавление (при необходимости) минерального заполнителя и (или) вяжущего
- Перемешивание и распределение ровным слоем с последующим уплотнением

Показания к применению:

- Глубокие трещины
- Вторичные трещины
- Выбоины
- Образование колеи
- Вздутие от вымораживания
- Параболическая форма
- Недостаточная прочность слоя основания



Особенности применения технологии холодной регенерации на полную глубину

- Если существующее асфальтовое покрытие имеет достаточную толщину, то перед холодным ресайклингом можно выполнить холодное фрезерование для устранения недостатков профиля или удалить излишки материала
- Добавить заполнитель или фрезерованный материал перед холодным ресайклингом, в особенности, если слой дорожного покрытия тонкий
- Устранить (насколько это возможно) недостатки профиля с помощью технологии
- Уложить дополнительный защитный слой асфальтобетона



Базовый производственный процесс

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ



- Первый этап – измельчение существующего асфальтобетонного слоя с частью слоя основания
- Из смесительной камеры выходит однородный материал
- Удаляются трещины, колеи, выбоины и отверстия в слое асфальтобетона

УПЛОТНЕНИЕ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА

Типичная
последовательность
этапов уплотнения:

- Первоначальный этап (обжим)
- Основное уплотнение
- Отделка



ПРОФИЛИРОВАНИЕ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА



- Промежуточное профилирование (после обжима)
- Окончательное профилирование (после придания покрытию заданного профиля и уклона и завершения его уплотнения)

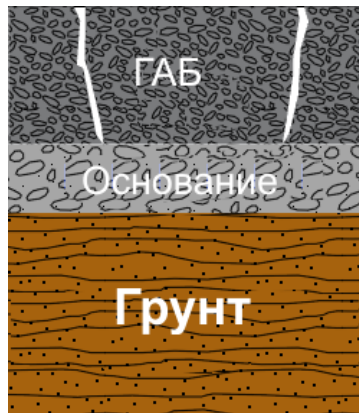
УКЛАДКА ВЕРХНЕГО СЛОЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

- Укладка верхнего слоя асфальтобетона
- Целью процесса холодной регенерации на полную глубину является создание более долговечной и прочной конструкции основания

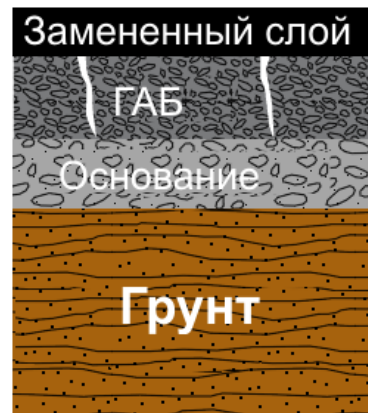


Традиционная технология ремонта в сравнении с технологией холодной регенерации на полную глубину

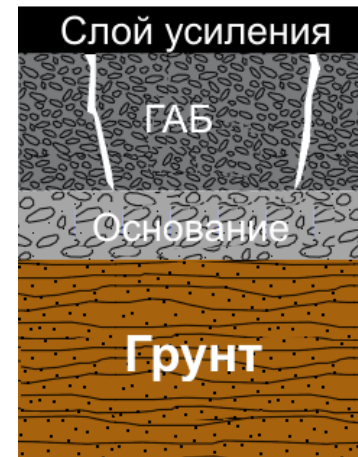
Начальное состояние



Фрезерование и укладка нового слоя



Укладка поверх старого слоя



Холодная регенерация на полную глубину



Только применение технологии холодной регенерации на полную глубину позволяет получить основание без дефектов, имевшихся в старом покрытии

Полностью исключает появление «отражённых трещин» в новом слое и продлевает срок его эксплуатации

Холодная регенерация на полную глубину – самый эффективный метод ремонта в пересчете на срок эксплуатации

Участок дороги Казань - Аэропорт, восстановленный методом холодной регенерации



- Регенерация произведена в 2002 г.
- В 2003 г. в течение 3 месяцев дорога использовалась как объездная для федеральной трассы первой категории.

Оценка эффективности (1/2)

Ожидаемый срок эксплуатации дорожных покрытий, восстановленных с применением технологии ресайклинга:

- Холодный ресайклинг с поверхностной обработкой от 7 до 10 лет
- Холодный ресайклинг с замыкающим асфальтобетонным слоем до 20 лет

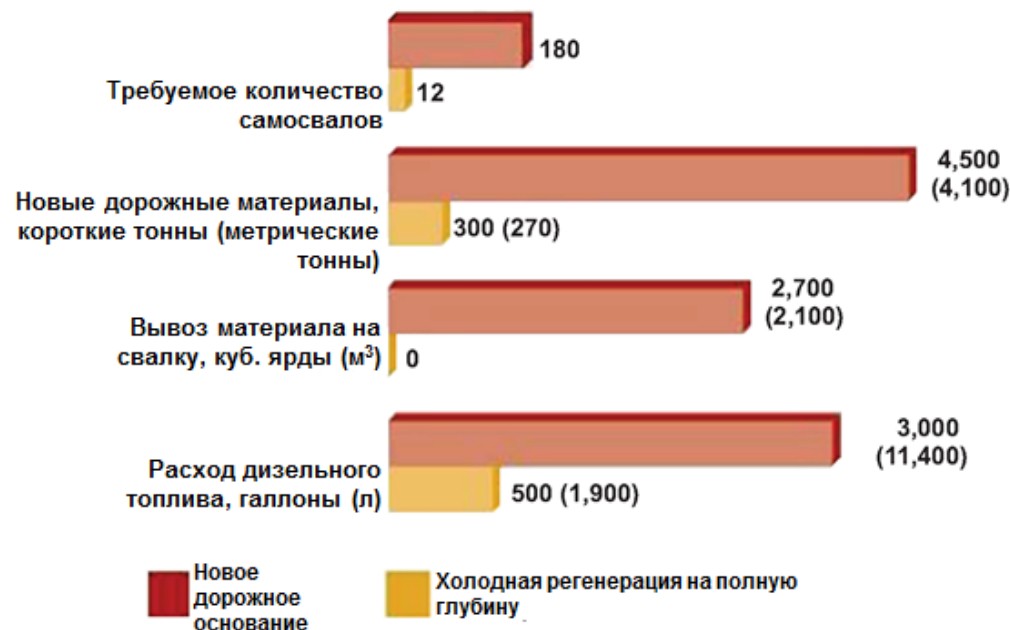
Ограничивающие факторы для срока эксплуатации дорожных покрытий, восстановленных с применением холодного ресайклинга:

- Местные условия
- Климат
- Интенсивность транспортного потока
- Материал, который подлежит ресайклингу
- Соответствие проекта существующим условиям
- Качество материалов
- Качество выполнения работ

Оценка эффективности (2/2)

Потребление энергии и материалов

Холодная регенерация на полную глубину в сравнении со строительством нового дорожного основания



Для 1 мили (1.6 км) дорожного основания толщиной 6 дюймов (150 мм) 2-полосной дороги шириной 24 фута (7,3 м)

- Снижение потребления новых материалов
- Снижение загрязнения окружающей среды
- Более низкие затраты на строительство
- Уменьшение потока большегрузного автотранспорта по прилегающим участкам дорог

Влияние окружающей среды

Холодный ресайклинг на полную глубину **не рекомендуется** выполнять:

- Во время дождя или непосредственно перед дождем
- В условиях сильного тумана или повышенной влажности
- На сильно затемненных участках, на которые почти не падают или совсем не попадают прямые солнечные лучи
- На участках дорожного покрытия с плохим дренажом или с повышенным содержанием влаги
- Если грунт, заполнитель или основание перемерзли и когда температура окружающего воздуха ниже 2 °С
- Когда ожидается понижение температуры в течение 7 ближайших дней с момента окончания холодного ресайклинга