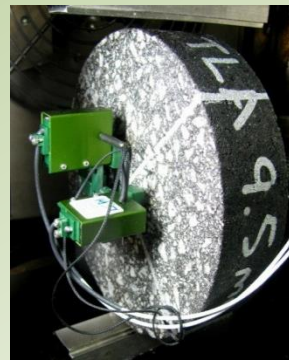




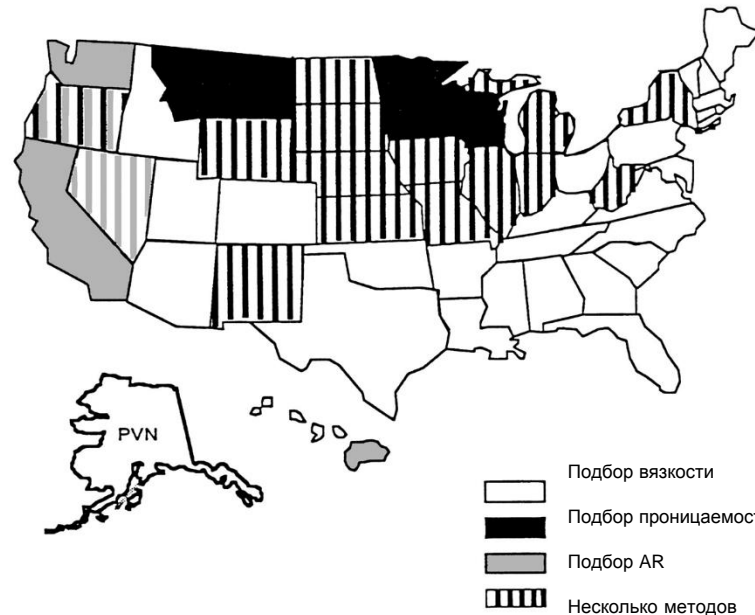
at AUBURN UNIVERSITY

# Разработка и внедрение новых методов испытаний вяжущих по PG



# Почему Superpave?

- Изменения источников сырья,
- Увеличение интенсивности движения транспорта,
- Несоответствие применяемых методов для нормирования битумов на территории США



# Разработка спецификаций Superpave

- Пятилетний проект 1987-1993 гг. стоимостью 50 млн долларов,
- Цель - разработка новых методик в составлении технических требований к битумным материалам, методик их испытаний и проектированию асфальтобетонных смесей.

# Внедрение спецификаций Superpave PG на битумные вяжущие

- Необходимые мероприятия:
  - Изучение новых методик испытаний,
  - Приобретение нового оборудования,
  - Изменение требований на закупки.
- Штаты, подрядчики, поставщики битумного вяжущего

# Внедрение спецификаций Superpave PG на битумные вяжущие

- Также сопровождается:
  - Обучением,
  - Распространением информации,
  - Закупки оборудования с объединенного инвестиционного фонда
- Постановка цели полного перехода на Superpave PG спецификацию на битумные вяжущие к концу 1997 г.

# Эволюция спецификаций Superpave PG на битумные вяжущие

- Superpave постоянно развивается
  - Изменения источников сырья
  - Изменения типов модификаторов
  - Увеличение применения вторичного сырья
  - Развитие новых возможностей испытаний

# Разработка новых методик испытаний

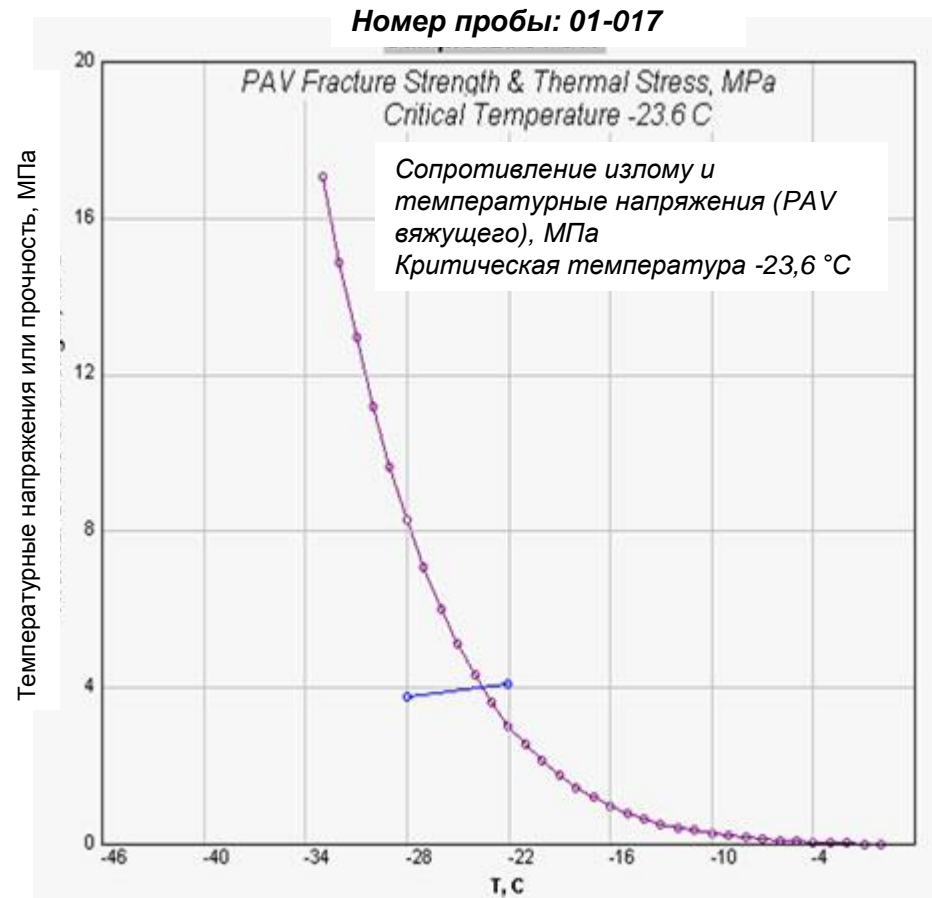


# Некоторые последние разработки по испытаниям вяжущих по Superpave

- Критическая температура растрескивания
- Метод (ABCD)
- Метод DSR 4мм
- Параметр Glover-Rowe /  $\Delta T_c$
- Метод BBR-SENB (испытание на изгиб образца с односторонним боковым надрезом)



# Критическая температура растрескивания



# Критическая температура растрескивания

Результат: нижнее значение марки рассчитывается на основании кривой температурных напряжений полученных на BBR, и напряжении разрушения, полученном при испытании на растяжение.

Применение: показывает лучшее нижнее значение марки для полимерно-модифицированного вяжущего.

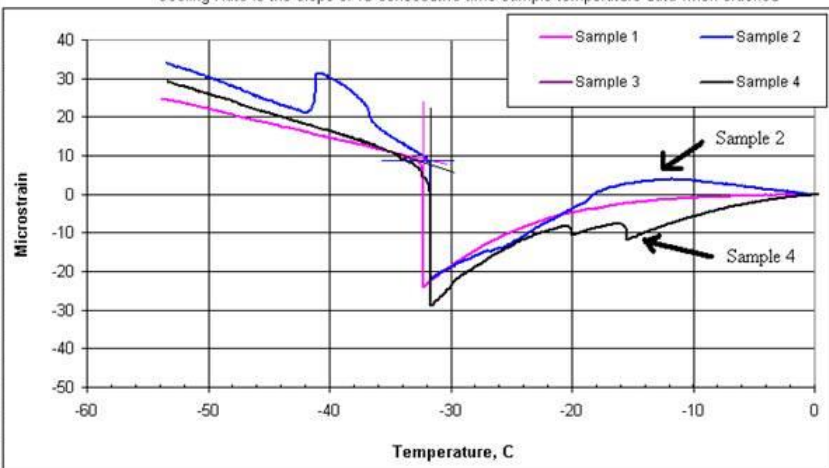
# Критическая температура растрескивания

- Повторяемость: неудовлетворительная, высокая чувствительность к ошибкам оператора
- Практически не используется в США для оценки вяжущих по спецификации PG, более популярен для научных исследований.

# Устройство для испытаний на растрескивание битумного вяжущего (ABCD)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	Test Date:	Monday, December 15, 2008			Test Started: 3:36:48 PM			Set Cooling Rate			
2	File Saved As:	C:\ABCD\Analyzed Tests\W15EZ1 twist better trim Analyzed								20	C/hr
3	Project Name:	ABCD Ruggedness			Time Analyzed: 12/19/2008 9:16						
4	Sample ID	EZ1									
5	Comment:	Comment Here									
6	Operator:	Salvo									
7			Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Average	Std Dev			
8	ABCD	Crack Temperature (C)	-32.2	-31.6		-31.7	-31.9	0.33			
9	Test Results	Strain Jump ( $\mu\epsilon$ )	33.1	30.7		36.5	33.4	2.92			
10		Cooling Rate (C/hr)	-21.3	-21.3	#N/A	-21.1	#N/A	#N/A			

Cooling Rate is the slope of 10 consecutive time-sample temperature data when cracked



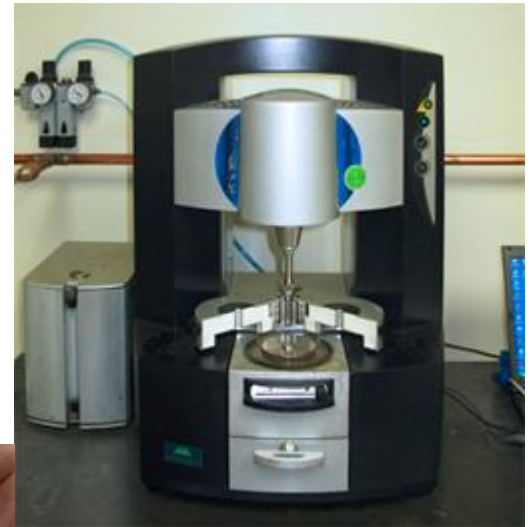
# Устройство для испытаний на растрескивание битумного вяжущего (ABCD)

- Результат: нижнее значение марки вяжущего, основанное на температуре растрескивания  
Нижнее значение марки =  $0,78$  (температура растрескивания) -  $0.9$
- Применение: можно идентифицировать полимерные системы, обладающие высоким потенциалом по низкотемпературному растрескиванию, но неудовлетворительные результаты на реометре VBR.

# Устройство для испытаний на растрескивание битумного вяжущего (ABCD)

- Повторяемость: выше, чем на реометре BBR.
- Требуется закупка дополнительного оборудования.
- Предварительный стандарт AASHTO TP92

# Метод DSR 4-мм



# Метод DSR 4-мм

- Результат: значения получаемые по методу DSR4-мм используют для расчета жесткости  $S(t)$  и параметра  $m$ .



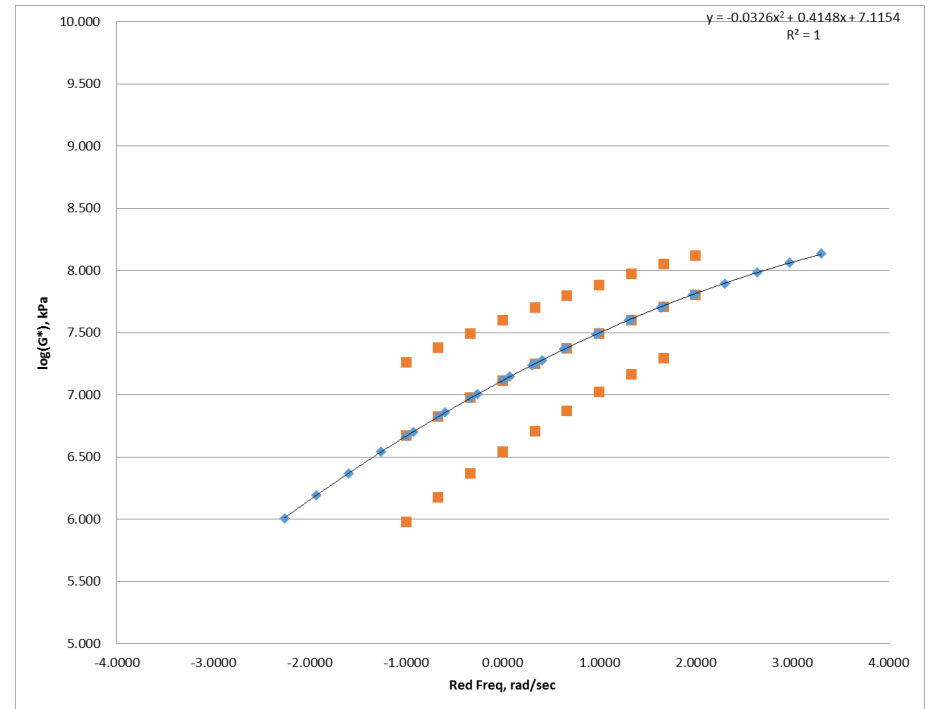
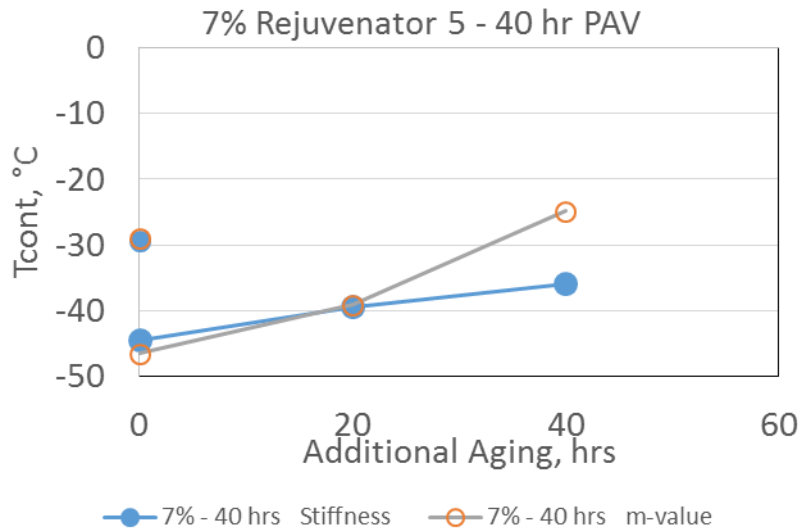
# Метод DSR 4-мм

- Назначение:
  - Можно использовать вместо реометра BBR,
  - Особенно полезен при испытаниях проб восстановленного битумного вяжущего, когда большое количество пробы недоступно,
  - Позволяет строить обобщенную кривую при низких температурах.

# Метод DSR 4-мм

- Повторяемость: неизвестна между лабораториями, для определения необходимы перекрестные испытания.
- Текущее состояние: в разработке, обещает стать средством для научных исследований и потенциальной заменой BBR,
- Недостатки: необходим ряд лабораторий с обученным персоналом для проведения перекрестных/круговых испытаний.

# Glover Rowe / $\Delta T_c$



# Glover Rowe / $\Delta T_c$

- Результат: суррогатные параметры для измерения пластичности (или ее потери) при старении битумного вяжущего.
- Glover Rowe : определяется на реометре динамического сдвига

$$GR = \frac{G^*(\cos\delta)^2}{\sin\delta}$$

- $G^*$  и  $\delta$  при 15 и 0,005 рад/с.

# Glover Rowe / $\Delta T_c$

- $\Delta T_c$ : реометр, изгибающий балочку (BBR)

$$T_c = \text{BBR } T_{\text{cont},S} - \text{BBR } T_{\text{cont},m}$$

- Назначение:
  - Поведение при старении битумных вяжущих,
  - Влияние RAP вяжущего на свойства битумного вяжущего,
  - Оценка влияния модификаторов, восстановителей и других добавок.

# Glover Rowe / $\Delta T_c$

- Повторяемость: применяются стандартные испытания на реометре динамического сдвига и реометре, изгибающем балочку.

# Испытание на изгиб образца с односторонним боковым надрезом (SENB)

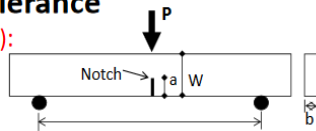
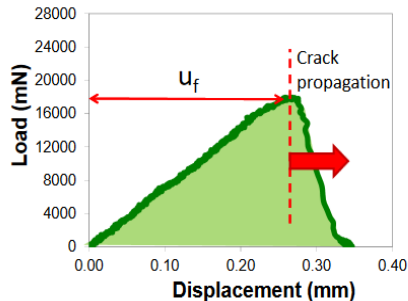


Advanced Characterization and Modeling of Asphalt Materials  
ARC Workshop – January 2015

## Modification of BBR to Measure Fracture Properties and Strain Tolerance

Single-Edge Notched Beam (BBR-SENB):

- Failure Energy ( $G_f$ )
- Deflection at fracture ( $u_f$ )



$$G_f = \frac{W_f}{A_{lig}} \quad \text{Failure Energy}$$

$$W_f = \int P du \quad \text{Work}$$

# Испытание на изгиб образца с односторонним боковым надрезом (SENB)

- Результат: энергия разрушения и прогиб при максимальной нагрузке характеризуют температурное растрескивание при низких температурах
- Используется стандартный BBR с дополнительными модификациями:
  - Нагрузочный двигатель, позволяющий контролировать перемещение,
  - Тензодатчик повышенной нагрузочной способностью,
  - К стандартной форме BBR добавлены пазы и центрирующие штифты.



# Испытание на изгиб образца с односторонним боковым надрезом (SENB)

- Соответствует стандарту ASTM E399.
- Нагрузка прикладывается при скорости прогиба 0,01 мм/с до разрушения.
- Показывает хорошую корреляцию с лабораторными испытаниями асфальтобетона на растрескивание и полевыми испытаниями.

# Испытание на изгиб образца с односторонним боковым надрезом (SENB)

- Назначение: показывает лучшие результаты на модифицированных битумных вяжущих по сравнению с результатами полученными на BBR.

# Заключительные ремарки

- Superpave PG спецификация является постоянно эволюционирующим документом.
- Связь между организациями, поставщиками и подрядчиками является значительным фактором для достижения успеха.
- Разработка новых методик испытаний – это многоэтапный процесс, требующий большого объема испытаний для лабораторного и полевого подтверждения. Некоторые методики работают, некоторые нет.

# Вопросы?

