



**Причины для создания системы СУПЕРПЭЙВ в США.
Основные термины и определения.
Климатическое зонирование СУПЕРПЭЙВ в США и в
мире.**

Reasons to develop a SUPERPAVE system in the US.
Basic terms and definitions of the SUPERPAVE system.
Zoning of SUPERPAVE system in the USA (share of
SUPERPAVE) and in the world.



Мобильность и потребность в магистральных

- Нужны новые и лучшие дороги
- международная конкурентоспособность:
 - США лидируют по супер-магистральям.
- Стоимость обслуживания:
- В США насчитывается более 2,2 миллиона миль (3,5 миллиона километров) асфальтированных дорог. На поддержание системы в США ежегодно тратится около 100 миллиардов долларов.
- Увеличение потребностей в поездках:
 - Размеры поездок: с 1970 по 2010 год общее число поездок, предпринятых всеми американцами, росло более чем в 3 раза быстрее, чем рост населения.

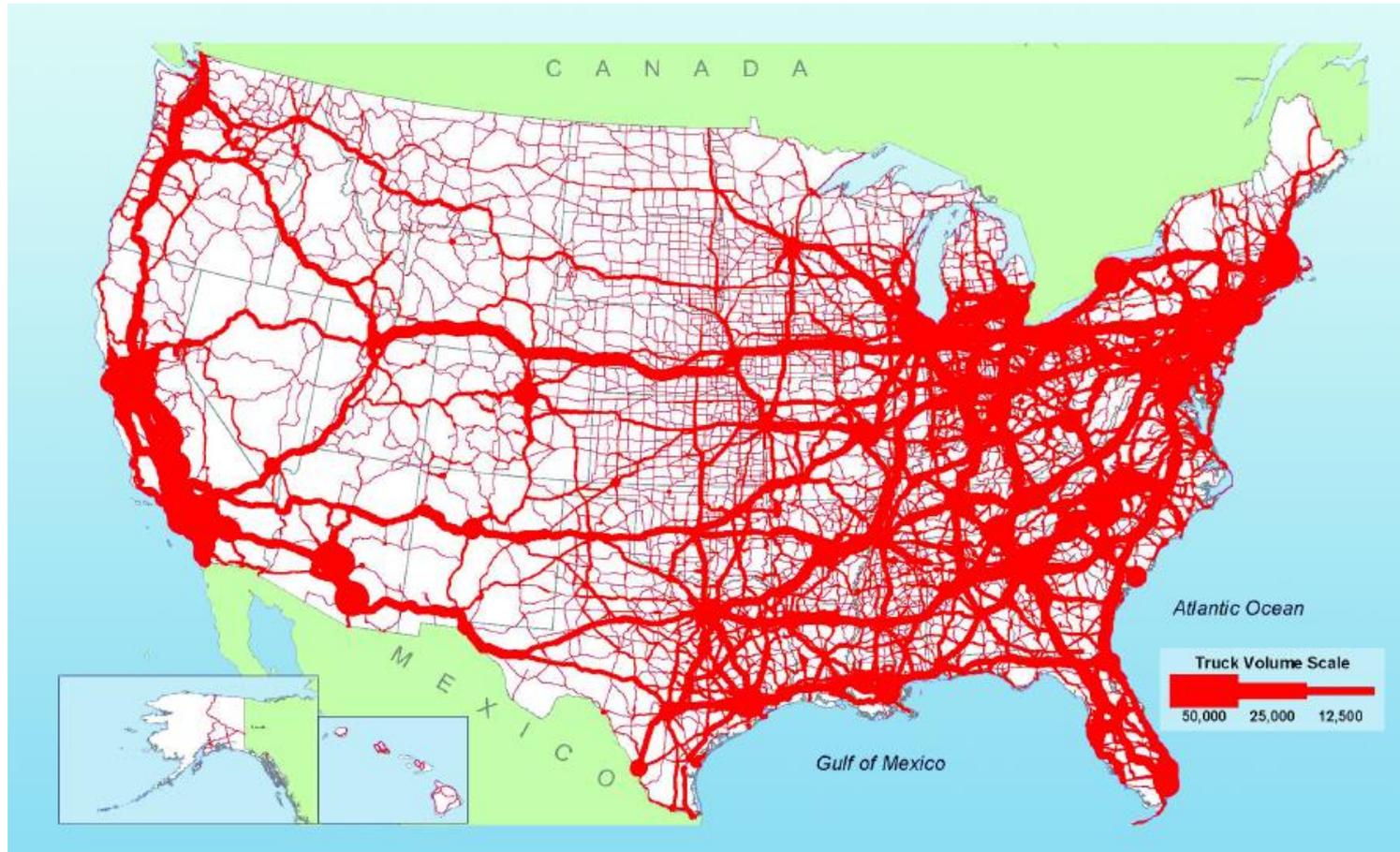


Актуальность технологии асфальтобетона

- Более 90% дорог с твердым покрытием в мире построены из асфальтобетонных материалов.
- Улучшение качества дорог оказывает значительное влияние на мобильность, экономический рост и энергоэффективность транспорта.



2020-сеть автомобильных дорог в США качественные дороги = более безопасный и эффективный рост

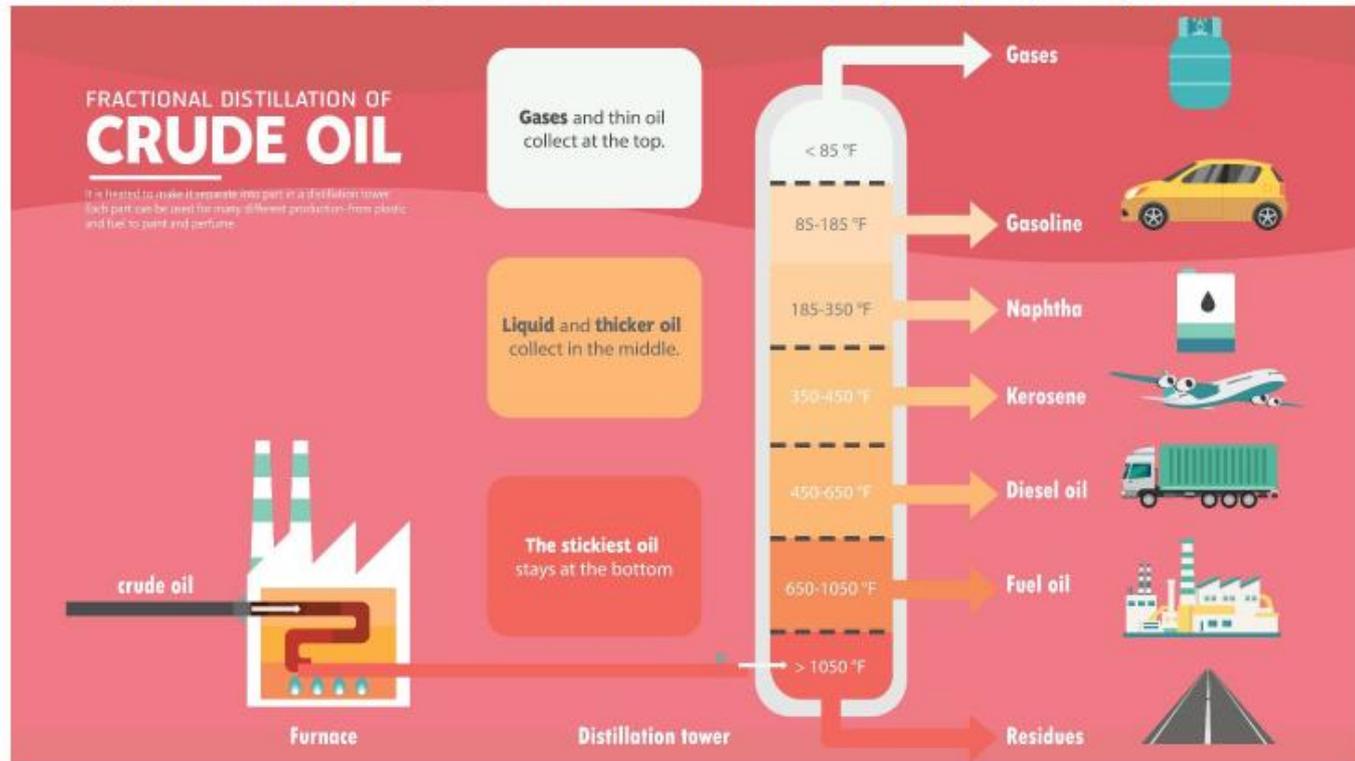




Большинство НПЗ не ориентированы на качество битума

Straight-run Asphalt = Vacuum Distillation Residue

Asphaltic crude quality is a critical factor in high quality asphalt production





Исторические Характеристики: Предполагаемый битум-это простая жидкость

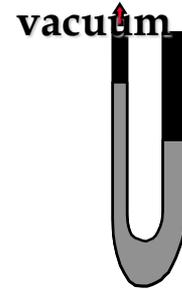
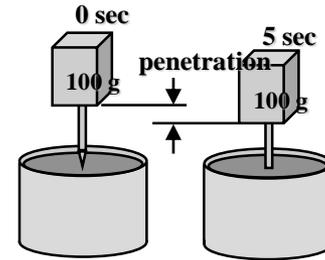
Стабильность
(пен или вязк)

твердый

мягкий

-15 25 60 135

температура, C



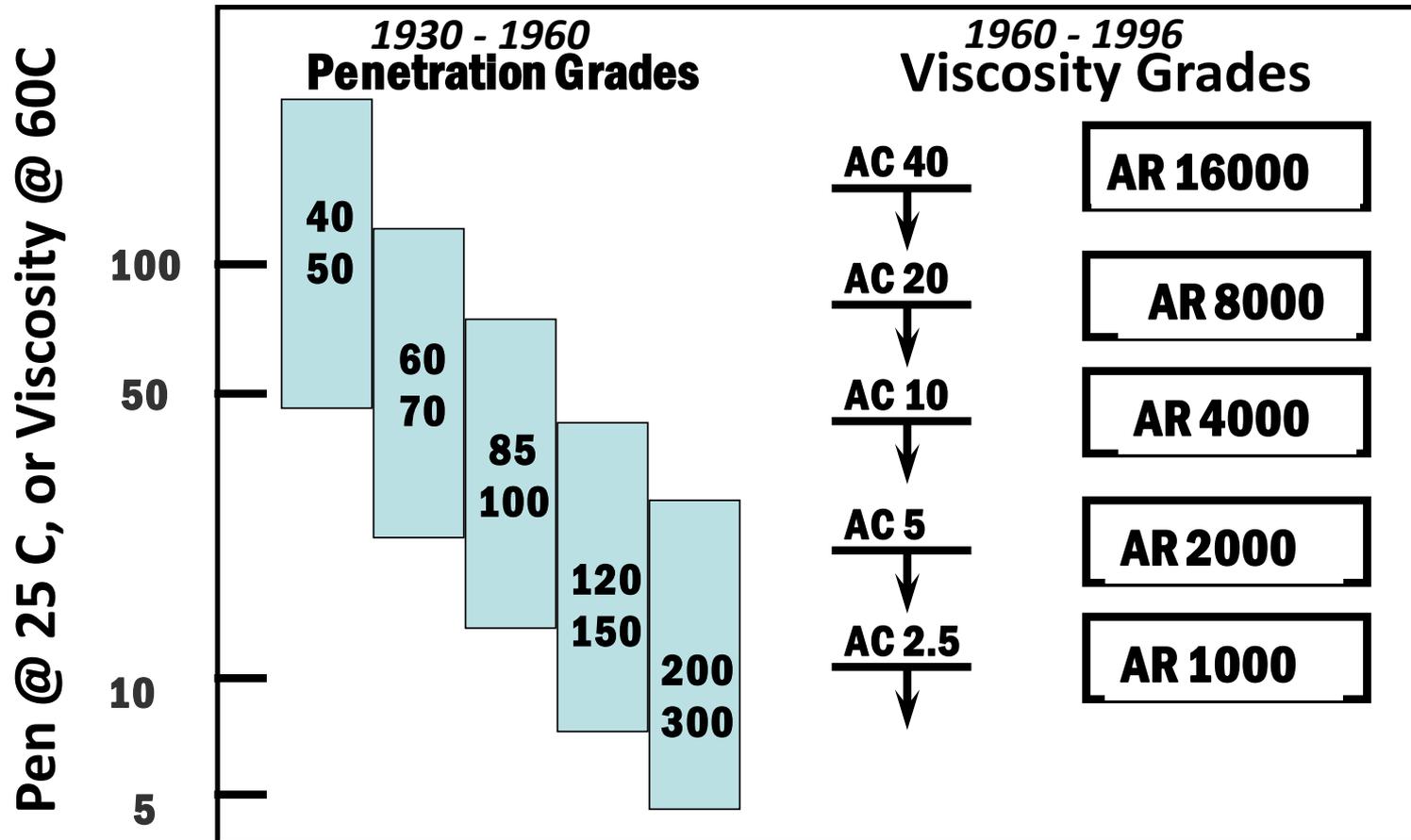
A, B, C
Одна марка!

A
B

C



Традиционные марки вяжущие

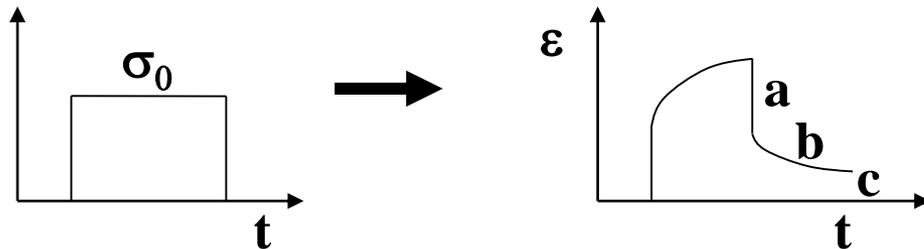




Битум не жидкость!

Это вязко-эластичная полутвердое тело

- Эластичный 
- Вязкий 
- Пластичный 



- a. Постоянное восстановление
- b. **Отложенное** восстановление
- c. Постоянные деформации



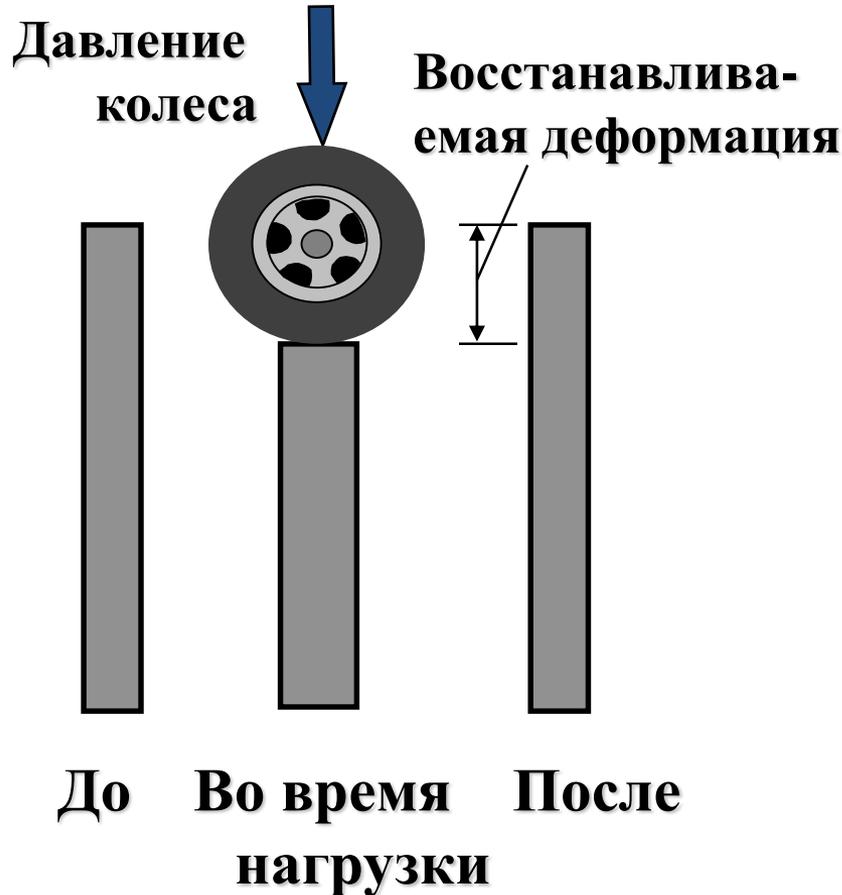
Вязкоэластичное поведение

- Эластичные твердые и вязкие жидкости отличаются деформационными характеристиками
 - Эластичные твердые тела возвращаются к своему недеформированному состоянию, которое было характерно для материала до нагрузки
 - Вязкие жидкости не обладают способностью восстановления после деформации
 - Эластичное воздействие имеет отношение непосредственно к деформации В вязкой жидкости напряжение зависит от скорости деформации

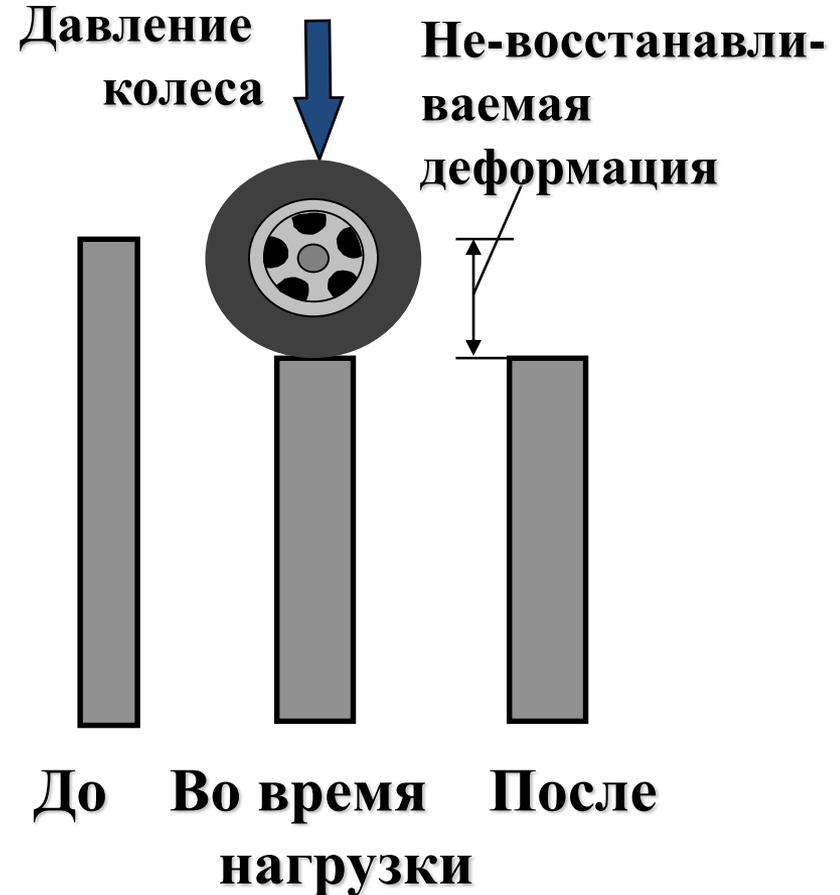


Эффекты вязко-эластичности

Эластичный



Вязкий





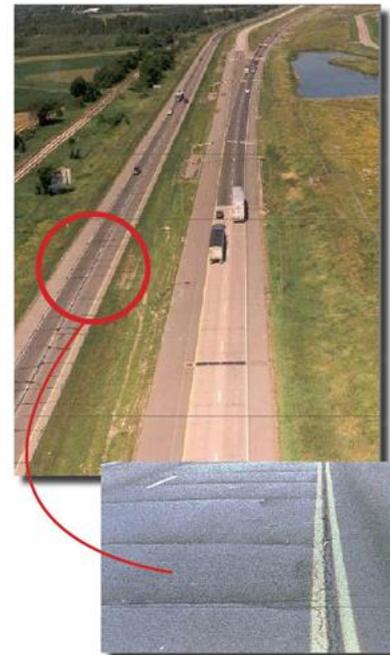
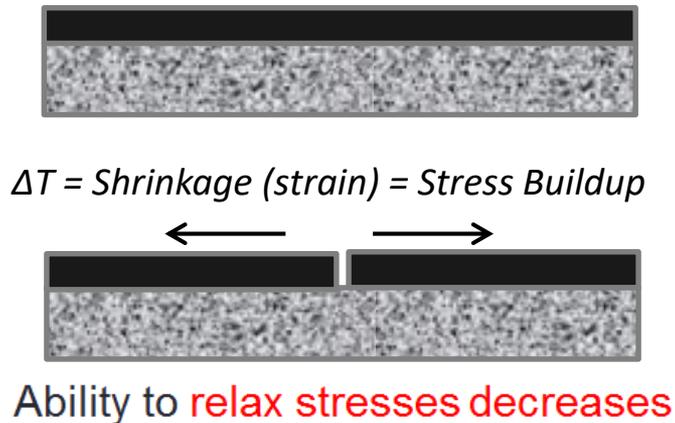
Колея в летнее время: грузовики движутся на расстоянии друг от друга, точка покрытия в колесном пути испытывает импульс загрузки и период покоя (без нагрузки). Однако, поскольку дорожное покрытие не является идеально эластичным (Вязкоупругим), возможно накопление колейности со временем:





Низкая температура растрескивания зимой:

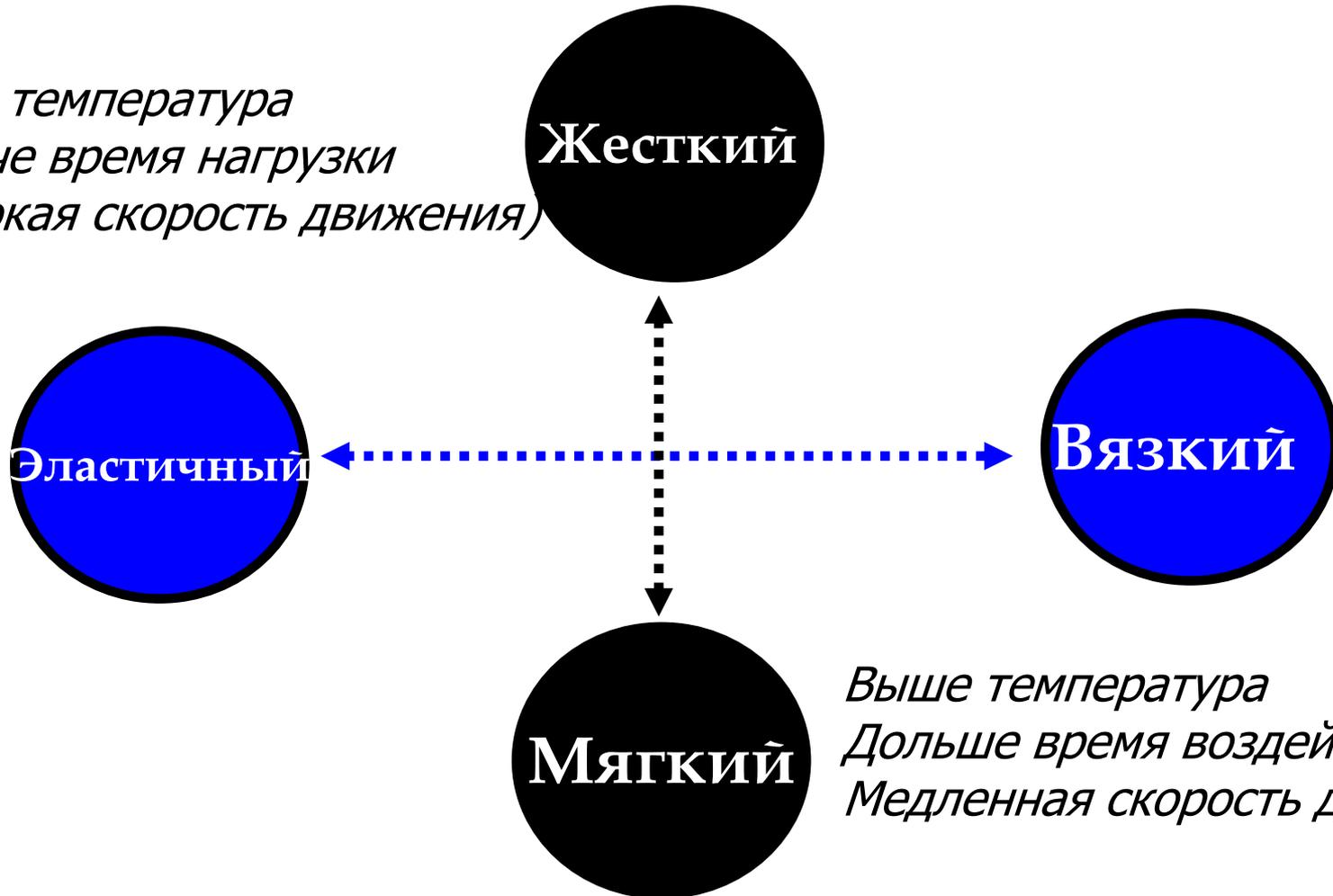
Низкотемпературное **термическое растрескивание** обычно не появляется в асфальтовых покрытиях до нескольких лет после укладки, поскольку вяжущее быстрее накапливает напряжения и теряет способность ослаблять термические напряжения.





Поведение битума

*Ниже температура
Короче время нагрузки
(Высокая скорость движения)*



*Выше температура
Дольше время воздействия
Медленная скорость движения*

Обычные задачи для спецификации на битум

- Технологичность
- Эффективность



- Долговечность



Технические хар-ки (PG) должны быть:

- Включает измерения описывающие взаимоотношения между давлением-растяжением при рабочих нагрузках.
- Рассматривая условия укладки
 - Температура, скорость движения, интенсивность и конструкция дорожных одежд
- Include acceptance limits derived from experience and factual field performance.



Факторы влияющие на выбор вяжущего

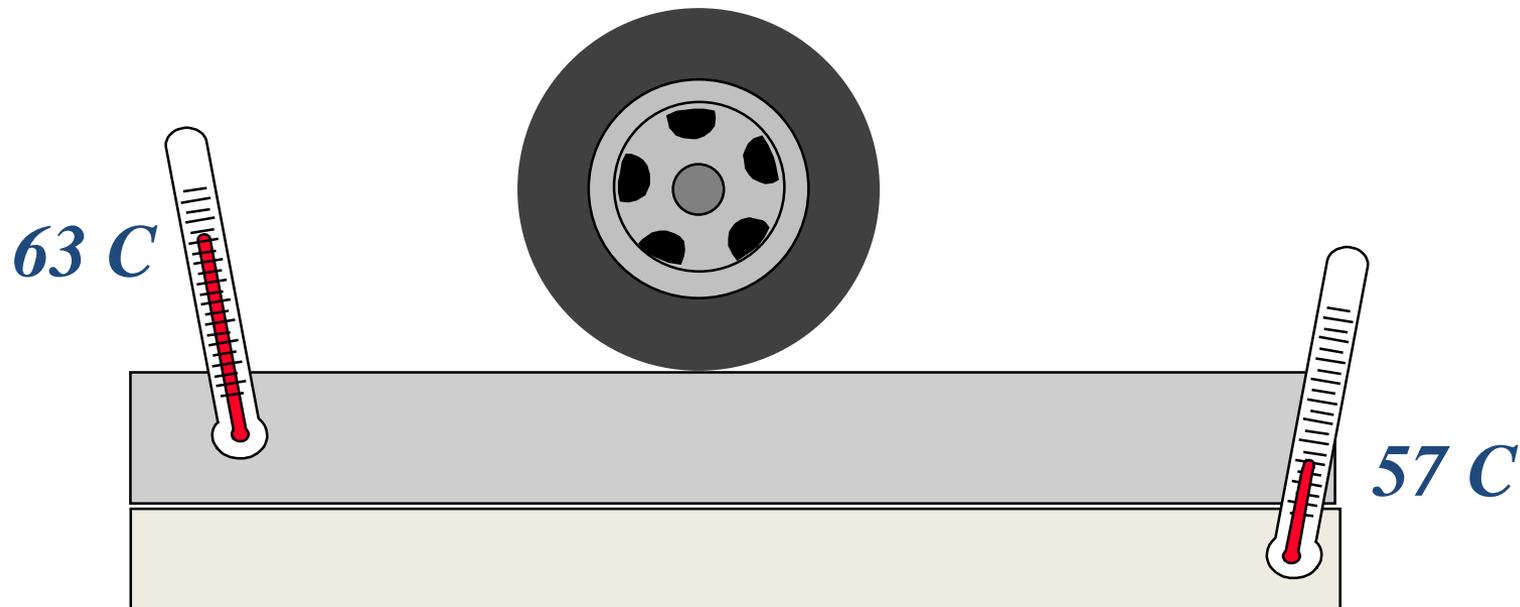
- География (климат):
 - Air Temperature, solar radiation
 - Pavement Temperature: Max & Min
- Интенсивность движения: High, Medium, Low
- Скорость движения: Fast, Slow
- Конструктивные особенности: Strong, Weak
 - Stress and strain



Выбор вяжущего по температуре окружающей среды

Максимум: на 20-мм нижеповерхности (прим 18°C выше)

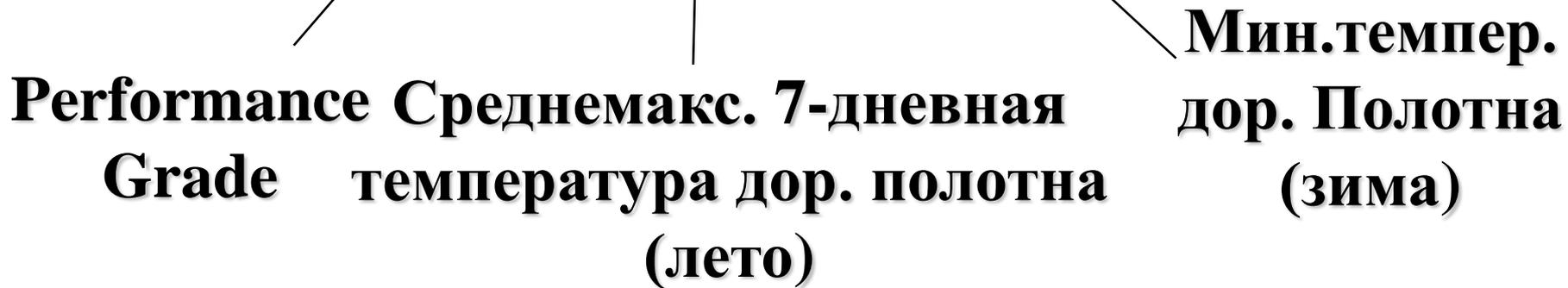
Минимум: на поверхности (примерно на 8°C выше)





Система грейдов (марок) климатически обоснованное

PG 64-22



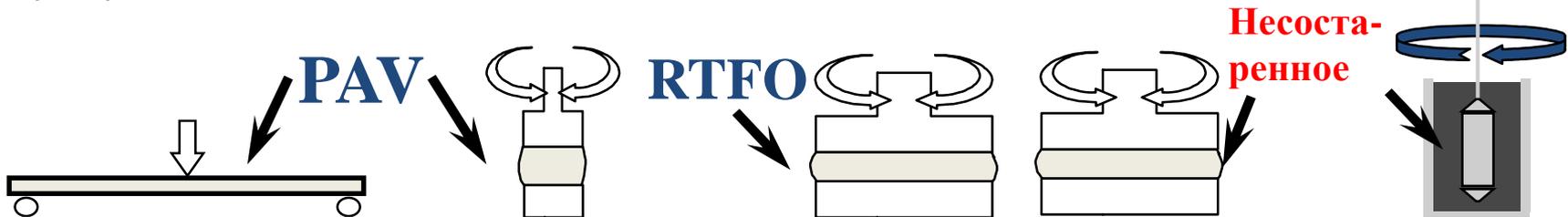


Система – PG (марки вяжущего) ААSHТO-М320



Св-ва вяжущего и оборудование для его тестирования:

<i>BBR</i>	<i>DSR</i>	<i>DSR</i>	<i>DSR</i>	<i>RV</i>
$S(60) \leq 300 \text{ MPa}$	$G^* \cdot \sin \delta$	$G^* / \sin \delta$	$G^* / \sin \delta$	η
$m(60) \geq 0.300$	$\leq 5.0 \text{ MPa}$	$\geq 2.2 \text{ KPa}$	$\geq 1.0 \text{ KPa}$	3.0 Pa-s



LT = 0 °C

IT = 37 °C

HT = 76 °C

135 °C

Температура полотна, С

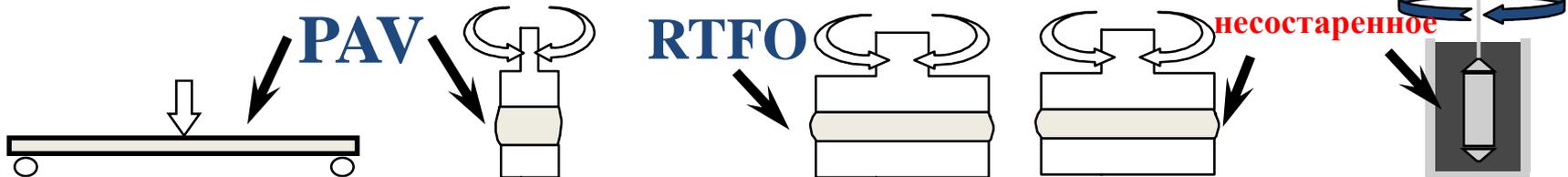


Performance Grading 2010 – M332



Св-ва вяжущего и оборудование для его тестирования:

BBR	DSR	DSR	DSR	RV
$S(60) \leq 300 \text{ MPa}$	$G^* \cdot \sin \delta$	$J_{nr3.2} \leq .5 \text{ kPa}^{-1}$	$G^* / \sin \delta$	η
$m(60) \geq 0.300$	$\leq 5.0 \text{ MPa}$	$J_{nr \text{ diff}} \leq 75\%$	$\geq 1.0 \text{ KPa}$	3.0 Pa-s



LT = 0 °C

IT = 37 °C

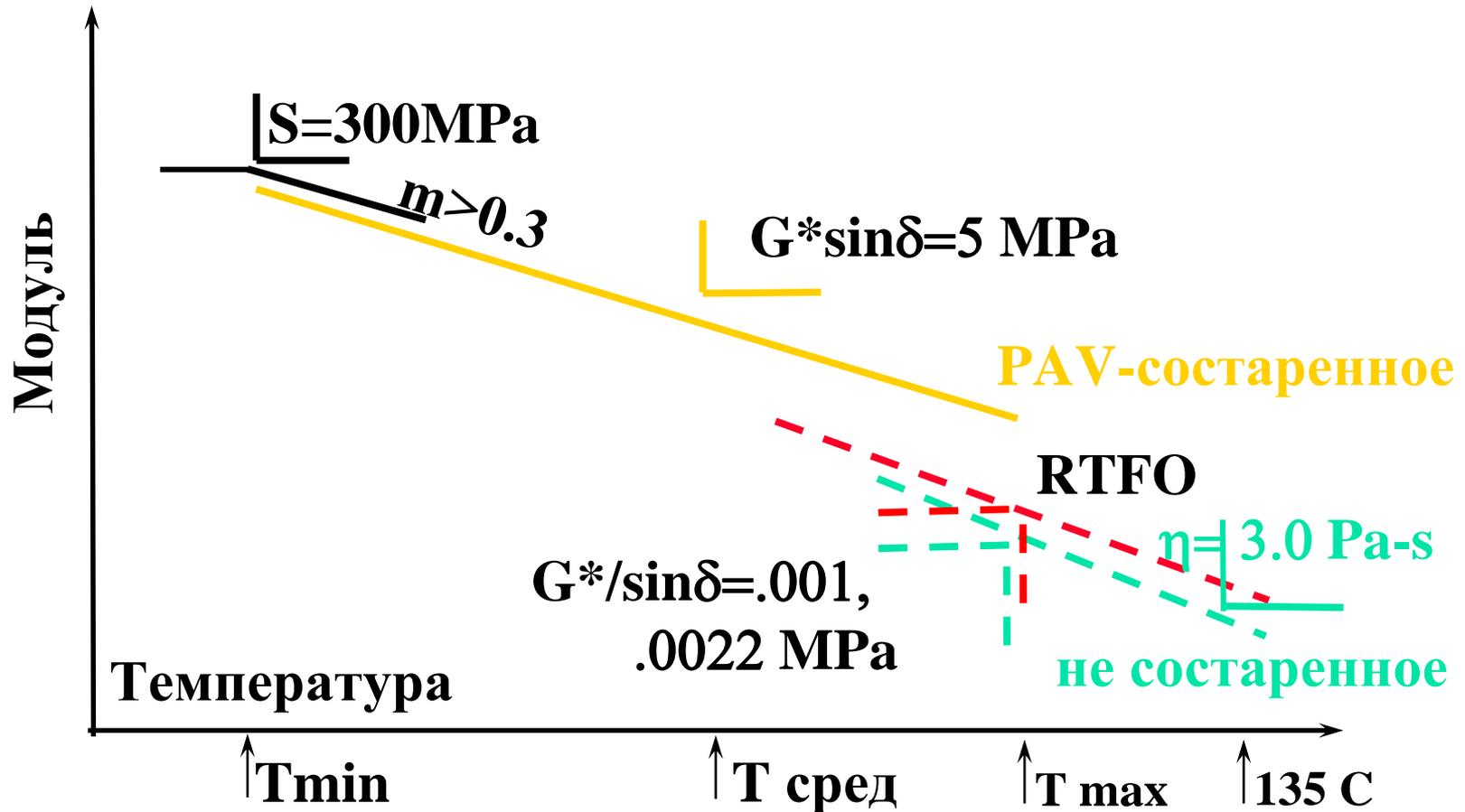
HT = 76 °C

135 °C

Температура полотна, С



Superpave параметры вяжущих





Использование системы PG для вяжущих

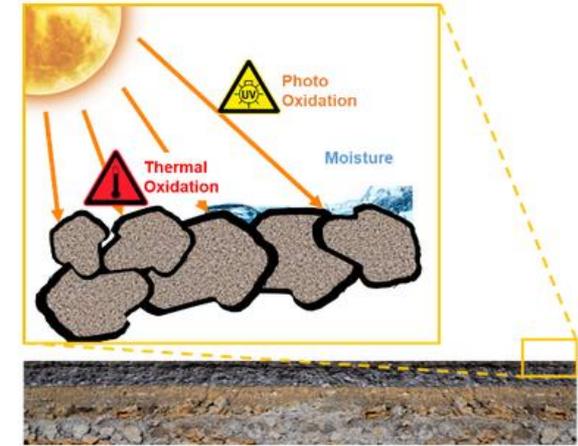
Система Superpave

- Удобоукладываемость при температуре укладки
 - Rotational Viscometer (RV) – η at 135 C - unaged
- Колейность при высоких температурах
 - Dynamic Shear Rheometer (DSR) - $G^*/\sin \delta$ (unaged & RTFO)
- Усталостные при средних температурах
 - (DSR) - $G^* \cdot \sin \delta$ (PAV aged)
- Термо-растрескивание при отрицательных T, C
 - Bending Beam Rheometer (BBR) - S(60), m(60) (PAV aged)
 - Direct Tension Tester (DTT) - Strain at failure
- Долговечность Св-ва – короткое и длительное старение
 - rolling thin film oven (RTFO), pressure aging vessel (PAV)

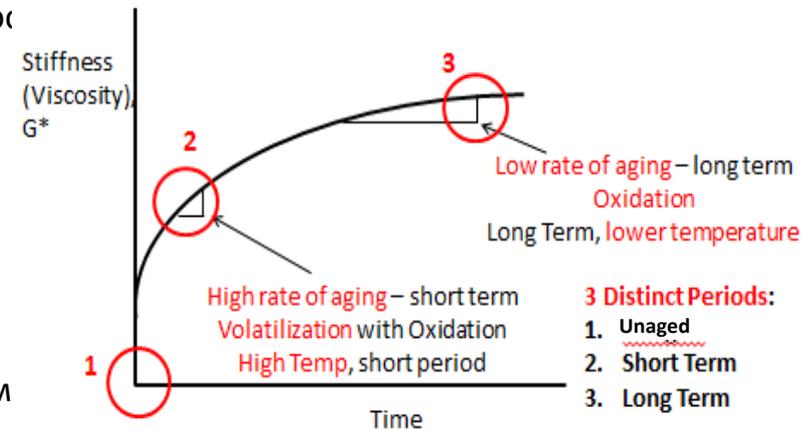


Битум старится

- Компоненты в асфальтобетонном связующем реагируют с (кислородом в воздухе) и УФ-излучением, тем самым изменяя либо (или оба):
 - химическая структура
 - химическое взаимодействие
- Этот процесс (как скорость, так и протяженность) зависит от:
 - **Источник** битума
 - **Добавки**
 - Источник **мин. наполнителя** и размер (площадь поверхности)
 - **Температуры**, растений и окружающей среды
 - **Плотность** дорожного покрытия
 - и....**Время**
- Система PG делит старение на три категории:
 1. **Несостаренное**: это битум, прежде чем он был смешан с заполнителем.
 2. **Короткое**: старение, которое происходит при высокой тем тонкие пленки на заводе.
 3. **Долгосрочное**: старение, которое случается при температуре окружающей среды в покрытии.



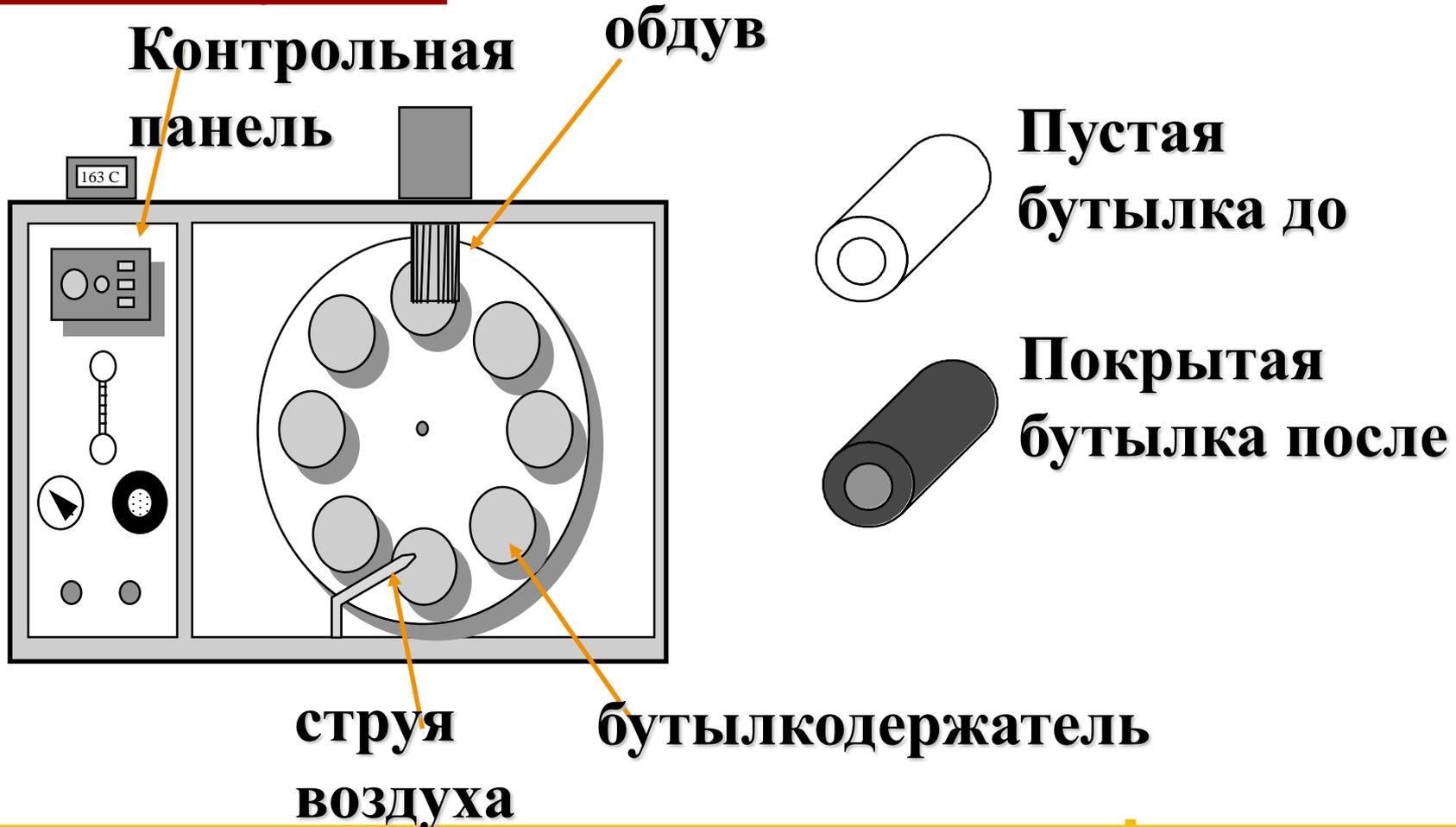
Graphic: Illinois Center for Transportation





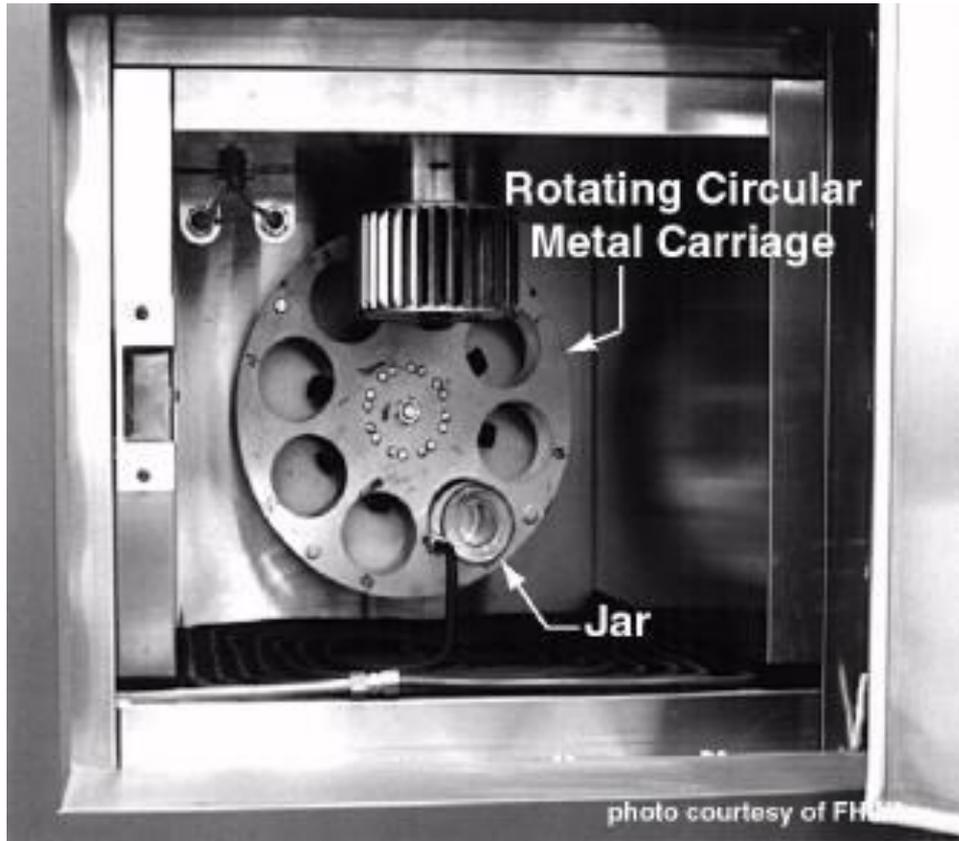
Rolling Thin Film Oven (RTFO)

Короткое старение





Rolling Thin Film Oven (RTFO)

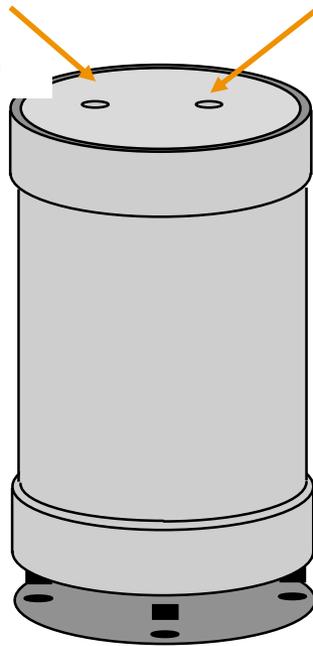




Pressure Aging Vessel (PAV)

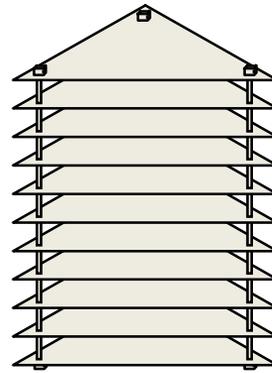
Долгое старение

Давление
воздуха



термопара

Опрессованная
емкость



стойка



битум

Чашка для образца



Марка/грэйд выбирается сначала по температуре покрытия (HT & LT)

<i>Max Pave Temperature (HT)</i>	<i>PG 58 -</i>				
<i>Min Pav Temperature (LT)</i>	-16	-22	-28	-34	-40
<i>Viscosity at 135 C</i>	@ 135 C < 3.0 Pa-s				
<i>G*/sin d (ungaed)</i>	@ HT > 1.0 Kpa				
<i>G*/sin d (RTFO-aged)</i>	@ HT >2.2 Kpa				
<i>G*.sin d (RTfO+PAV-aged)</i>	@ IT <5000 Kpa				
<i>S(60) (RTfO+PAV-aged)</i>	@ LT <300,000 Kpa				
<i>M(60) (RTfO+PAV-aged)</i>	@ LT >0.300				
<i>Strain @ failure (RTFO+PAV)</i>	@ LT >1.0 %				



С учетом потока и скорости движения транспорта – пересчет марки по PG

<i>Объем трансп. потока ESALs</i>	<i>Скорость движения транспорта</i>		
	Стоящий	Медленн.	Стандарт.
<i><0.3</i>	(~ +1)	-	-
<i>0.3 to < 3</i>	+2	+1	-
<i>3 to <10</i>	+2	+1	-
<i>10 to < 30</i>	+2	+1	(~ +1)
<i>> 30</i>	+2	+1	+1

+1; Увеличьте марку по PG на 6; например PG 64-22 до PG 70-22



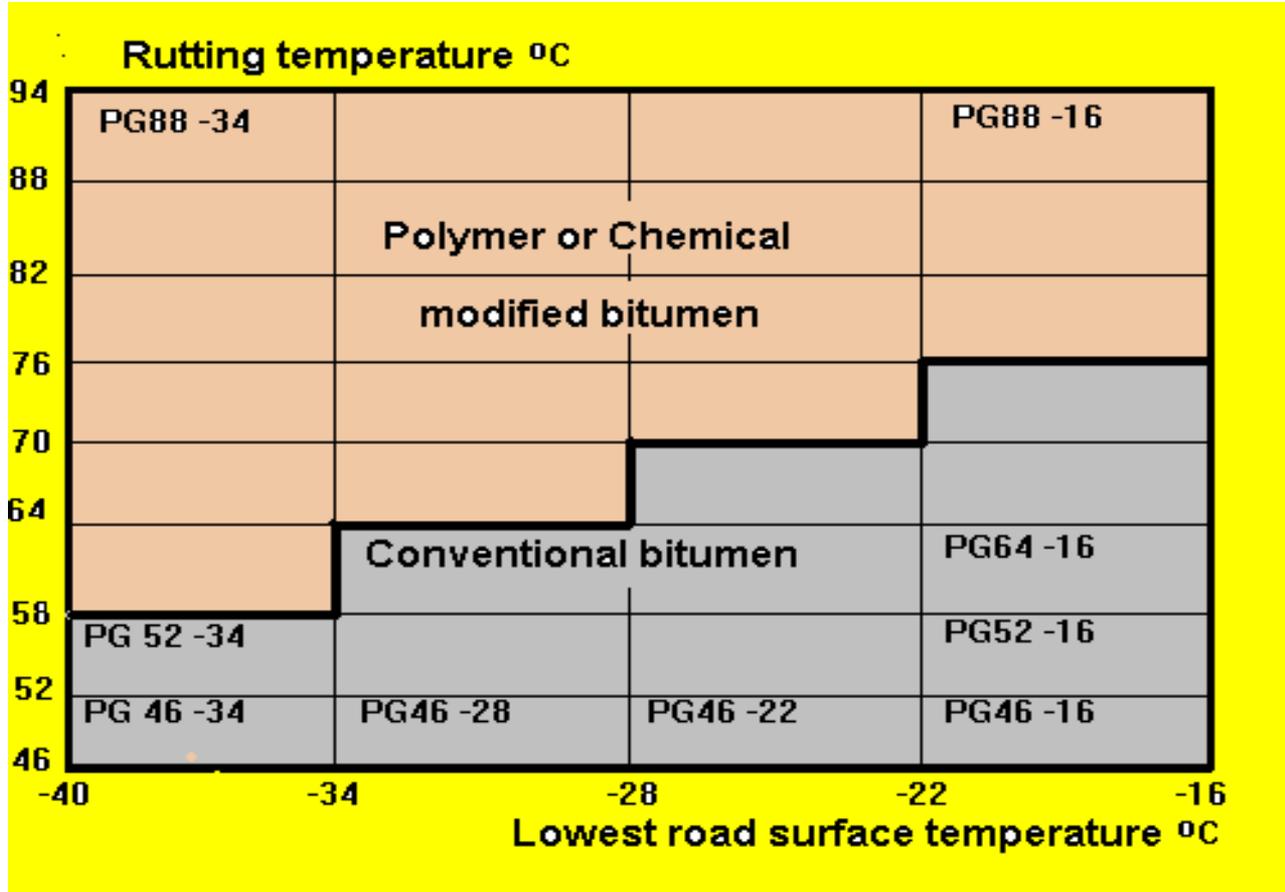
Пересчет марок

Скорость и объем движения - PG 64-22

<i>Объем потока ESALs</i>	<i>Скорость движения</i>		
	Стойкий	Медленн.	Стандарт.
<0.3	PG 76-22	PG 64-22	PG 64-22
0.3 to < 3	PG 76-22	PG 70-22	PG 64-22
3 to <10	PG 76-22	PG 70-22	PG 64-22
10 to < 30	PG 82-22	PG 76-22	PG 70-22
> 30	PG 82-22	PG 76-22	PG 70-22

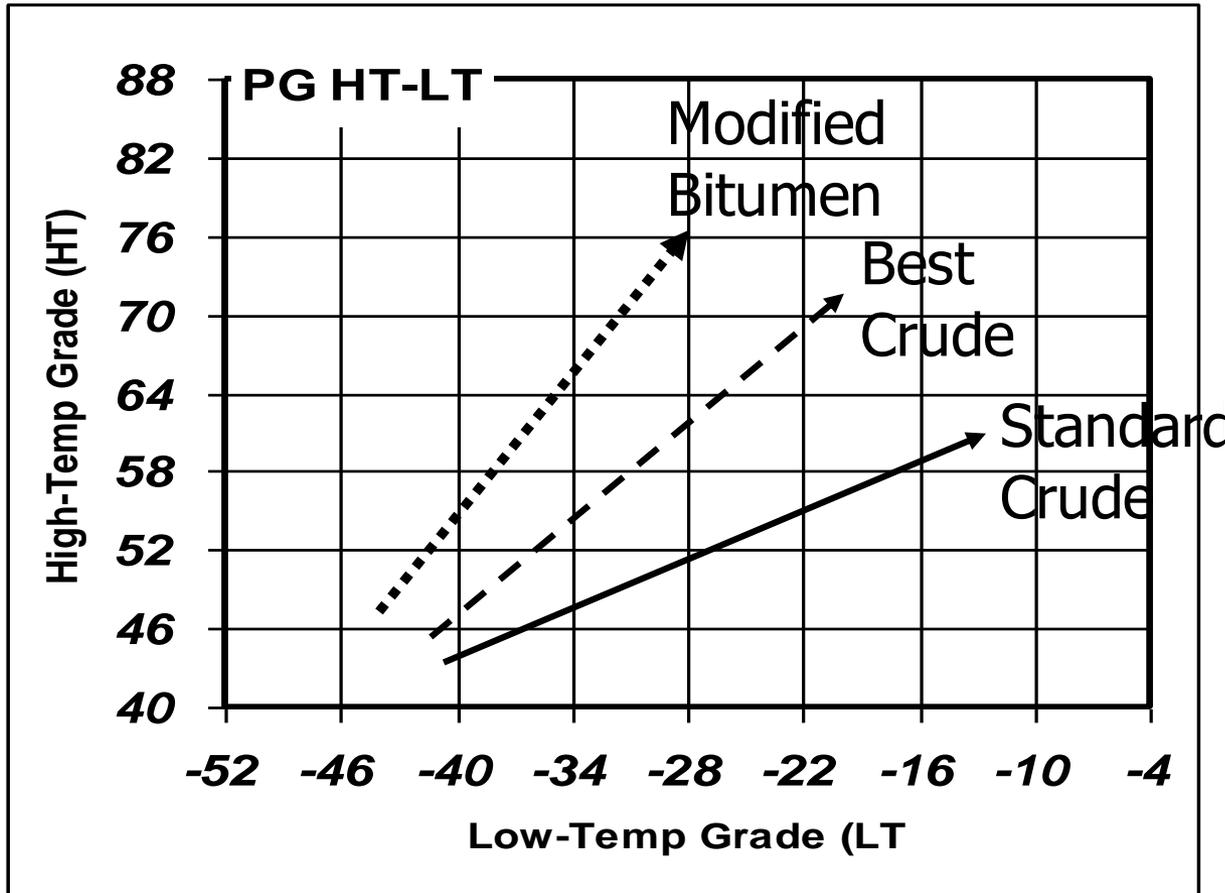


PG и Модификаторы





Карта для пр-ва марок по PG



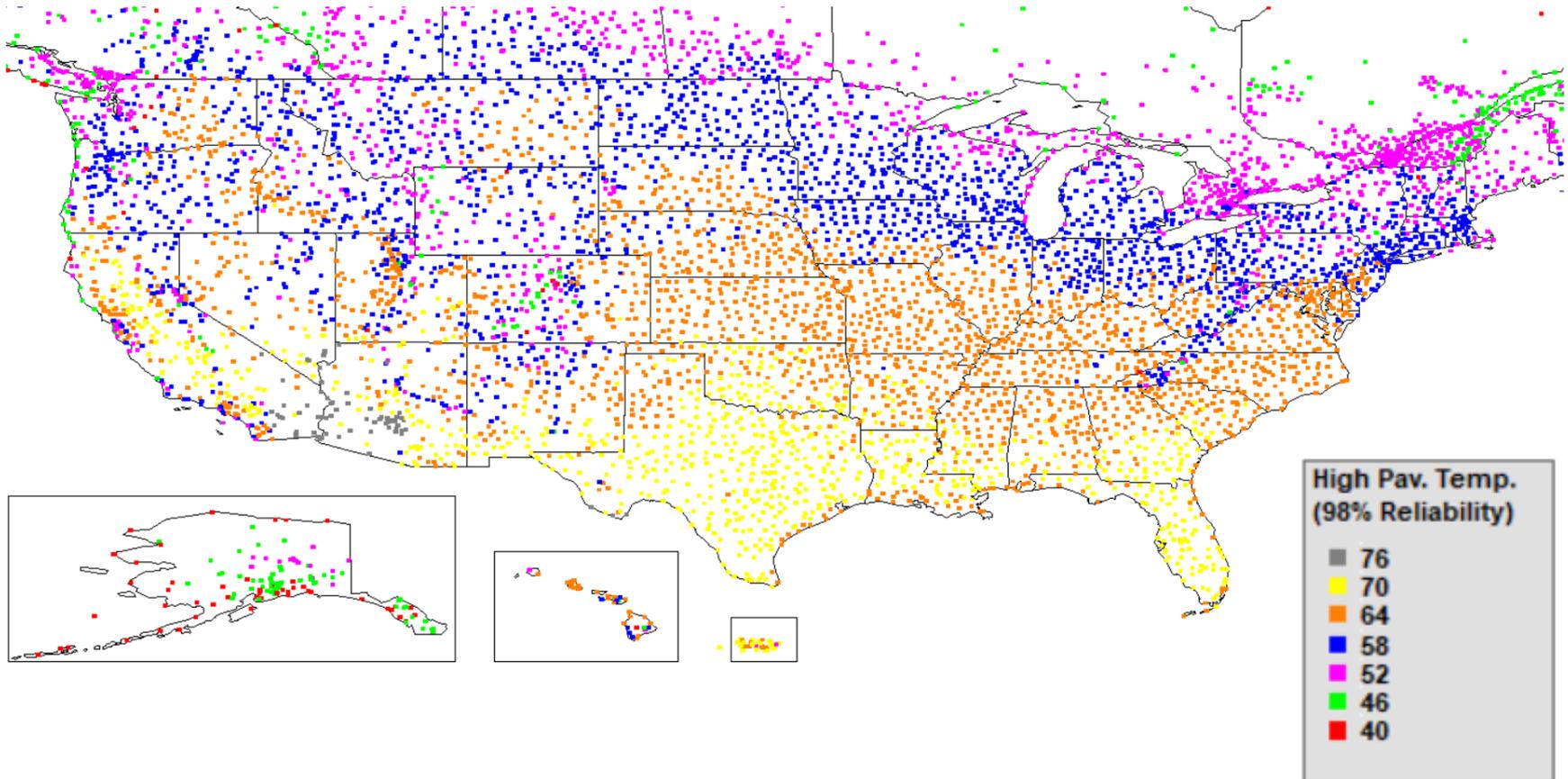


Методы выбора

- **Выбирайте базовую марку как функцию:**
 - Географической территории
 - Температуры воздуха
 - Т-ры дорожного полотна
- **Пересчитайте выбранную марку на основе:**
 - Скорости движения
 - Потока транспорта



Учет климатических условий



https://infopave.fhwa.dot.gov/Page/Index/LTPP_BIND



Thank you
Спасибо!

Questions & Discussion



**Применение системы SUPERPAVE к не
модифицированным вяжущим. Классификация
вяжущих по PG. Сертификация вяжущих.
Приемка вяжущих по качеству у подрядчиков
на примере США**

Application of SUPERPAVE system to non-modified
binders. Classification of binders by PG.
Certification of the binders. Acceptance of binders
by quality in contractors on the example of the USA



AASHTO R-26 – “сертифицированные поставщики PG марок вяжущих”

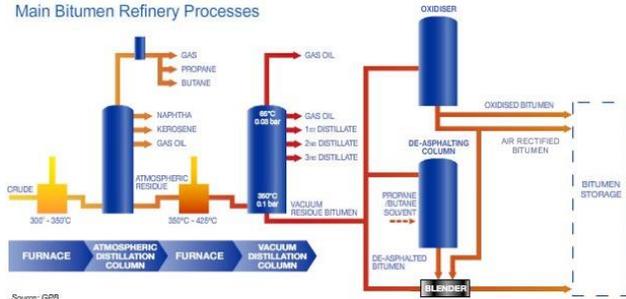
- Сертификация-это процесс, состоящий из двух частей: :
- Поставщик будет сертифицирован на основании выполнения условий для:
 - План контроля качества,
 - участие лаборатории в тестировании качества образцов AMRL *Sample Proficiency Testing*,
 - Аккредитация лаборатории AASHTO,
 - частота тестирования и проверка тестирования testing.
- Поставщик будет сертифицирован по марке вяжущего на основании соответствия требованиям технических условий.



Система США: Поставщик - это компания непосредственно отгружающая битум/ПБВ для проекта

НПЗ

Main Bitumen Refinery Processes



Source: GFB



Терминал или
Производитель смеш. вяжущего



ГАС
Производитель
если модифицировать на заводе



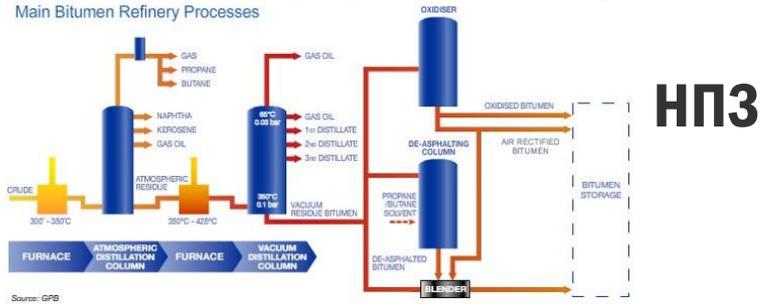
Поставщиком может быть НПЗ, терминал, встроенный блендер или производитель ГАС

- **Если модификация не производится** и битум отгружается непосредственно с завода для использования в проекте, то завод является поставщиком.
- **Если битум отгружается с нефтеперерабатывающего завода и удерживается, смешивается или модифицируется** на терминале, терминал будет поставщиком.
- **Если какая-либо модификация или смешивание битума производится на линии смешивания объекта**, встроенный блендер будет поставщиком.
- **Если на заводе ГАС производится какая-либо модификация или смешивание битума из различных источников**, поставщиком будет производитель ГАС.
- Если асфальт отгружается от поставщика и выгружается в какое-либо **промежуточное хранилище**, а затем отгружается для работы, промежуточное хранилище будет поставщиком и должно обеспечить сертификацию.



США: Поставщик - это компания непосредственно отгружающая битум/ПБВ для проекта

Main Bitumen Refinery Processes



Терминал-Компания блендер



ГАС
Производитель Модиф.вяжущего
На заводе



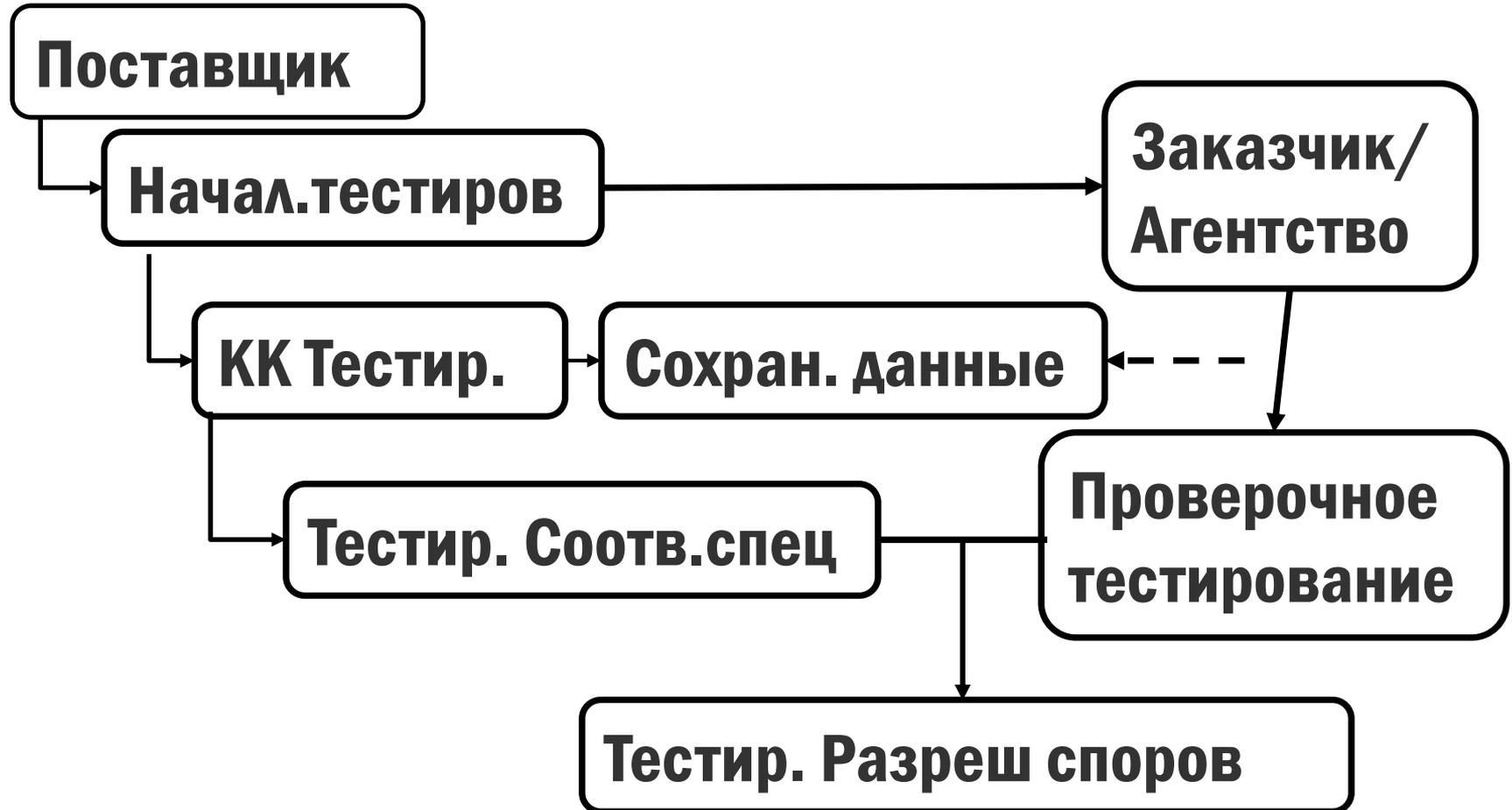


6 видов тестирования

- **Первоначальное тестирование** - проводится поставщиком и может быть проверено агентством .
- **Тестирование контроля качества**-должно быть описано в плане поставщика. Контроль качества испытаний и периодичность их проведения определяются поставщиком и утверждаются Департаментом. Результаты теста КК будут доступным к Агентству по требованию.
- **Тестирование соответствия спецификации**-полное тестирование в соответствии со стандартными техническими условиями и/или специальными требованиями к битуму.
- **Проверочное тестирование**-проводится на разделенных образцах, отобранных поставщиком для проверки соответствия спецификации или отделом для тестирования разрешения проблем.
- **Проверочное тестирование** будет проводиться Департаментом. Проверка качества может быть выполнена отделом на образцах асфальта, полученных на заводах ГАС.
- **Тестирование разрешения споров**-тестирование, которое проводится утвержденным агентством/лабораторией



Тестирование





План КК поставщика/ НПЗ

- **Методы и место отбора проб** для первоначального тестирования, контроля качества и соответствия спецификации.
- **Испытания и периодичность испытаний**, которые будут проводиться на каждом классе битума для первоначального, контроля качества и проверки соответствия спецификации.
- **Изложите процедуру**, которой должен следовать поставщик для проверки транспортных средств перед погрузкой.
- **Программы или системы, реализованные** для ведения записей тестирования, загрузки и отгрузки.
- **Должны включать заявления, подтверждающие**, что в случае обнаружения умышленного сокрытия, изменения, искажения или искажения информации, касающейся качества материалов, может быть запрещено участвовать в торгах или работать на должности департамента транспорта в течение одного-трех лет, и что поставщик уведомит Департамент о любых изменениях, внесенных в план контроля качества.



В случае неудачных результатов

- Когда проверка соответствия поставщика выявляет битум, который не соответствует требованиям и был выпущен в продажу, он должен немедленно:
- А. **Прекратить отгрузку битума**, который не соответствует требованиям, удалить его из очереди отгрузки, определить отгрузку(и), содержащую несоответствующий битум, и по возможности вернуть несоответствующий асфальт.
- В. **Сообщите отделу транспорта**, и сообщит отделу состояния продукта и отгрузки.
- С. **образец и повторное тестирование** битума, для которого было выявлено несоответствие
- D. **Примите корректирующие меры** для приведения битума в соответствие спецификации и предотвращения возникновения в будущем
- E. **Предоставьте документацию**, касающуюся принятых мер по исправлению положения.



Разделение образцов

- **Должны быть получены на предприятии поставщика** и разделены на три 1-литровые банки.
- **Поставщик должен провести соответствующие испытания на одной банке** и отправить одну банку вместе с результатами испытаний поставщика в Департамент.
- **Третья банка должна быть сохранена** поставщиком в качестве образца для хранения.
- **Разделенные образцы должны быть получены из одной и той же точки** в процессе отгрузки поставщика (т. е. из резервуара для хранения на нефтеперерабатывающем заводе, из резервуара для хранения на терминале или из линии ниже по потоку от операции смешивания).
- **Сохраненные образцы должны храниться поставщиком** до завершения проверочных испытаний департаментом и проверки результатов испытаний поставщика, до разрешения споров или в течение 6 месяцев с даты представления результатов испытаний поставщика и образца в Департамент.



несоответствующий битум любого типа или марки из одного или нескольких проектов в течение 12 месяцев

- **До пяти (5) случаев несоблюдения** в течение трех (3) месяцев - поставщик и производитель ГАС должны работать вместе, чтобы решить эту проблему. Поставщик должен письменно уведомить департамент О мерах, принятых для решения проблемы.
- **До десяти (10) случаев несоблюдения** в течение 12 месяцев - поставщик должен приостановить отгрузку соответствующей марки(марок) битума. Поставщик, производитель ГАС и Департамент будут работать вместе, чтобы выявить и решить любые проблемы, которые могут возникнуть. Поставщик должен письменно уведомить департамент О мерах, принятых для решения проблемы, прежде чем Департамент одобрит возобновление отгрузки.