

**ИННОВАЦИИ  
В ОБЛАСТИ  
ХИМИЧЕСКИХ ПРИСАДОК  
ДЛЯ ХОЛОДНЫХ  
ЭМУЛЬСИОННЫХ СМЕСЕЙ**

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

## I. Глобальная движущая сила инноваций:

### A. Долговечность

- i. Безопасность для окружающей среды и здоровья человека
- ii. Дороги, построенные в наследство будущим поколениям

### B. Новые технологии для обеспечения долговечности

### C. Химическая промышленность, способствующая развитию технологий

## II. Химические продукты

### A. Материалы для улучшения уплотнения

### B. Химические вещества, предотвращающие повреждения влагой

### C. Восстановители, позволяющие повторно использовать отработанный битум

### D. Присадки, обеспечивающие стойкость к растрескиванию

## III. Глубокий ресайклинг (FDR)

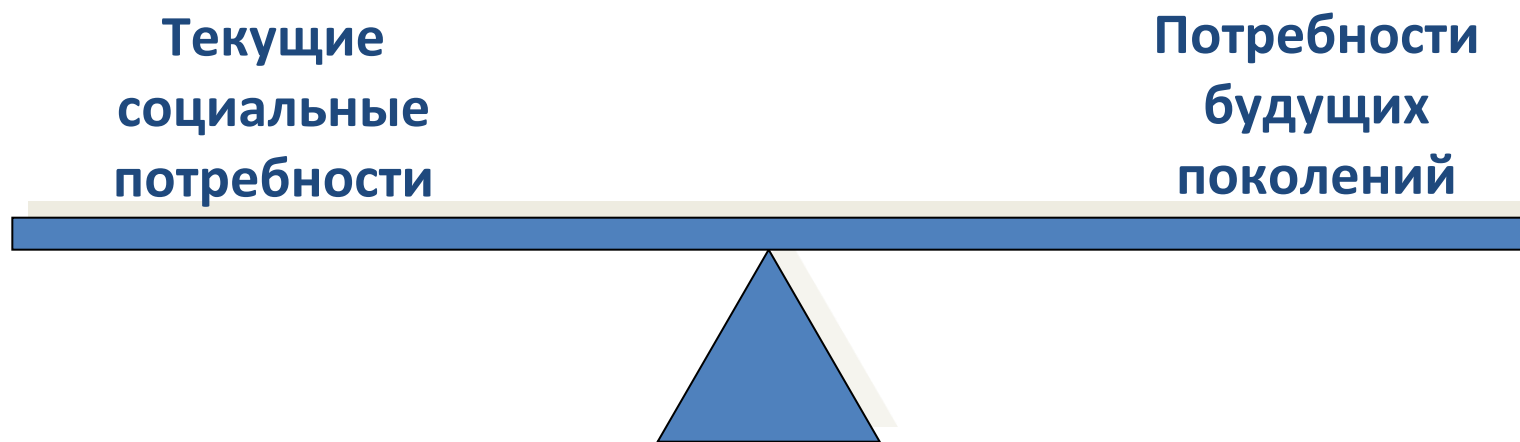
## IV. Композитные смеси

## V. Заключение



# НОВАЯ ИННОВАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: УВЕЛИЧЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ

Асфальтная промышленность нацелена на разработку методов строительства, обслуживания, поддержания, восстановления и повторного использования дорог для удовлетворения современных социально-экономических потребностей с обеспечением их долговечности для будущих поколений.



Равновесие экономики и разумного управления

# ШИРОКИЙ СПЕКТР ЗАДАЧ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТНОГО ПОКРЫТИЯ

## Экологическая безопасность


Улучшение  
износостойкости  
Увеличение срока  
службы дорог для  
будущих поколений

Повышение  
безопасности

Оптимизация  
по окончании  
срока службы

# ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

## Экологическая безопасность



Улучшение  
износостойкости  
Увеличение срока  
службы дорог для  
будущих поколений

Повышение  
безопасности

Оптимизация  
по окончании  
срока службы

Снижение  
энергозатрат

Сокращение  
выбросов летучих  
органических  
веществ и  
парниковых газов

100% переработка  
регенерированного  
асфальтного  
покрытия и битума  
для сокращения  
отходов



# ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

**Экологическая  
безопасность**

**Улучшение  
износостойкости**

**Увеличение срока  
службы дорог для  
будущих поколений**

**Повышение  
безопасности**

**Оптимизация  
по окончании  
срока службы**

**Снижение энергозатрат**

**Сокращение выбросов  
летучих органических  
веществ и парниковых  
газов**

**100% переработка  
регенерированного  
асфальтового покрытия и  
битума для сокращения  
отходов**

**Увеличение устойчивости  
к нагрузкам и времени**

**Повышение срока  
службы асфальтовых  
покрытий на основе  
холодных смесей**

**Улучшение качества езды  
по дорогам с  
асфальтовым покрытием  
на основе холодных  
смесей**

# ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

**Экологическая  
безопасность**

Улучшение  
износостойкости  
Увеличение срока  
службы дорог для  
будущих поколений

**Повышение  
безопасности**

**Оптимизация  
по окончании  
срока службы**

Снижение энергозатрат

Сокращение выбросов летучих  
органических веществ и  
парниковых газов

100% переработка  
регенерированного асфальтного  
покрытия и битума для  
сокращения отходов

Увеличение устойчивости к  
нагрузкам и времени

Повышение срока службы  
асфальтовых покрытий на  
основе холодных смесей

Улучшение качества езды по  
дорогам с асфальтовым  
покрытием на основе  
холодных смесей

Обеспечение повторной  
переработки слоев  
дорожного покрытия  
холодной укладки



# ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

**Экологическая  
безопасность**

**Улучшение  
износостойкости**  
Увеличение срока  
службы дорог для  
будущих поколений

**Повышение  
безопасности**

**Оптимизация  
по окончании  
срока службы**

**Снижение энергозатрат**

**Сокращение выбросов  
летучих органических  
веществ и парниковых  
газов**

**100% переработка  
регенерированного  
асфальтового покрытия и  
битума для сокращения  
отходов**

**Содействие глобальному  
использованию экологически  
безопасных асфальтовых  
покрытий**

**Повышение срока службы  
асфальтовых покрытий на  
основе холодных смесей**

**Улучшение качества езды по  
дорогам с асфальтовым  
покрытием на основе  
холодных смесей**

**Обеспечение повторной  
переработки слоев  
дорожного покрытия  
холодной укладки**

*Является ли низкая  
ценовая политика  
и сокращение  
фондов  
финансирования  
причиной,  
по которой мы  
никогда не сможем  
построить  
действительно  
надежные  
и долговечные  
дороги, которые мы  
сможем передать  
в наследство  
будущим  
поколениям?*



# ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОВОГО ПОКРЫТИЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

**Экологическая  
безопасность**

**Улучшение  
износостойкости**  
Увеличение срока  
службы дорог для  
будущих поколений

**Повышение  
безопасности**

**Оптимизация по  
окончании  
срока службы**

**Снижение энергозатрат**

**Сокращение выбросов летучих  
органических веществ и  
парниковых газов**

**100% переработка  
регенерированного  
асфальтного покрытия и  
битума для сокращения  
отходов**

**Содействие глобальному  
использованию экологически  
безопасных асфальтовых  
покрытий**

**Повышение срока службы  
асфальтовых покрытий на  
основе холодных смесей**

**Улучшение качества езды по  
дорогам с асфальтовым  
покрытием на основе  
холодных смесей**

**Обеспечение повторной  
переработки слоев  
дорожного покрытия  
холодной укладки**

***И можем ли мы  
разработать  
разумный  
и осуществимый  
с технологической  
точки зрения план  
создания таких  
дорог, которые мы  
сможем передать  
будущим  
поколениям?***

# ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

**Экологическая  
безопасность**

**Улучшение  
износостойкости**  
Увеличение срока  
службы дорог для  
будущих поколений

**Повышение  
безопасности**

**Оптимизация  
по окончании  
срока службы**

Снижение энергозатрат

Сокращение выбросов  
летучих органических  
веществ и парниковых газов

100% переработка  
регенерированного асфальтного  
покрытия и битума для  
сокращения отходов

Содействие глобальному  
использованию экологически  
безопасных асфальтовых  
покрытий

Повышение срока службы  
асфальтовых покрытий на  
основе холодных смесей

Улучшение качества езды по  
дорогам с асфальтовым  
покрытием на основе холодных  
смесей

Обеспечение повторной  
переработки слоев дорожного  
покрытия холодной укладки



**1. Присадки,  
обеспечивающие  
улучшенное уплотнение  
для более высокой  
плотности и гладкости  
покрытия**

**2. Химические  
вещества,  
предотвращающие  
повреждение влагой**

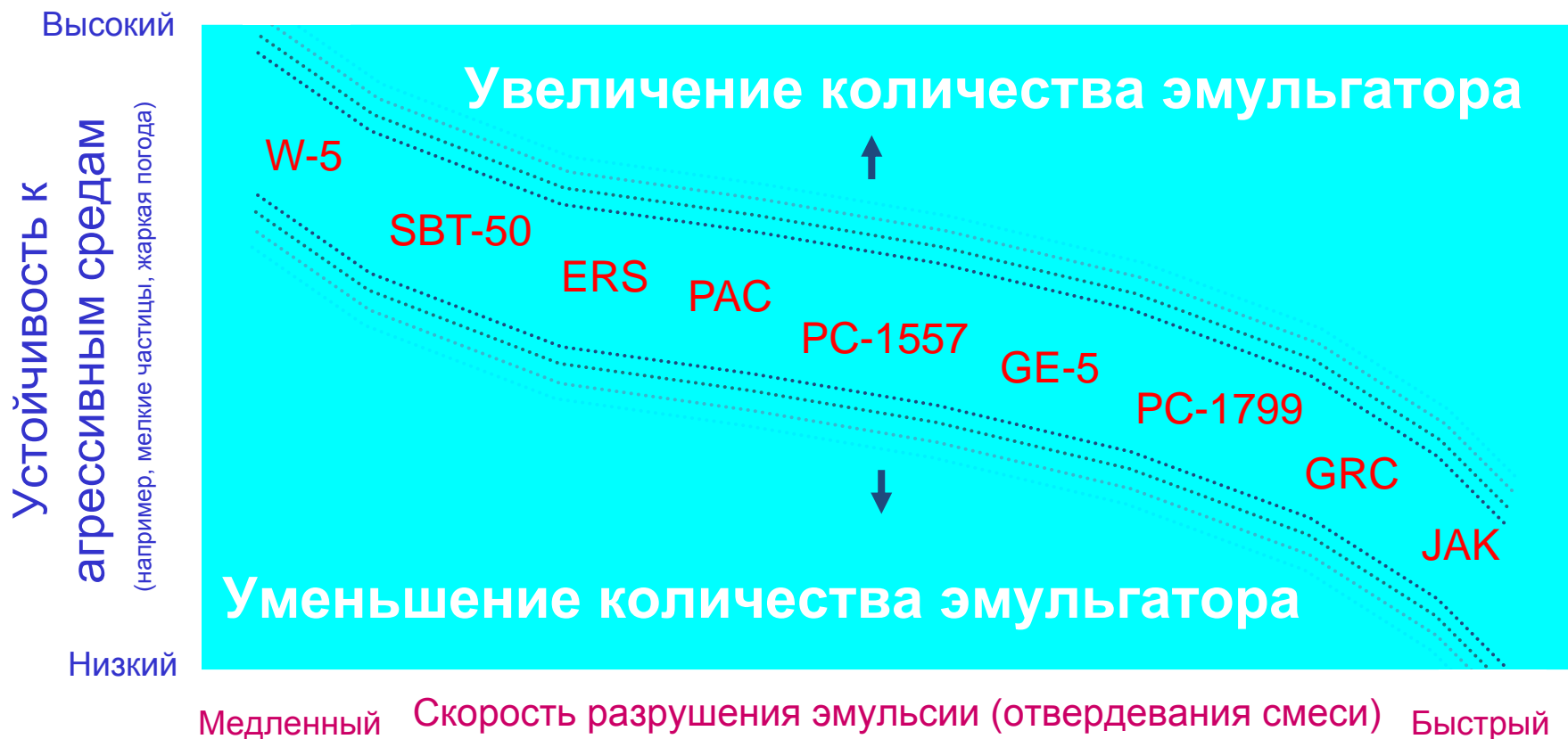
**3. Восстановители,  
позволяющие повторно  
использовать  
отработанный битум**

**4. Материалы,  
обеспечивающие  
стойкость к термическому  
и механическому  
растрескиванию**



# ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ РАЗРАБОТОК ХОЛОДНЫХ СМЕСЕЙ В ВЫШЕУКАЗАННЫХ ОБЛАСТЯХ 1 И 2

## МАТРИЦА ЭМУЛЬГАТОРА ХОЛОДНЫХ СМЕСЕЙ



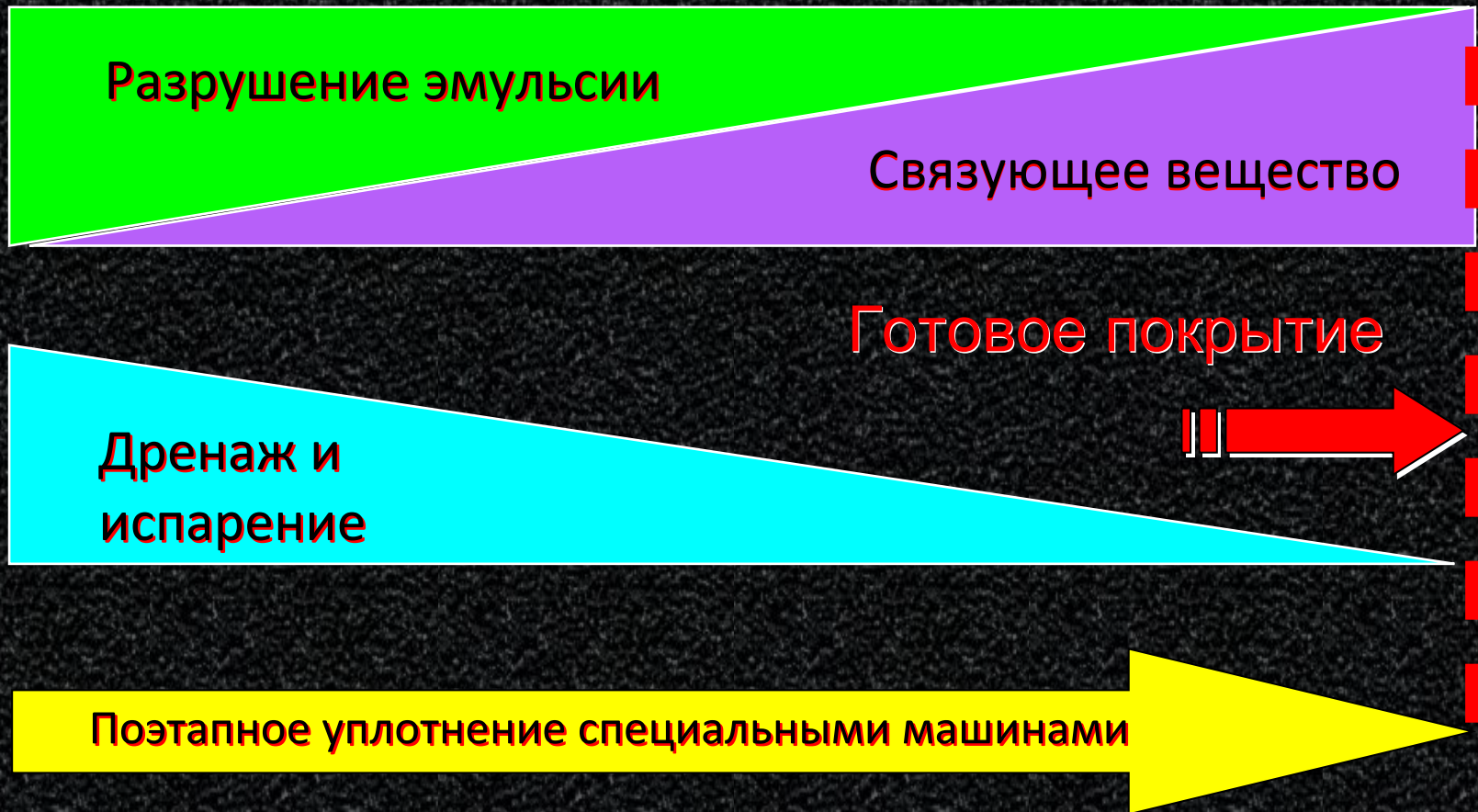




# УЛУЧШЕНИЕ СВЯЗНОСТИ ХОЛОДНОЙ СМЕСИ

Поэтапное формирование финального асфальтного покрытия

Приготовление смеси и нанесение → Асфальтирование → Отвердевание



# ЭТАПЫ ВЫБОРА ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЭМУЛЬСИИ

Смешивание  
и нанесение

Пригодность

Уплотняемость

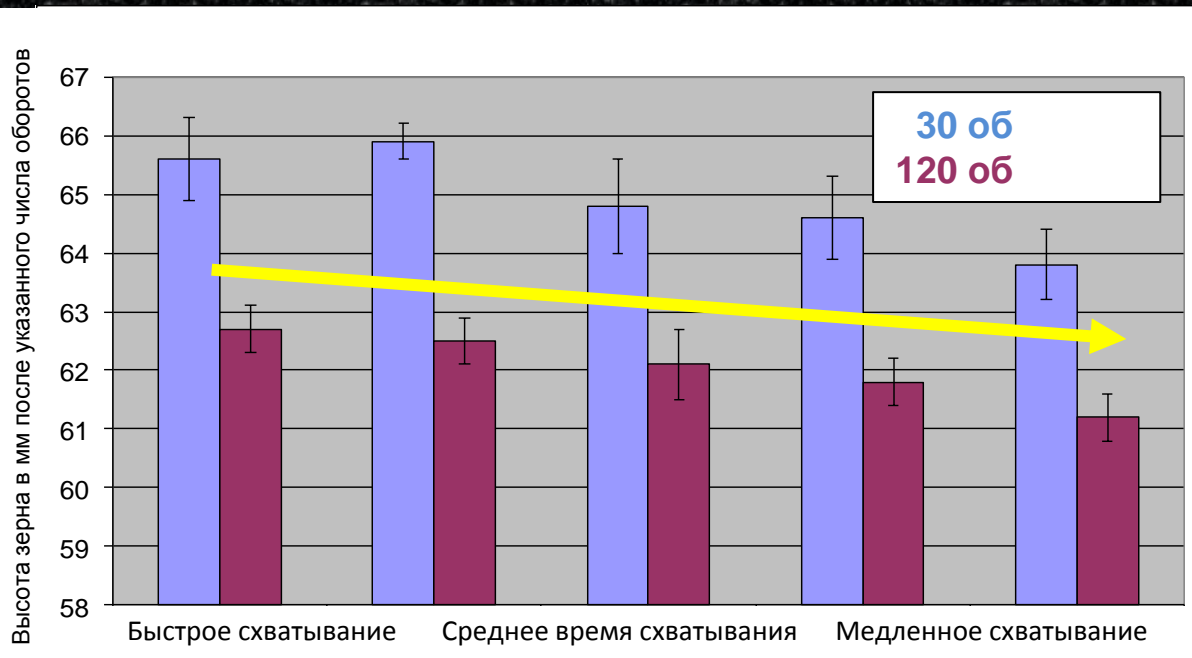
Изготовление  
показательного  
образца

Отвердевание

Механические испытания  
и испытания  
на влагопроницаемость

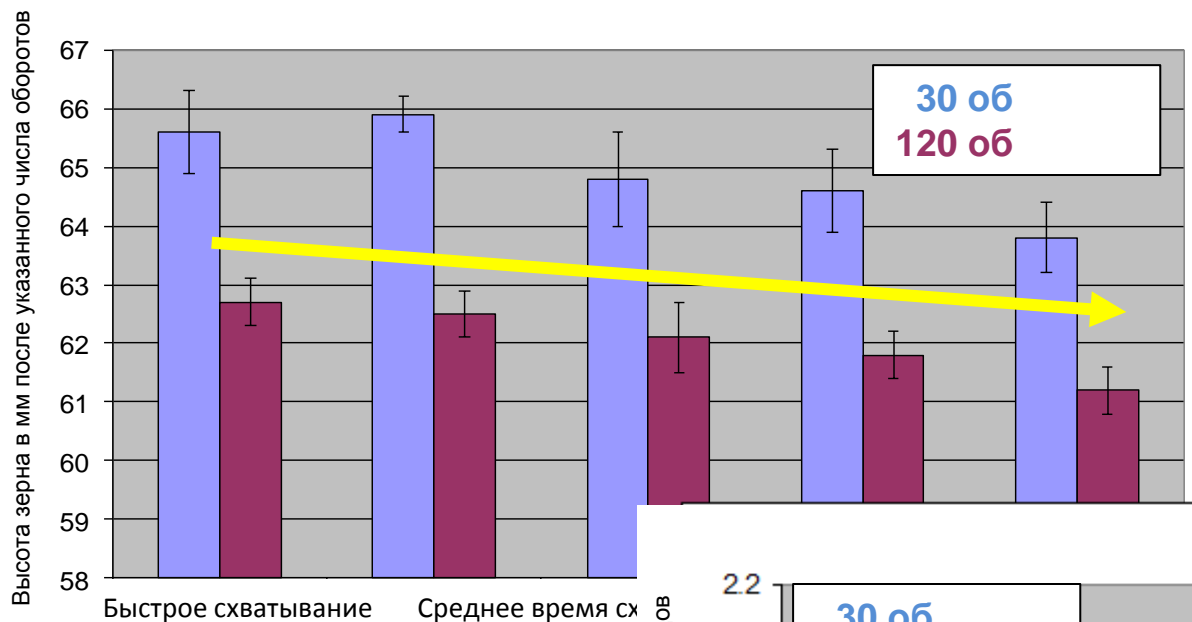


# 1. ДОБАВКИ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ И УПЛОТНЕНИЯ



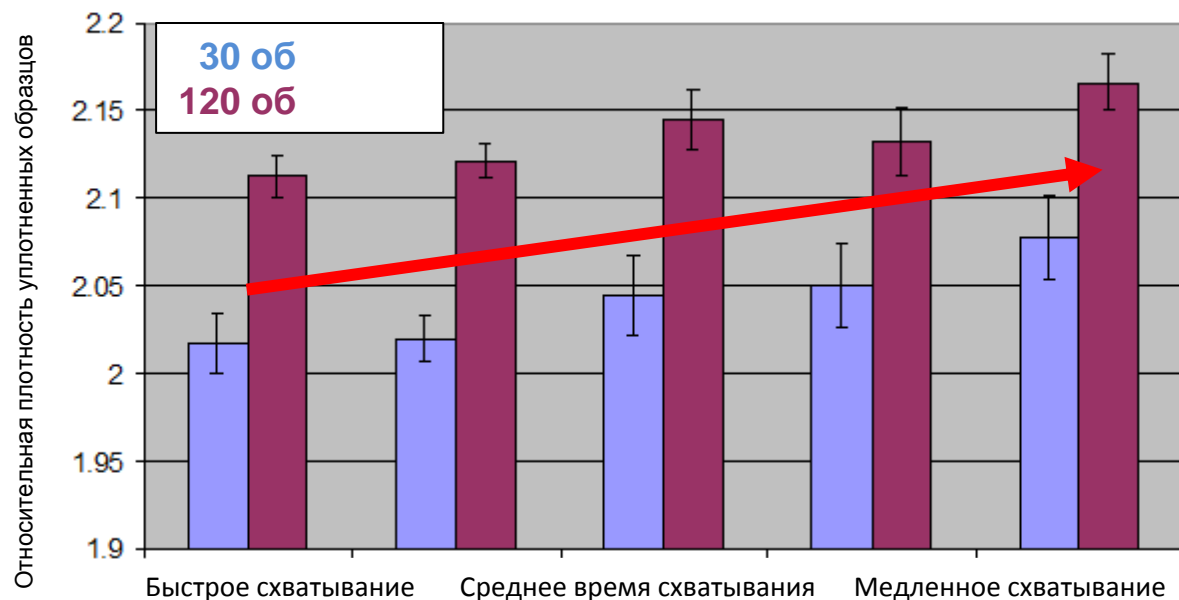
Для свежей плотной смеси с номинальным максимальным размером зерен заполнителей 12,5 мм применимо следующее правило: чем ниже скорость подачи эмульгатора, тем лучше уплотнение при прочих равных условиях.  
(см. закономерность →.)

# 1. ДОБАВКИ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ И УПЛОТНЕНИЯ



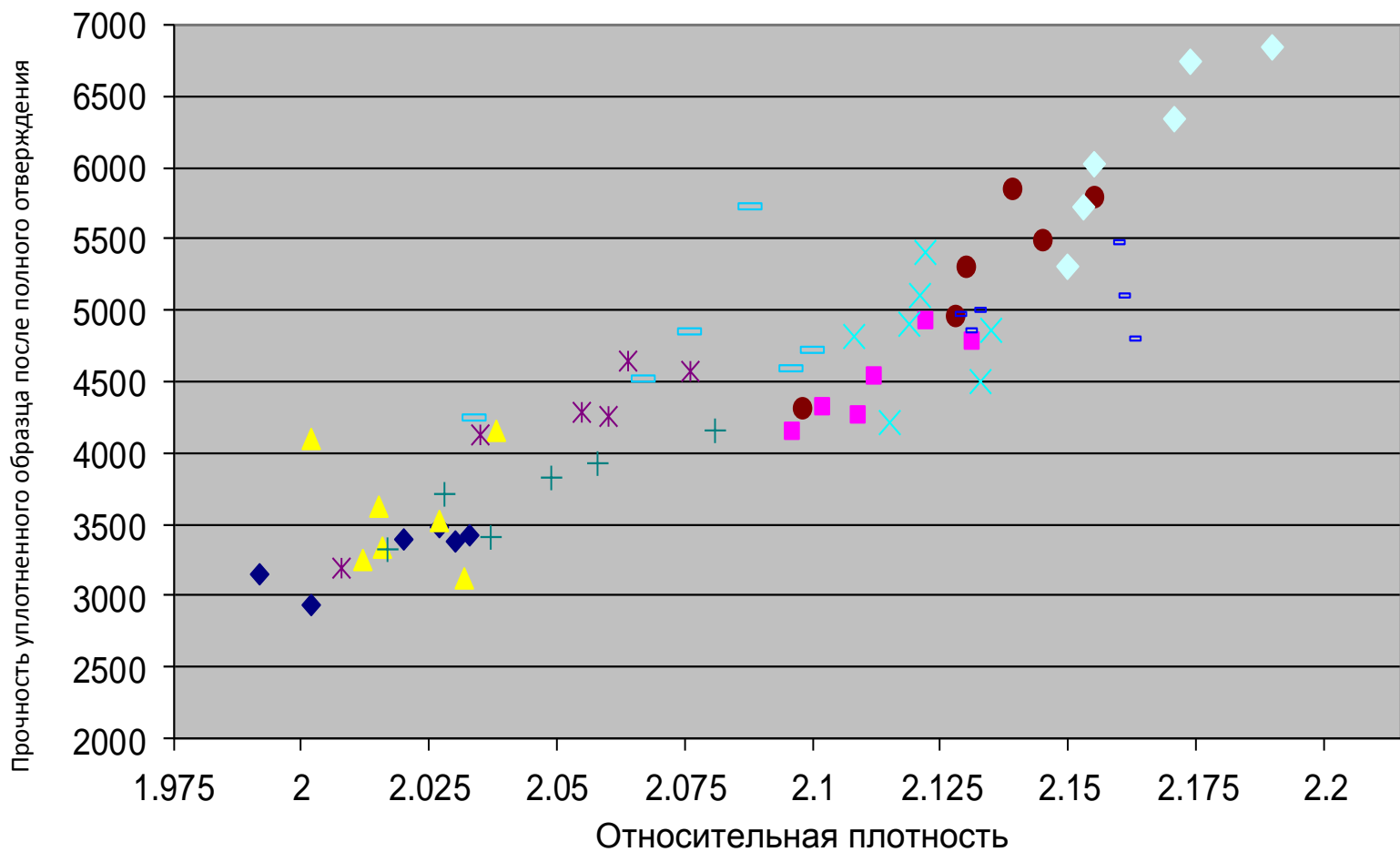
Для свежей плотной смеси с номинальным максимальным размером зерен заполнителей 12,5 мм применимо следующее правило: чем ниже скорость подачи эмульгатора, тем лучше уплотнение при прочих равных условиях.  
(см. закономерность →)

Закономерность в плотности уплотненных образцов также доказывает влияние скорости добавления эмульгатора.  
(см. закономерность →)





# 1. ДОБАВКИ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ И УПЛОТНЕНИЯ

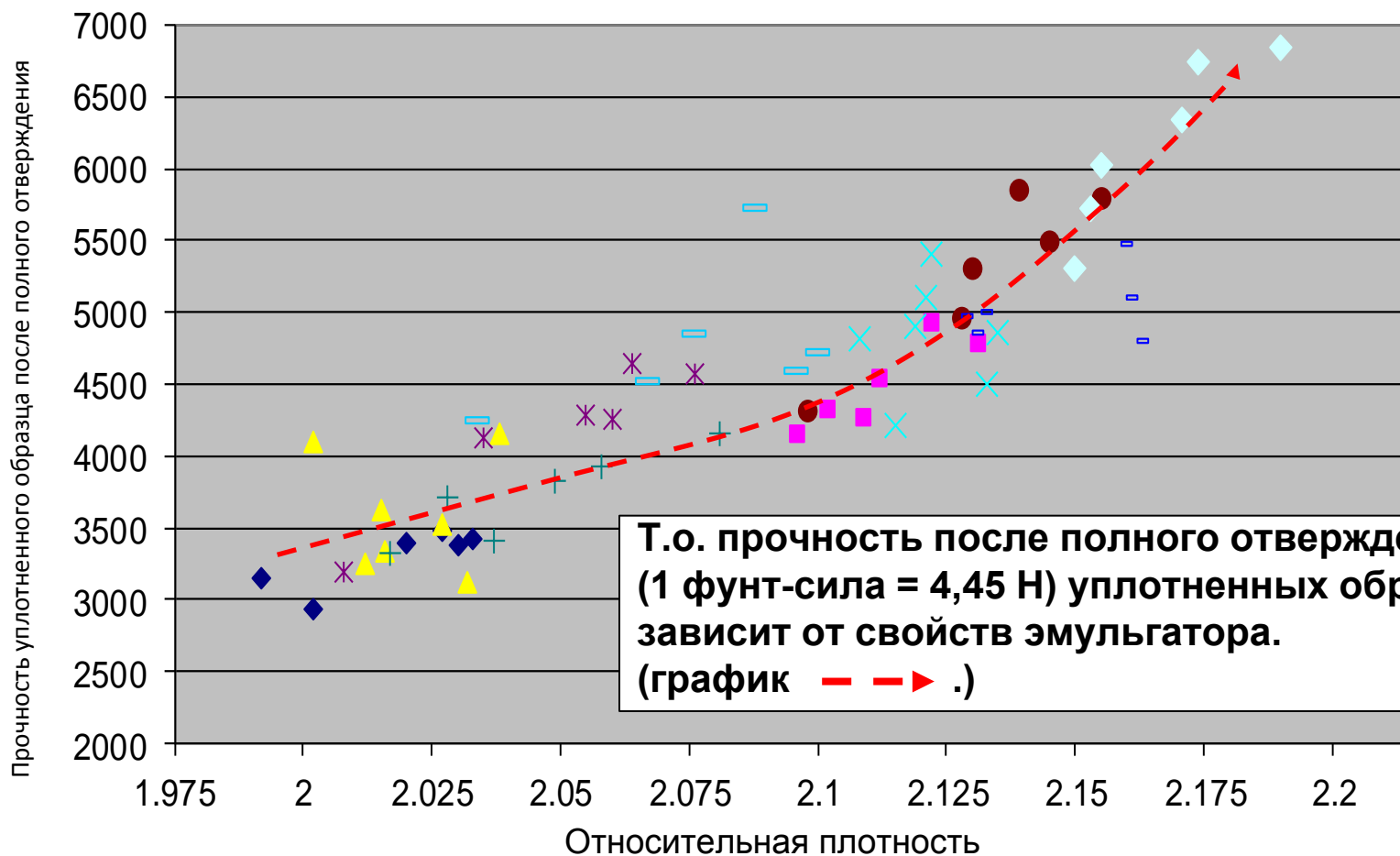


Эмульгатор с наибольшим  
временем перемешивания



Эмульгатор с наименьшим  
временем перемешивания

# 1. ДОБАВКИ ДЛЯ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ И УПЛОТНЕНИЯ



Эмульгатор с наибольшим временем перемешивания



Эмульгатор с наименьшим временем перемешивания



## 2. ДОБАВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВЛАГОСТОЙКОСТИ

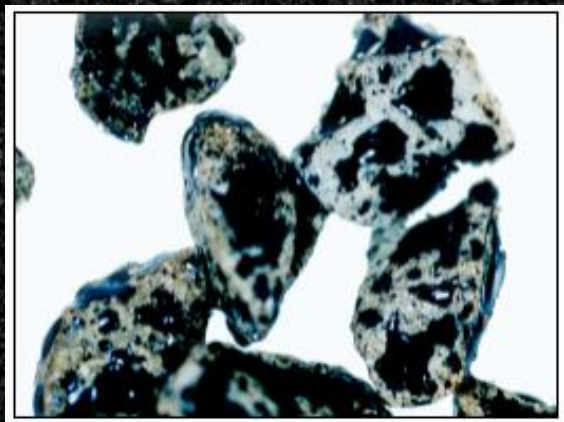
### Основное назначение поверхностно-активных добавок в холодных смесях:

- Улучшение смешивания и формирования верхнего слоя
- Обеспечение необходимой обрабатываемости и уплотняемости для имеющихся условий производства и строительства
- Улучшение отверждения и связности для сокращения времени до возврата в эксплуатацию
- Улучшение сцепления заполнителя и вяжущего материала для обеспечения устойчивости к проникновению влаги

## 2. ИСПЫТАНИЯ НА ВЛАГОСТОЙКОСТЬ

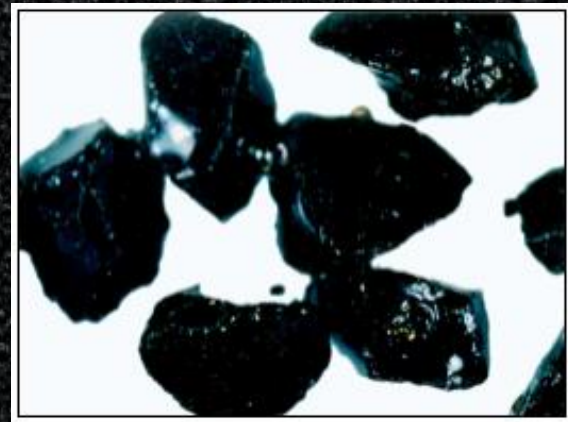
Основными лабораторными испытаниями на разрушение под воздействием влаги для холодных асфальтовых смесей являются следующие:

- Испытания погружением в кипящую воду
- Испытания погружением и на сжатие, например испытание по методу Дюрье или усовершенствованное испытание на разрыв (AASHTO T-283)  
(Описания этих испытаний см. на слайде 37)



Испытания погружением в кипящую воду позволяют выявить значительные различия в адгезионных свойствах.

Но они не обеспечивают возможности проведения количественной оценки тонких различий.

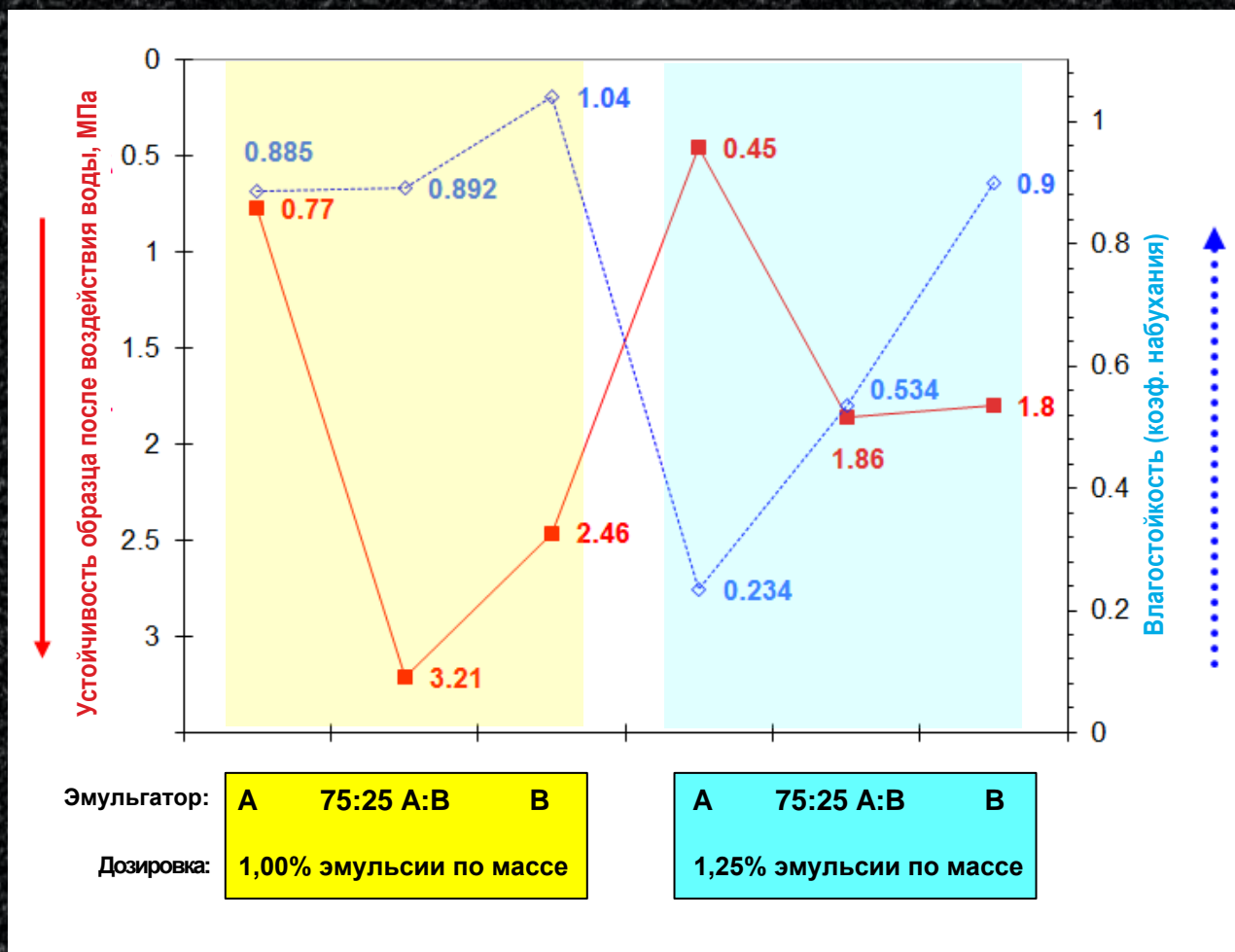





## 2. ИСПЫТАНИЯ НА ВЛАГОСТОЙКОСТЬ

При проведении испытания по методу Дюрье и усовершенствованного испытания на разрыв на влагостойкость уплотненных холодных смесей влияет множество переменных, в том числе остаточная влажность, воздушные полости, класс и содержание вяжущего материала.

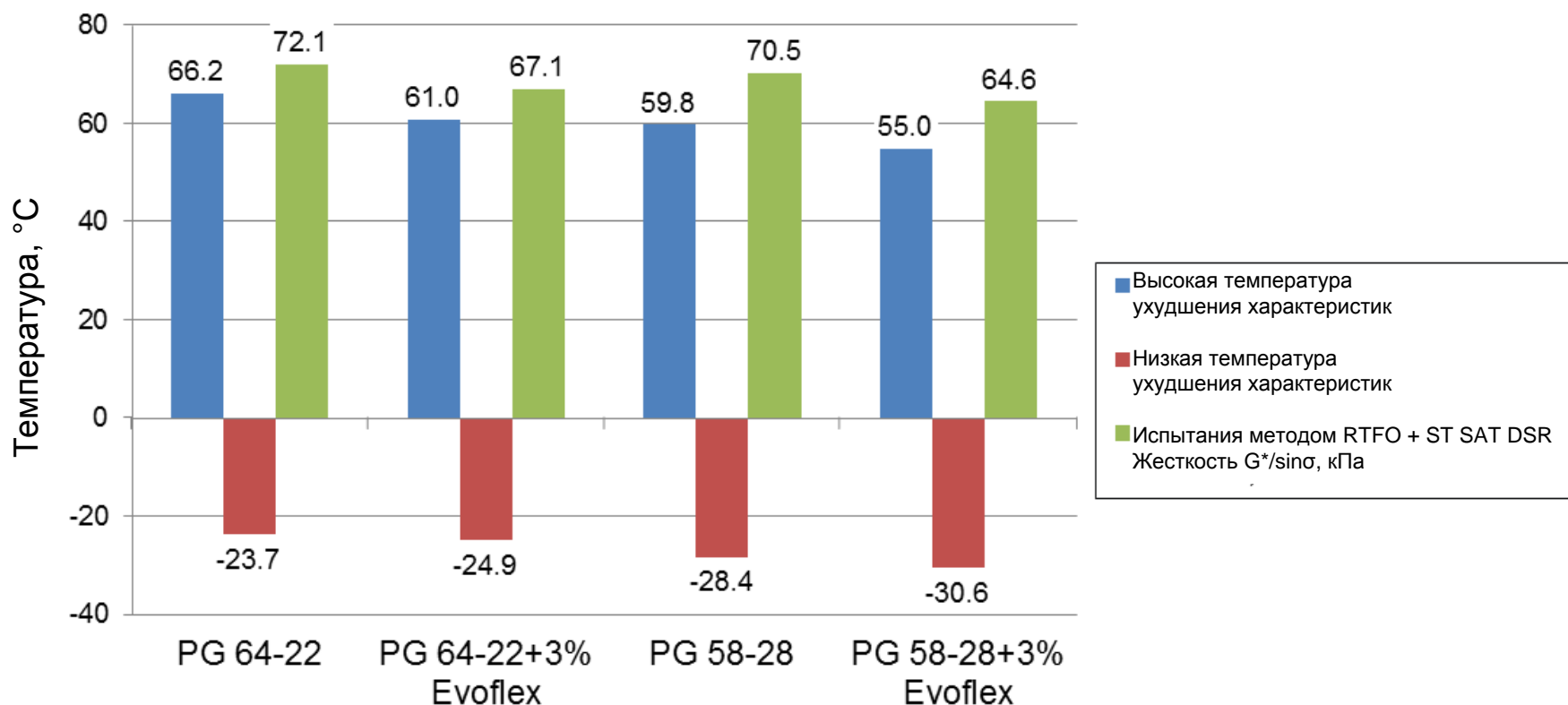
При этом тип эмульгатора и его дозировка также являются определяющими факторами для влагостойкости.




### 3. ВОССТАНОВИТЕЛИ ДЛЯ СТАРОГО ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА


В условиях эксплуатации некоторые покрытия из холодной асфальтовой смеси подвержены окислительному старению. Поведение смеси в ходе испытания на укатывание тонкой пленки в печи и в сосуде для старения под давлением важно для определения будущих характеристик вяжущего материала в таких смесях. (См. ).

Использование восстановителей в таких смесях может продлить срок службы, отсрочить растрескивание, повреждения от влаги и другие неблагоприятные явления.

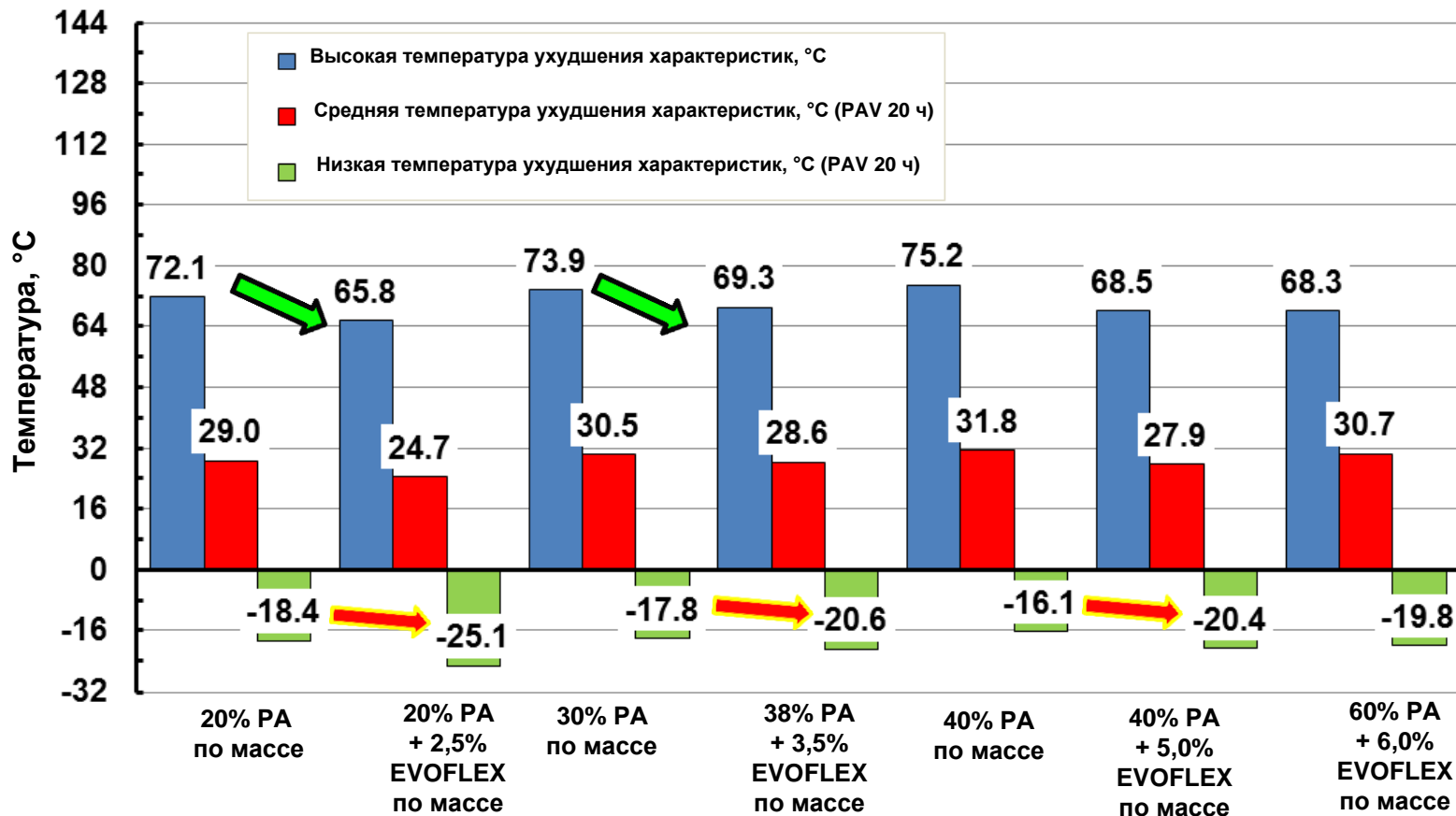


# 3. ВОССТАНОВИТЕЛИ ДЛЯ СТАРОГО ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА

Применение восстановителей позволяет снизить верхний и нижний пороги температур ухудшения характеристик. (См. )

Т.о. при правильной рецептуре высокое содержание регенерированного асфальта не будет сильно отрицательно сказываться на низкой температуре ухудшения характеристик. (См. )

### Температура ухудшения характеристик





## 4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СТОЙКОСТИ К РАСТРЕСКИВАНИЮ

В ходе последних исследований были определены качества асфальта, соотносящиеся с потерей гибкости, возникающей в результате окислительного старения.

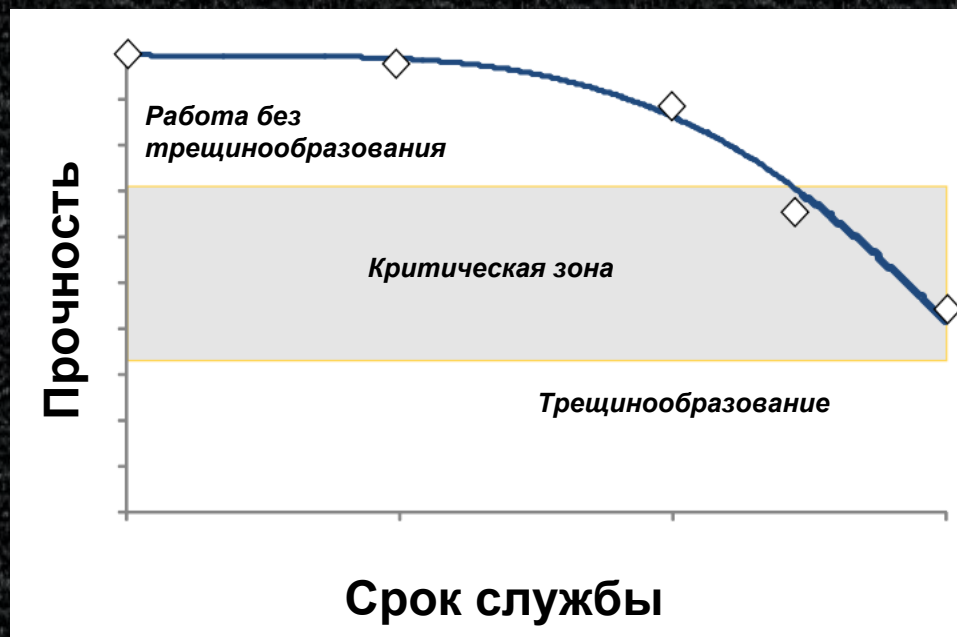
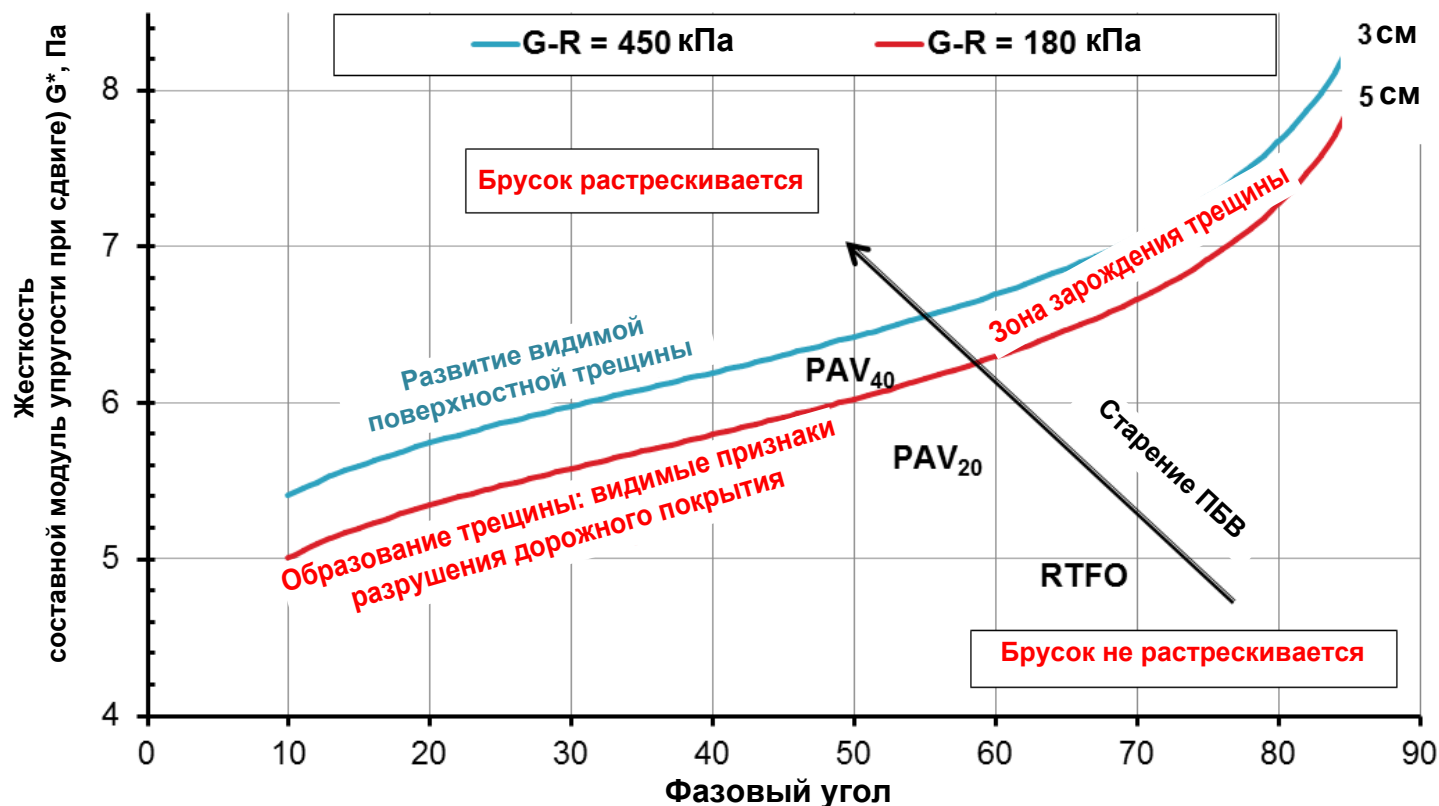


График взят с сайта <http://pavement.engineering.asu.edu/wordpress/wp-content/uploads/2014/12/14-AsphaltBinderCharacteristicsAffectingDurabilityCracking-Anderson.pdf>

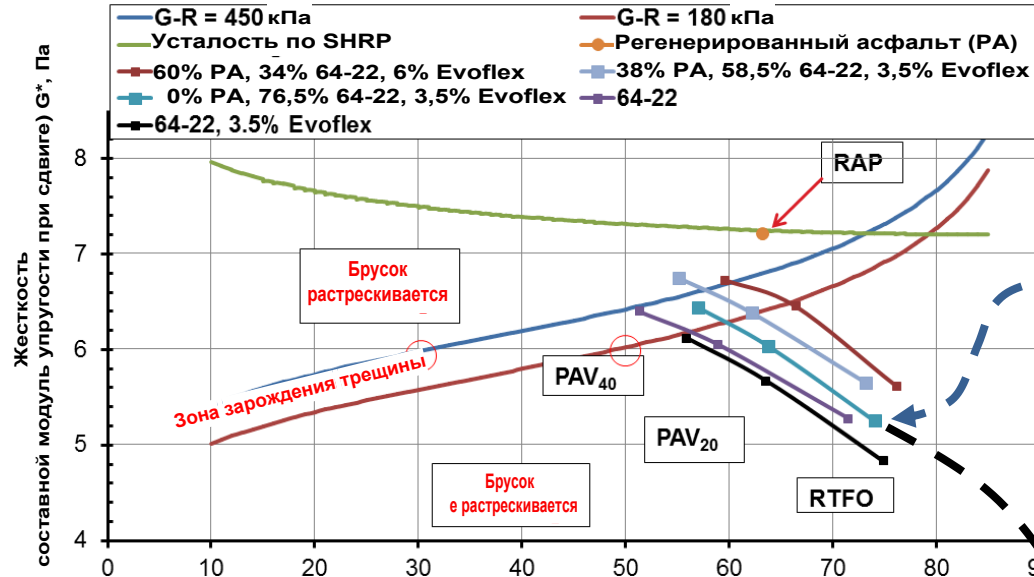
## 4. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СТОЙКОСТИ К РАСТРЕСКИВАНИЮ

Были определены отношения между **возникновением трещины** и **образованием видимой трещины** и составным модулем жесткости и фазовым углом старого асфальта. Таким образом, склонность покрытия к растрескиванию была соотнесена с величинами  $G^*$  и  $\delta$  асфальта, измеренными после многократных циклов старения в сосуде для старения под давлением (PAV).



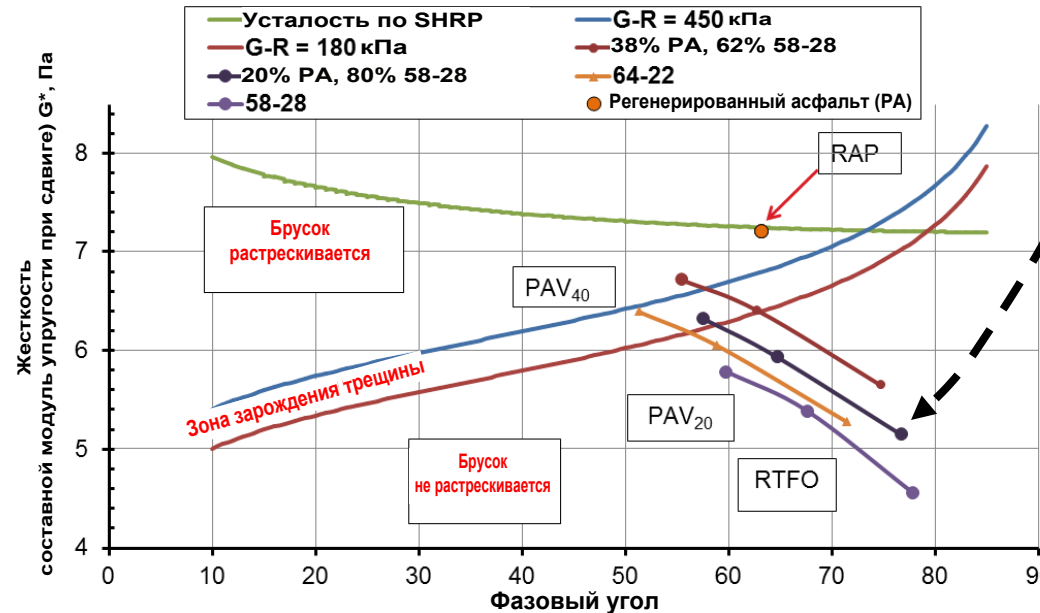
# 4. ВОССТАНОВИТЕЛИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СТОЙКОСТИ К РАСТРЕКИВАНИЮ

Смесь асфальта марки **PG 64-22** с 20 и 38 % регенерированного асфальта с 3,5 % восстановителя.



Старение смеси асфальта марки **PG 64-22** и 3,5 % восстановителя и 20 % регенерированного асфальта в сравнении с...

Смесь асфальта марки **PG 58-28** с 20 и 38 % регенерированного асфальта без добавления восстановителя.



... смесью асфальта марки **PG 58-28** с 20 % регенерированного асфальта без добавления восстановителя.



# ТИПЫ ХОЛОДНЫХ СМЕСЕЙ

## ЭМУЛЬСИОННО-МИНЕРАЛЬНЫЕ СМЕСИ (ЭМС)

- Минеральный материал фракции  $0 / D +$  вода + битумная эмульсия (с частичным чернением щебня)
- Минеральный материал фракции  $6 < D < 20$  мм, битум от 3,8 до 4,5%
- Тип S: нижние слои (6-15 см) - водочувствительность  $> 55\%$   
Тип R: восстановление формы (0-12 см)

## ПЛОТНЫЕ ХОЛОДНЫЕ СМЕСИ

Смеси краткосрочного хранения (менее 1-2 дней), разработанные для укладки слоя износа

- Размер зерен 0/6, 0/10 или 0/14, более или менее неоднородные
- Толщина: 2-3 см, 3-5 см, 5-8 см
- Черный щебень (100 %): содержание остаточного вяжущего от 5,5 до 6% -  $r/R > 70\%$
- Среднее и неинтенсивное движение от 150 до 250 единиц тяжелого транспорта в среднем ежедневно

## СМЕСИ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

- Смесь длительного хранения (от нескольких недель до нескольких месяцев) для заделки ям...
- Сильно разжиженный битум
- Требования к механическим свойствам отсутствуют

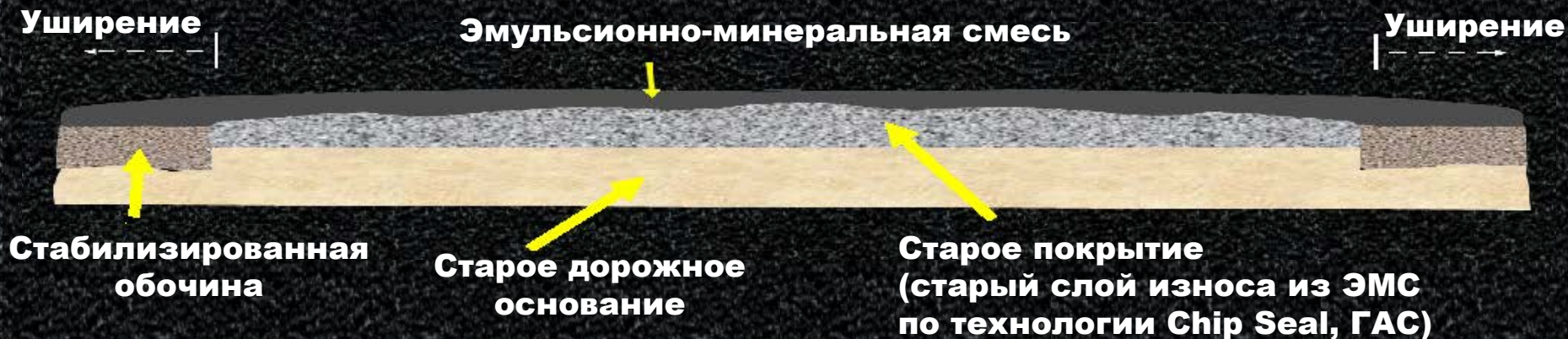
# ЭМС: ПРИГОТОВЛЕНИЕ, УКЛАДКА И ПРИМЕНЕНИЕ

## ▶ Расширение и укрепление дорог

- ▶ Перемешивание в бетономешалке
- ▶ Помещение на временное хранение или применение непосредственно после приготовления
- ▶ Профилирование автогрейдером или бетоноукладчиком
- ▶ Обработка (в большинстве случаев) поверхности по технологии Chip Seal или Micro-Surfacing

## ▶ Нижний слой

- ▶ Перемешивание в бетономешалке
- ▶ Помещение на временное хранение или применение непосредственно после приготовления
- ▶ Профилирование автогрейдером или бетоноукладчиком
- ▶ При строительстве новых дорог нижний слой из гравия может покрываться слоем горячей асфальтовой смеси



**Схема старого и нового дорожного полотна**



**СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ: Холодный ресайклинг с фрезерованием на полную толщину (глубокий ресайклинг) и с фрезерованием на неполную толщину (неглубокий ресайклинг)**

	<b>Глубокий ресайклинг (FDR)</b>	<b>Неглубокий ресайклинг (CIR)</b>
<b>Применимость</b>	<b>Улучшение структуры</b>	<b>Восстановление поверхности</b>
<b>Тип поверхности</b>	<b>Битум или асфальтогранулят</b>	<b>Битум</b>
<b>Типы дорог</b>	<b>Проселочные, с низкой интенсивностью движения</b>	<b>Любые типы с любой интенсивностью движения</b>
<b>Материал</b>	<b>Основание из асфальтогранулята или смеси асфальтогранулята и регенерированного асфальта</b>	<b>100% регенерированный асфальт</b>
<b>Существующее основание</b>	<b>Требуется стабилизация</b>	<b>Конструктивно прочное</b>
<b>Глубина</b>	<b>6-9" с охватом основания</b>	<b>3-5" с охватом, достаточным для выдерживания массы транспортных средств</b>
<b>Оборудование</b>	<b>Дорожный регенератор/ Кулачковый дорожный каток</b>	<b>Отдельные машины или "поезда" оборудования для холодной регенерации</b>
<b>Содержание эмульсии</b>	<b>2.5-6%</b>	<b>2-3.5%</b>

# СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ХОЛОДНОГО ГЛУБОКОГО И НЕГЛУБОКОГО РЕСАЙКЛИНГА (продолжение)

- Глубокий ресайклинг производится на глубину, охватывающую битумосодержащие слои и определенную часть основания старого дорожного полотна
- Неглубокий ресайклинг охватывает только битумосодержащие слои (по этой причине этот метод иногда называют ресайклингом на неполную глубину)
- Глубокий ресайклинг - это единственный метод, за исключением полного восстановления, который позволяет устранить повреждения щебеночного основания
- Неглубокий ресайклинг, как правило, выполняется фрезерованием на глубину 3-5 дюймов
- Глубокий ресайклинг, как правило, выполняется фрезерованием на глубину 6-9 дюймов
- Метод глубокого ресайклинга сокращает время приготовления эмульсии, поскольку, в отличие от неглубокого ресайклинга, не требует удаления верхнего слоя: эмульсия впрыскивается поверх старого слоя с последующим уплотнением смеси



# ОТЛИЧИЯ МЕЖДУ СМЕСЯМИ ДЛЯ ГЛУБОКОГО И НЕГЛУБОКОГО РЕСАЙКЛИНГА

## СМЕСЬ ДЛЯ ГЛУБОКОГО РЕСАЙКЛИНГА

### Характеристики

- Мелкие фракции (большая суммарная поверхность)
- Быстрое затверждение, более высокое содержание асфальта и лучшее распыление в сравнении с обычными смесями, которые, как правило, используются для **неглубокого ресайклинга**
- Обычно 2,5 - 6%

## СМЕСЬ ДЛЯ НЕГЛУБОКОГО РЕСАЙКЛИНГА

### Характеристики

- Регенерированный асфальт (небольшая суммарная поверхность)
- Укладка при помощи бетоноукладчика
- Обычно 2 - 3.5%

# ОТЛИЧИЯ МЕЖДУ ХОЛОДНЫМ РЕСАЙКЛИНГОМ НА МЕСТЕ и ХОЛОДНЫМ РЕСАЙКЛИНГОМ НА ЗАВОДЕ

- Холодный ресайклинг на месте требует меньше временных затрат и является более экономичным, менее разрушающим и более экологичным методом благодаря отсутствию необходимости доставки смеси с завода
- Для приготовления смеси для холодного ресайклинга на заводе требуется больше времени с учетом времени перевозки
- Данный метод позволяет использовать смеси, применяемые для холодного ресайклинга на месте, но с более высоким содержанием эмульгатора (для замедления процесса расслаивания)
- Для холодного ресайклинга на заводе можно использовать другие эмульгаторы
- Для холодного ресайклинга на заводе требуется, как правило, на 0,5% больше эмульсии, чем для холодного ресайклинга на месте



# ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМЕСЕЙ

## ХОЛОДНЫЙ РЕСАЙКЛИНГ НА МЕСТЕ/ХОЛОДНЫЙ РЕСАЙКЛИНГ НА ЗАВОДЕ

Характеристики

Более быстрое твердение,  
чем у обычных эмульсий

- Хорошие адгезионные свойства
- Влагостойкость
- Распыление

Характеристики смесей  
с высоким содержанием битума

- Хорошее распыление  
с тонкой пленкой
- Долговечность
- Гибкость--

## ГЛУБОКИЙ РЕСАЙКЛИНГ

Характеристики

Не подвержены химическому  
разрушению / не содержат летучих  
органических соединений

- Более быстрое твердение,  
чем у обычных эмульсий
- Хорошие адгезионные свойства
- Влагостойкость
- Распыление

# КРИТЕРИИ ВЫБОРА СМЕСИ

Для холодного ресайклинга на заводе, а также для холодного глубокого и неглубокого ресайклинга на месте существует небольшой выбор минеральных заполнителей.

Проектировщики должны использовать имеющиеся на месте материалы, независимо от их свойств. Тем не менее, для регенерированного асфальта, как правило, учитывают такие характеристики как  $P_b$ ,  $\eta$  и гранулометрический состав.

Выбор исходных материалов холодной смеси производится с учетом таких свойств заполнителей как гранулометрический состав, угловатость зерен, вязкость, эквивалент песка, глинистость и т.д., а также с учетом таких свойств вяжущих материалов как класс PG по SHRP и устойчивость к воздействию многочисленных напряжений (США).

## ТРИ ОСНОВНЫХ КРИТЕРИЯ ВЫБОРА СМЕСИ ПОСЛЕ ПОДБОРА МАТЕРИАЛОВ

### Пропорция

различных составляющих  
выбранных заполнителей  
или вяжущего материала

### Уплотнение

равномерно  
распределенной смеси в  
соответствии с  
требуемыми объемными  
характеристиками

### Испытание

основных механических и  
эксплуатационных свойств  
уплотненных образцов



# КРИТЕРИИ ВЫБОРА СМЕСИ

## УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТЬ И ОБРАБАТЫВАЕМОСТЬ

Испытание на сцепление с щебнем при укладке вручную,  
выбор эмульгатора, содержание воды,...

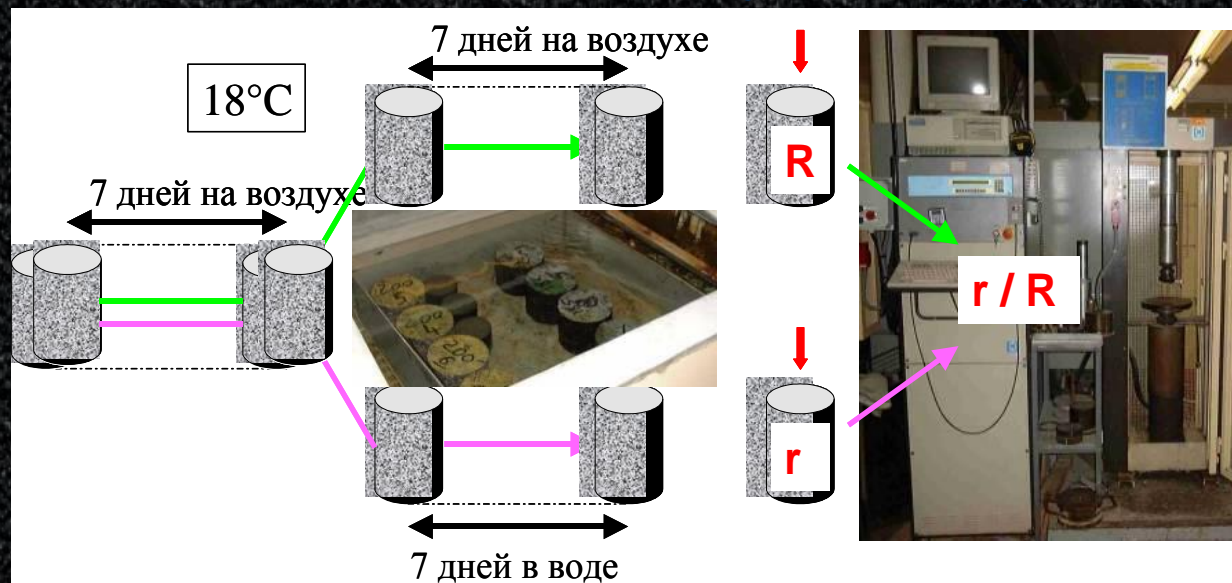
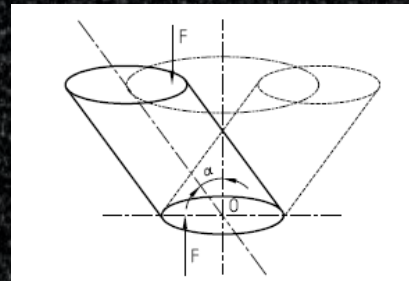
## УПЛОТНЯЕМОСТЬ

Испытание методом вращательного среза

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Испытание по методу Дюрье на влагостойкость

Испытание на сопротивление при сжатии



# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХОЛОДНЫХ СМЕСЕЙ

## СУЩЕСТВУЮЩИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИ ВЫБОРЕ СОСТАВА ХОЛОДНОЙ СМЕСИ

- Использование тех же критериев, которые применяются в отношении горячих асфальтобетонных смесей (ГАС)
- Метод не адаптирован и недостаточно проверен
- Недостаточная прогнозируемость
- В методе не учитываются различия в поведении этих продуктов

## ПРИМЕРЫ НОВЫХ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ

### Испытание на удобоукладываемость по NYNAS

Методы ускоренного твердения в течение 14 дней при 35°C и относительной влажности 20%

### Усовершенствованное испытание методом вращательного среза

- Контроль водоотдачи при уплотнении

Более адаптированные методы испытания на уплотняемость в условиях, близких к реальным условиям в месте производства работ по уплотнению смеси.

- Уменьшение прилагаемой нагрузки при уплотнении прессованием по методу Дюрье
- Использование вращательного компактора (останов при достижении необходимого процента пустот)
- Определение механических свойств



# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХОЛОДНЫХ СМЕСЕЙ

## ПРИМЕРЫ НОВЫХ МЕТОДОВ ИСПЫТАНИЙ

Измерение динамического модуля упругости методом диаметрального сжатия

- В течение всего процесса ускоренного твердения
- Возможность сравнения результатов испытаний со значениями, измеренными в месте производства работ на извлеченных образцах внутренних слоев



# СМЕСИ (КОМПОЗИТНЫЕ) ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

**Основное назначение поверхностно-активных добавок для устойчивых при хранении (композитных) смесей:**

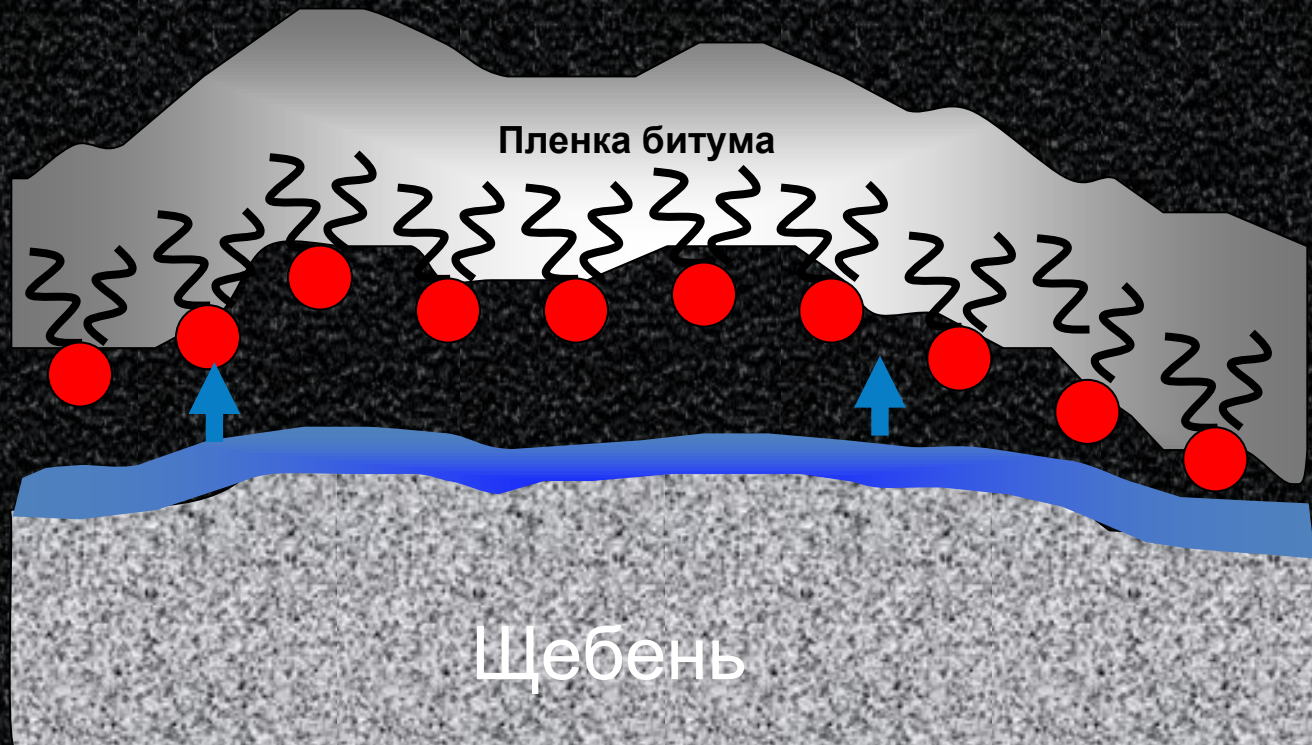
- Улучшение смешиваемости и растекаемости смесей даже из **мокрого, плохо дробленого гравия**
- Обеспечение требуемой удобоукладываемости и уплотняемости при укладке (земляные работы) и заливке выбоин
- Возможность добавления пуццолановых материалов (таких как портландцемент и гашеная известь), используемых для ремонта выбоин и ям



# СМЕСИ (КОМПОЗИТНЫЕ) ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Прочность сцепления битума с щебнем во многом зависит от выбора добавок, которые предотвращают ухудшение адгезии в месте контакта при попадании воды на поверхность щебня.

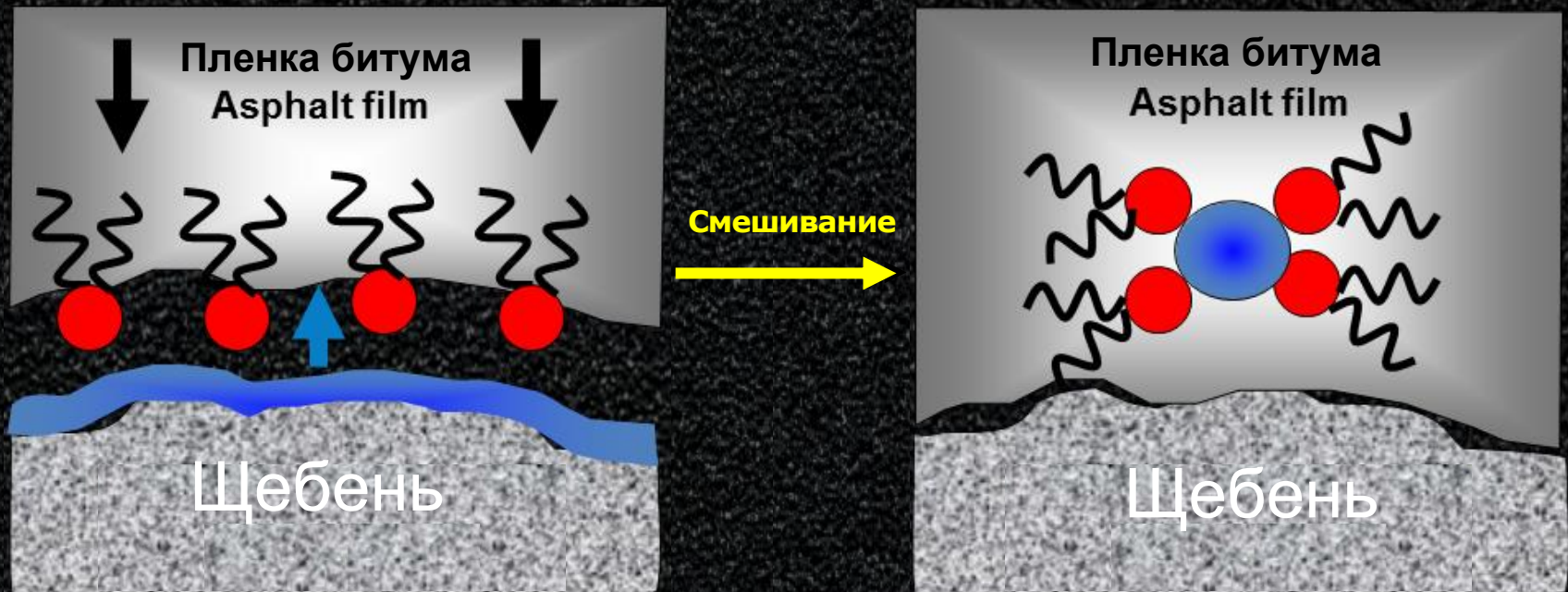
При наличии  
воды добавка  
“удаляет”  
воду  
с поверхности  
щебня  
при смешивании.



# СМЕСИ (КОМПОЗИТНЫЕ) ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ

Гидрофильные группы  
поверхностно-активных добавок  
композитных смесей адсорбируют  
воду с поверхности щебня.

Вода заключается в пленку  
битума, благодаря чему  
между битумом и заполнителем  
обеспечивается прочное  
сцепление.





# АНАЛОГИЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОЖНО ОБЕСПЕЧИТЬ ПУТЕМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПО ТЕХНОЛОГИИ MICRO-SURFACING И SLURRY SEAL.

## МАТРИЦА ЭМУЛЬГАТОРА ДЛЯ УСТРОЙСТВА СЛОЕВ ИЗНОСА ПО ТЕХНОЛОГИИ MICRO-SURFACING И SLURRY SEAL



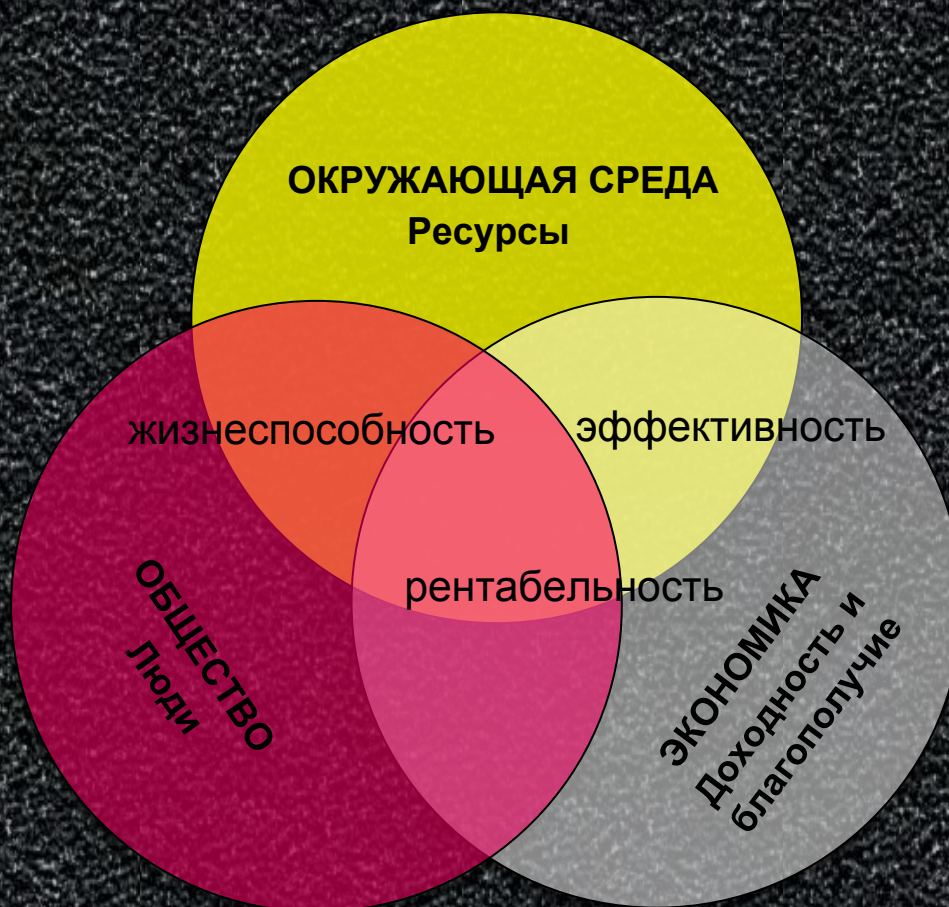
# **ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОБАВОК ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

## **ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

- I. Повышение долговечности асфальтовых дорожных покрытий.**
- II. Минимизация или исключение воздействия на окружающую среду и здоровье человека.**
  - A. Энергосбережение.
  - B. Сокращение выбросов летучих органических веществ и парниковых газов.
- III. Повышение прочности.**
  - A. Повышение технологичности, влагостойкости и плотности энергии деформации.
  - B. Повышенная безопасность вождения благодаря хорошей уплотняемости и равномерности растекания.
- IV. Оптимизация срока службы дорожного покрытия.**
  - A. Расширение возможностей регенерации и использования природных ресурсов.
  - B. Отсутствие необходимости трудоемкого и затратного удаления отходов.
- V. Увеличение срока службы покрытий дорог для будущих поколений**



Асфальтовые покрытия будущего: “...безопасные, эффективные, экологичные покрытия, отвечающие потребностям настоящего и будущего поколений без каких-либо компромиссов...”



СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!

Будем рады  
ответить на Ваши  
вопросы

