

# Совершенствование подходов нормирования требований к вязким нефтяным дорожным битумам

- Генеральный директор АНО «НИИ ТСК»
- Евгений Николаевич Симчук



# Основные факторы, влияющие на долговечность дорожных покрытий



- ✓ Нагрузки от транспорта при высоких эксплуатационных температурах, вызывающие необратимые деформации покрытий (**колееобразование**)



- ✓ Нагрузки, вызывающие усталостные разрушения покрытий при средних температурах (**усталостное трещинообразование**)



# Основные факторы, влияющие на долговечность дорожных покрытий



✓ Напряжения, возникающие при термических деформациях покрытия, вызывающие хрупкие разрушения при низких температурах (**низкотемпературное трещинообразование**)

✓ **Адгезия** битумных вяжущих с каменными материалами (шелушение, выкрашивание, выбоины и т.п.)



✓ **Старение** битумных вяжущих материалов в процессе устройства и эксплуатации покрытий, вызывающее изменение их эксплуатационных характеристик

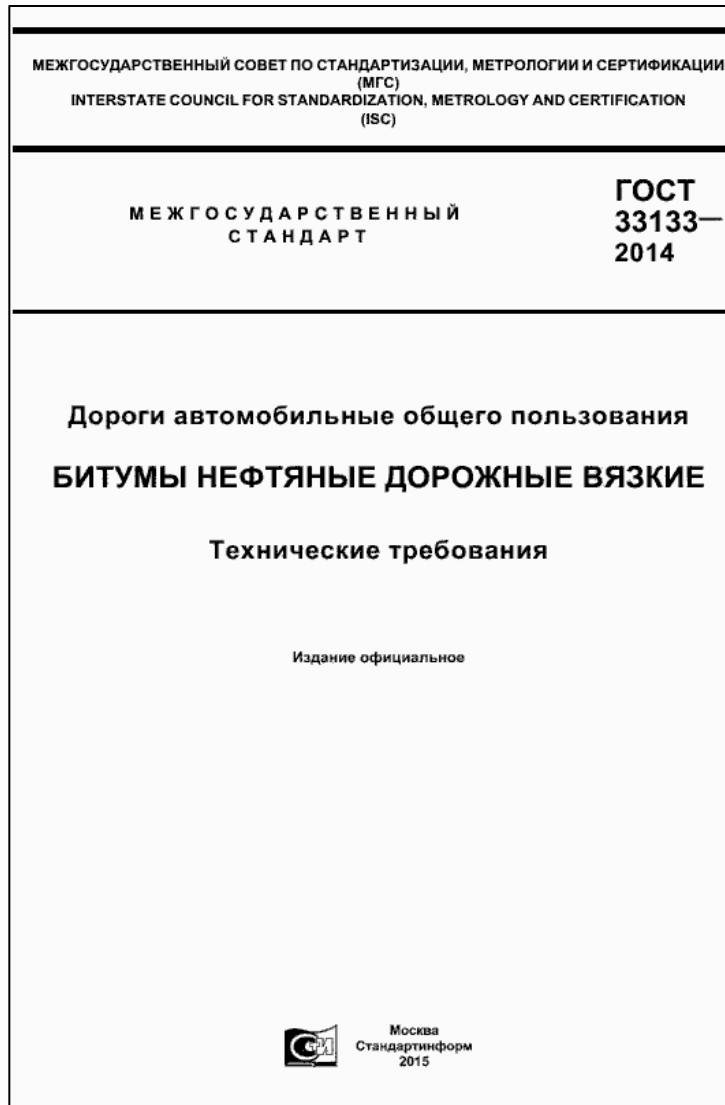


# Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (ТР ТС 014/2011)

№ п/п	Наименование материала	Код позиции по ТН ВЭД ТС
1	Песок природный для дорожного строительства	Из 2505
2	Песок дробленый для дорожного строительства	Из 2517
3	Щебень и гравий из горных пород для дорожного строительства	Из 2517
4	Минеральный порошок	Из 2517
5	Цемент для дорожного строительства	Из 2523
6	Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства	Из 2618 00 000 0
7	<b>Битум нефтяной дорожный вязкий</b>	Из 2713 20 000 0
8	Битум нефтяной дорожный жидкий	Из 2713 20 000 0
9	Дорожные битумные мастики и герметики	Из 2713
10	Материалы для дорожной разметки	Из 3208



# Основные подходы при разработке комплекса ГОСТ на битумы нефтяные дорожные вязкие



- ✓ Разделение всех показателей на основные и дополнительные
- ✓ Увеличение количества марок битума за счет сужения интервала пенетрации
- ✓ Исключение марок БН
- ✓ Определение динамической вязкости
- ✓ Старение осуществляется по методу RTFOT
- ✓ Определение усилий при растяжении битума

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

[www.niitsk.ru](http://www.niitsk.ru)



# Разделение всех показателей на основные и дополнительные

## основные показатели

- ✓ Пенетрация при 25 °С
- ✓ Температура размягчения по кольцу и шару
- ✓ Растяжимость при 0 °С
- ✓ Температура хрупкости
- ✓ Температура вспышки
- ✓ Потеря массы образца, после старения
- ✓ Изменение температуры размягчения после старения

## дополнительные показатели

- ✓ Пенетрация при 0 °С
- ✓ **Динамическая вязкость при 60°С**
- ✓ **Динамическая вязкость при 60°С после старения**
- ✓ Растяжимость при 25°С
- ✓ Максимальное усилие при растяжении при 25°С
- ✓ **Максимальное усилие при растяжении при 0°С**
- ✓ Температура хрупкости после старения
- ✓ Растворимость
- ✓ Содержание парафина
- ✓ Индекс пенетрации

# ГОСТ 33137-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие.

## Метод определения динамической вязкости ротационным вискозиметром»

Сущность метода заключается в измерении относительного сопротивления течению, вызванному сдвиговым воздействием на битум вращающимися элементами конфигурации

Динамическая вязкость вычисляется как отношение между приложенным напряжением сдвига и скоростью сдвига

Ротационные вискозиметры имеют высокую точность измерений и позволяют измерять динамическую вязкость неньютоновских жидкостей обеспечивая одинаковую скорость сдвига по всему объему образца



Ротационный вискозиметр



# Показатель: динамическая вязкость (ГОСТ 33137)

## Условия

✓ Ротационный вискозиметр: *Используемый в ГОСТ 33137 ротационный метод определения вязкости дорожных битумов основан на применяемом в США современном ротационном методе определения вязкости битумов (AASHTO T 316) и действующем в ЕС ротационном методе испытаний битумных материалов (EN 13302), позволяющий определять динамическую вязкость битумов.*

✓ Конфигурация: *соосные элементы, при вращении вызывающие сдвиговую деформацию образца.*

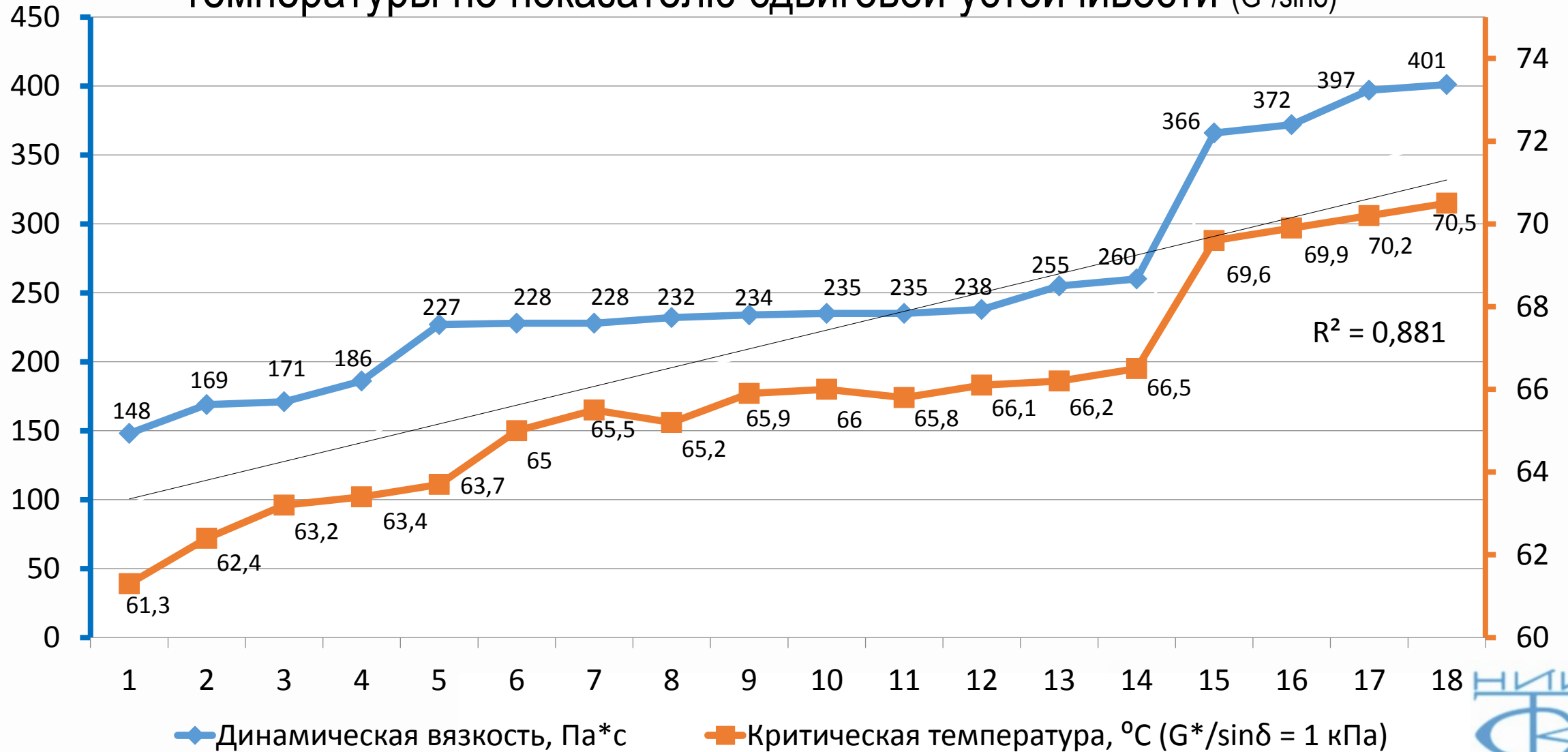


✓ Метод 1. *Динамическая вязкость определяется при одной определенной скорости сдвига и температуре образца.*

✓ Метод 2. *Динамическая вязкость определяется при одной определенной температуре и изменения скорости сдвига*



График зависимости динамической вязкости ( $\eta$ ) и высокой критической температуры по показателю сдвиговой устойчивости ( $G^*/\sin\delta$ )



# ПНСТ 87 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Метод определения свойств с использованием динамического сдвигового реометра (DSR) (AASHTO T 315)



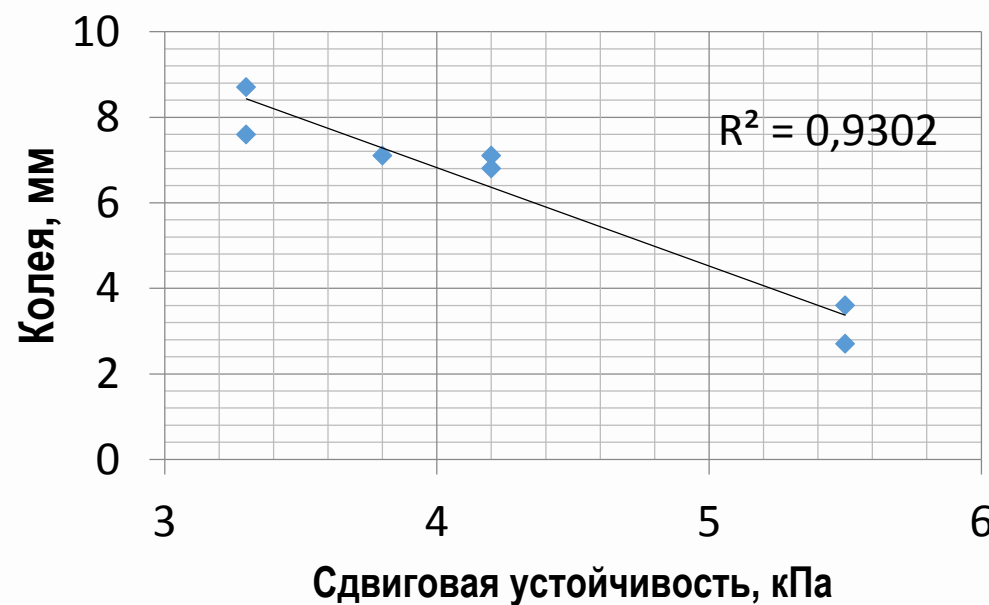
Реометр динамического сдвига

Сущность данного метода заключается в оценке сопротивления битумного вяжущего материала сдвиговым нагрузкам, путем приложения к образцу осцилляционной сдвиговой нагрузки и определении комплексного модуля сдвига  $G^*$  и фазового угла  $\delta$

При испытании определяется комплексный модуль сдвига и фазовый угол. На основании результатов измерений рассчитывается параметр  $(G^*/\sin\delta)$ , который определяет сдвиговую устойчивость образца. По результатам испытаний оценивается способность битумного вяжущего сопротивляться внешним сдвиговым нагрузкам.

# Зависимость колеобразования от сдвиговой устойчивости разных битумных вяжущих

Сдвиговая устойчивость, кПа	3,3	3,3	3,8	4,2	4,2	5,5	5,5
Колея, мм	8,7	7,6	7,1	7,1	6,8	3,6	2,7



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

[www.niitsk.ru](http://www.niitsk.ru)

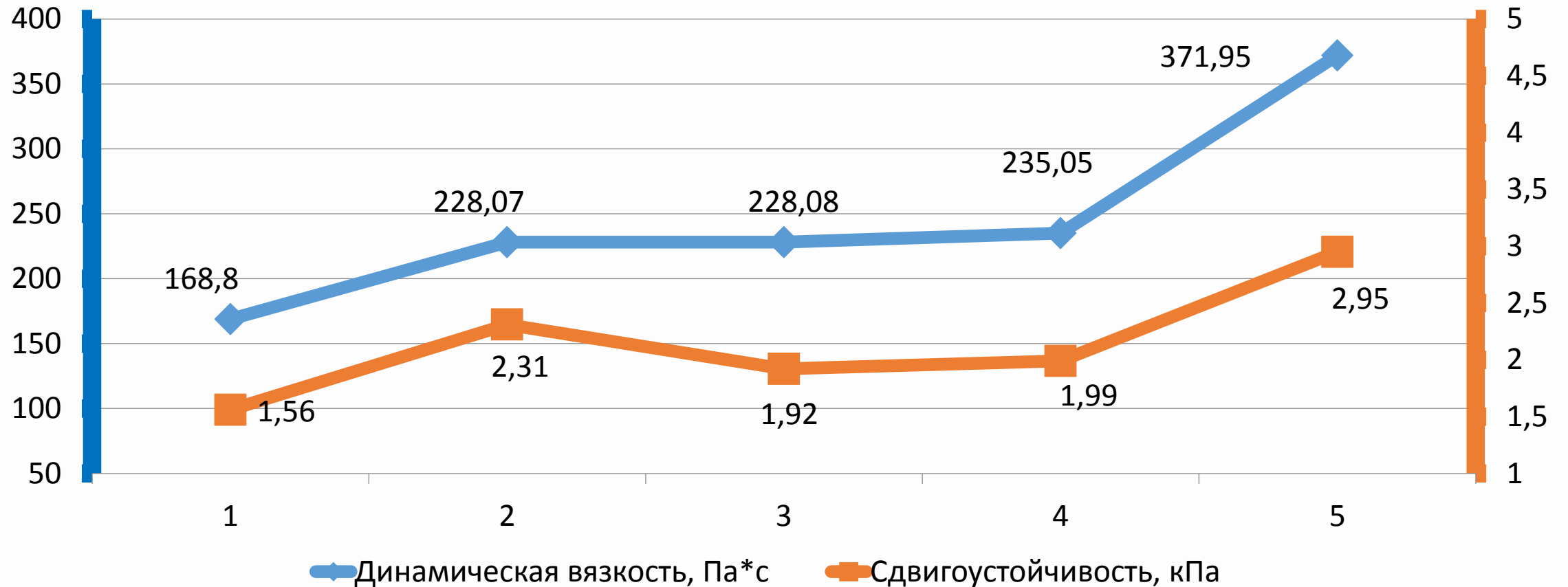




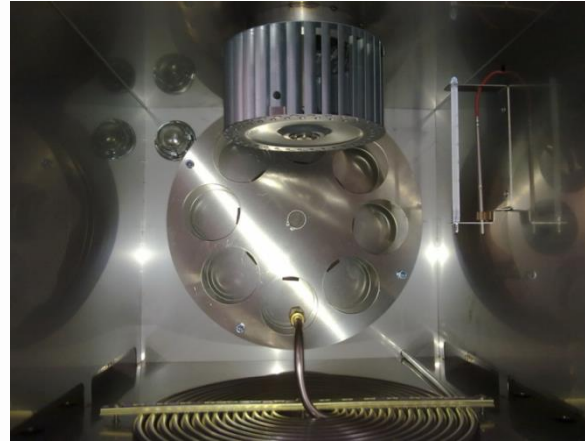
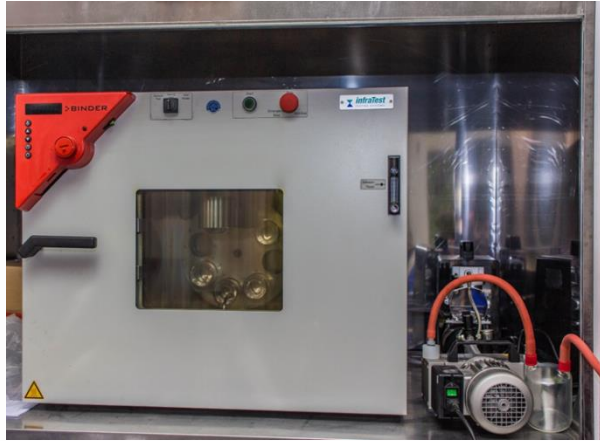
## Связь между динамической вязкостью и сдвиговой устойчивостью

Наименование показателя		Исходный битум				
		№1 (БНД 60/90)	№2 (БНД100/130)	№3 (БНД 60/90)	№4 (БНД 90/130)	№5 (БНД 60/90)
Вязкость $\eta$ , при 60°C, Па·с		168,80	228,07	228,08	235,05	371,95
Сдвиговая устойчивость при 60°C	$G^*/\sin \delta$ , кПа	1,56	2,31	1,92	1,99	2,95
	$G^*$ , кПа	1,54	2,24	1,88	1,97	2,86
	фазовый угол $\delta$ , °	81,3	77,0	77,9	82,9	75,9
	$\sin \delta$	0,99	0,97	0,98	0,99	0,97
$\eta/(G^*/\sin \delta)$		0,11	0,10	0,12	0,12	0,13
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм		85	118	85	93	68
Температура размягчения по кольцу и шару, °C, не ниже		49,2	46,5	51,0	46,3	51,3

# График зависимости динамической вязкости и сдвиговой устойчивости исходного битума



# ГОСТ 33140-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения старения под воздействием высокой температуры и воздуха (метод RTFOT)»



Сущность метода заключается в воздействии высокой температуры и воздуха на движущуюся тонкую пленку битума и определении влияния данного воздействия на битум путем сравнения показателей битума, полученных до и после воздействия.

- ✓ Масса образца в контейнере для старения -  $(35,0 \pm 0,5)$  г
- ✓ Частота вращения барабана с контейнерами -  $(15,0 \pm 0,2)$  об/мин
- ✓ Скорость подачи воздуха через форсунку -  $(4,0 \pm 0,2)$  л/мин
- ✓ Температура -  $(163 \pm 1)$  °C
- ✓ Время старения -  $(85 \pm 1)$  мин

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

[www.niitsk.ru](http://www.niitsk.ru)

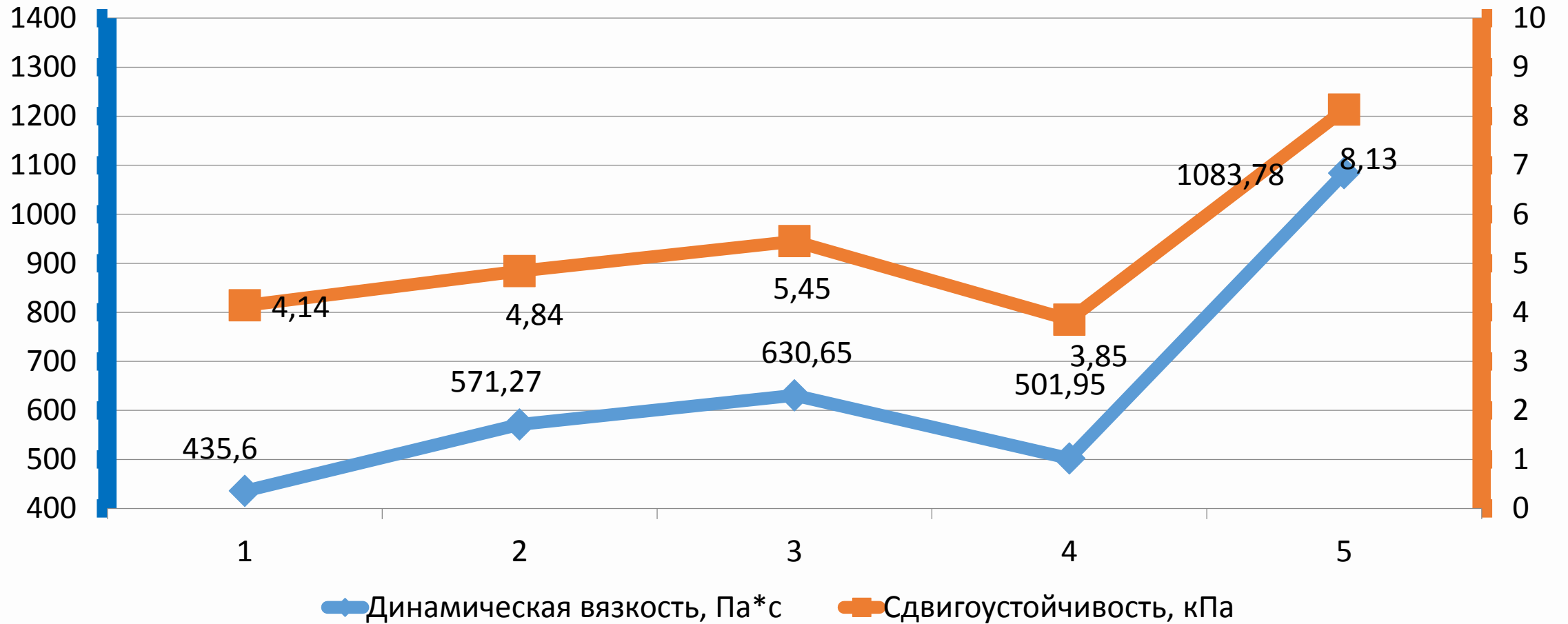




## Связь между динамической вязкостью и сдвиговой устойчивостью после кратковременного старения (RTFOT)

Наименование показателя		Битум после RTFOT				
		№1 (БНД 60/90)	№2 (БНД 100/130)	№3 (БНД 60/90)	№4 (БНД 90/130)	№5 (БНД 60/90)
Вязкость при 60°C, Па·с		435,60	571,27	630,65	501,95	1083,78
Сдвиговая устойчивость при 60°C	$G^*/\sin \delta$ , кПа	4,14	4,84	5,45	3,85	8,13
	$G^*$ , кПа	4,02	4,60	5,18	3,77	7,64
	фазовый угол, °	75,9	72,2	72,0	79,5	69,4
	$\sin \delta$	0,97	0,95	0,95	0,98	0,94
$\eta/(G^*/\sin \delta)$		0,11	0,12	0,12	0,13	0,13
КиШ		54,4	53,0	57,0	52,4	60,0

# График зависимости динамической вязкости и сдвиговой устойчивости битума состаренного по RTFOT



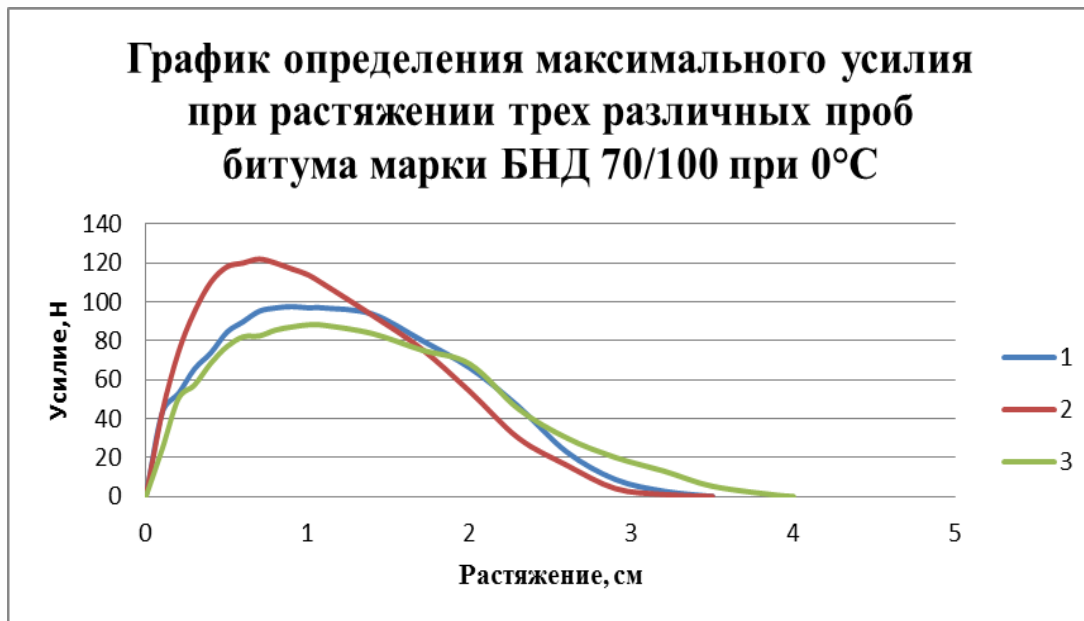
## Рекомендуемые требования по нормированию динамической вязкости битума при 60°С с учетом уровня транспортных нагрузок

Наименование показателя		Минимальное значение для условий движения (ПНСТ 184)		
		Легкие	Нормальные	Тяжелые
Динамическая вязкость битума, Па*с	Исходного	120	200	350
	После RTFOT	270	450	770



# ГОСТ 33136 -2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения растяжимости»

Сущность метода заключается в растяжении образца битума с постоянной скоростью, при заданной температуре для определения максимального **усилия при растяжении** и **растяжимости** битума



Разные битумы обладают различным максимальным усилием при растяжении. При низких температурах битум показавший минимальные значения усилия при растяжении обладает повышенной способностью к пластическим деформациям для релаксации напряжений и предотвращения процесса трещинообразования

# ПНСТ 79 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Метод определения жесткости и ползучести битума при отрицательных температурах с помощью реометра изгибающего балочку (BBR) (AASHTO T 313)



Реометр изгибающий балочку (BBR)

Реометр BBR позволяет определить жесткость битума и ползучесть (скорость изменения жесткости во времени)

Сущность данного метода заключается в определении способности битума сопротивляться нагрузке при отрицательной температуре (жесткость и скорость изменения жесткости) путем воздействия сосредоточенной статической нагрузки на балочку определенных размеров при заданной отрицательной температуре



Подготовка проб

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА**

[www.niitsk.ru](http://www.niitsk.ru)

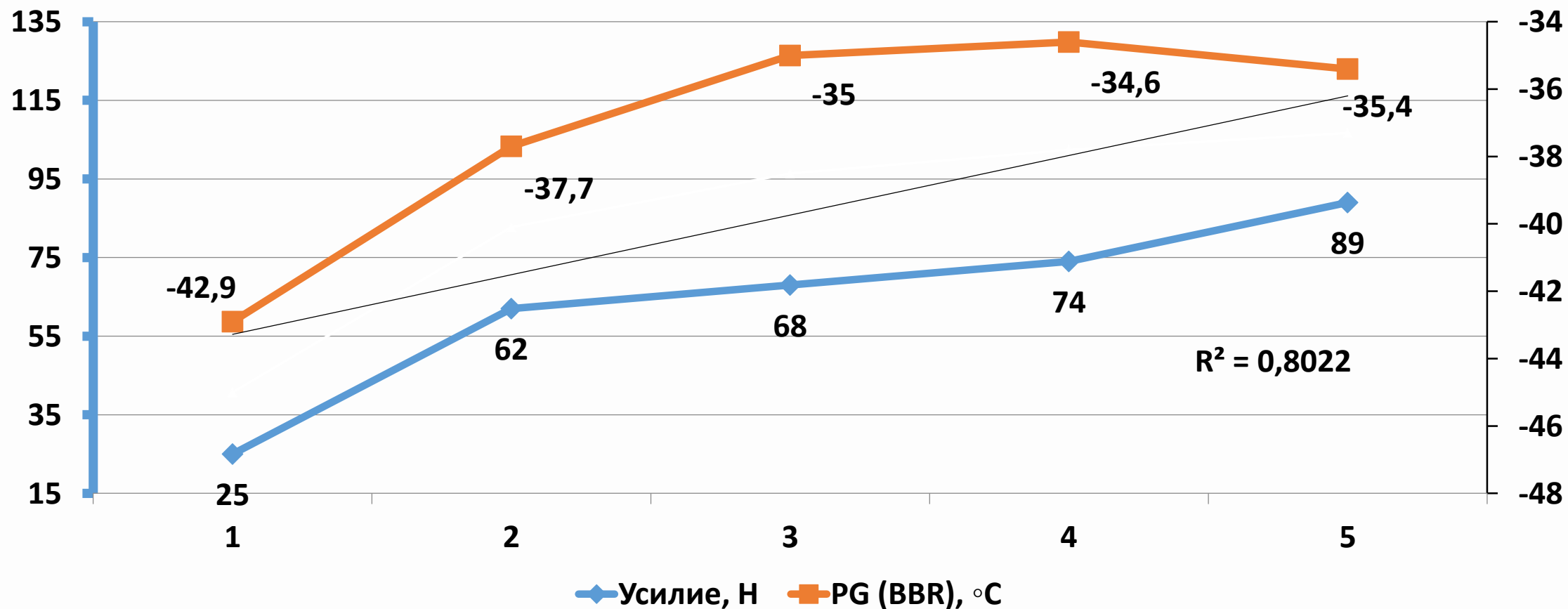


## Низкотемпературные характеристики исходного битума

Наименование показателя	Марки битума				
	№1 (БНД 100/130)	№2 (БНД 60/90)	№3 (БНД 90/130)	№4 (БНД 60/90)	№5 (БНД 60/90)
Растяжимость при 0°C при 5 см/мин, см	5,0	3,3	Хр.р	3,3	3,3
Усилие при 0°C при 5 см/мин, Н	50	114	137	135	151
Усилие при 0°C при 1 см/мин, Н	25	62	68	74	89
Растяжимость при 0°C при 1 см/мин, см	7,3	3,9	5,1	4,1	4,2
PG (фактическая) (BBR)	-42,9	-37,7	-35,0	-34,6	-35,4
Температура хрупкости по Фраасу, °C	-31	-26	-25	-27	-21



# График зависимости усилий при растяжении и критических нижних температур исходного битума

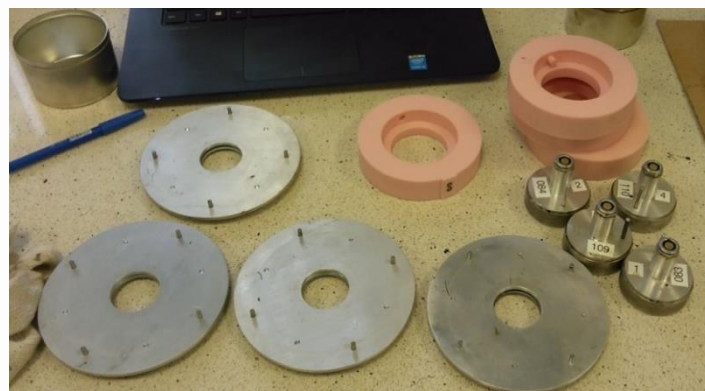


# ПНСТ 83 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные.

## Метод определения температуры растрескивания при помощи устройства ABCD



Сущность метода заключается в охлаждении образца битумного вяжущего в форме кольца и фиксации скачка деформации

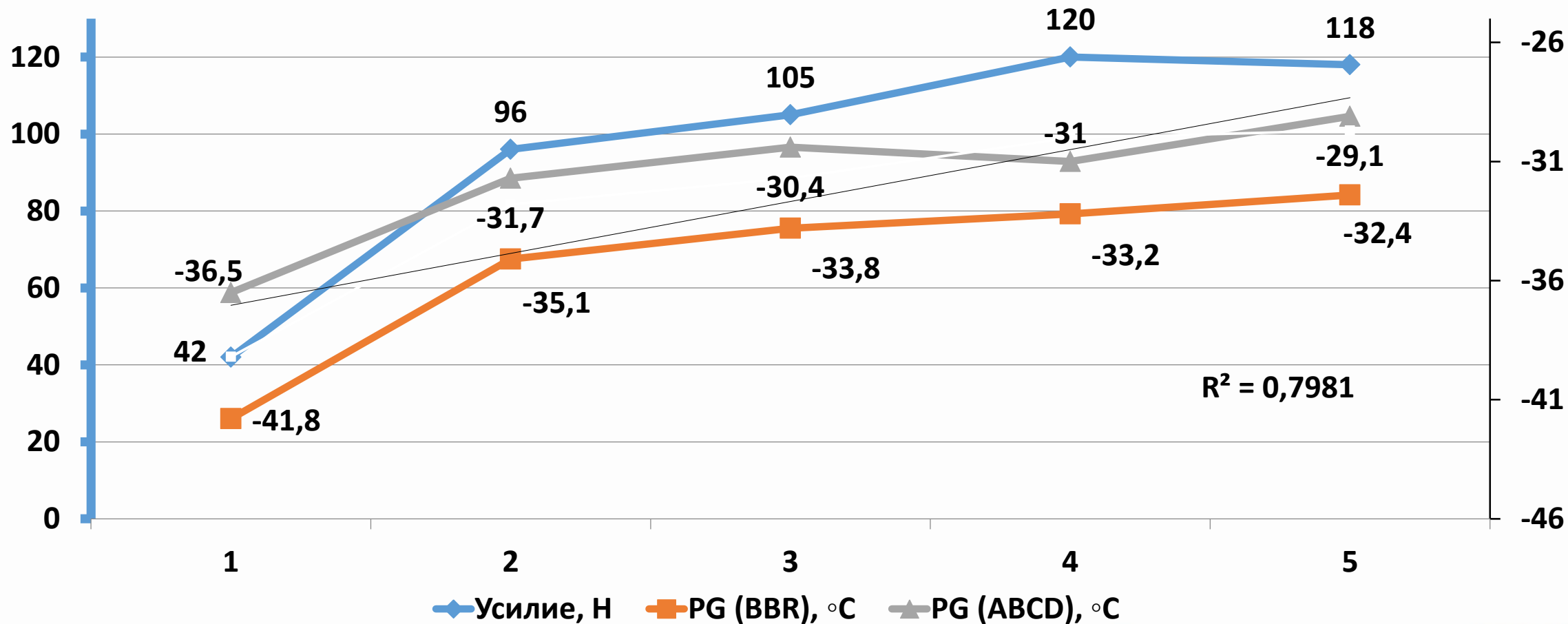


- ✓ Метод моделирует термическую деформацию битумного вяжущего, подобно той, что происходит в реальных условиях
- ✓ Метод позволяет задавать и скорость охлаждения образца и определять деформацию
- ✓ Результатом испытания является температура растрескивания, а также скачок деформации и напряжение разрушения

# Низкотемпературные характеристики битума после старения в RTFOT

Наименование показателя	Марки битума				
	№1 (БНД 100/130)	№2 (БНД 60/90)	№3 (БНД 90/130)	№4 (БНД 60/90)	№5 (БНД 60/90)
Усилие при 0°C при 1 см/мин	42	96	105	118	120
Растяжимость при 0°C при 1 см/мин	3,7	3,1	3,6	3,2	3,0
Усилие при 0°C при 5 см/мин	77	156	179	148	137
Растяжимость при 0°C при 5 см/мин	3,5	Хр.р	Хр.р	Хр.р	Хр.р
PG(фактическая) ABCD	-36.5	-31.7	-30.4	-31.0	-29.1
PG (фактическая) (BBR)	-41.8	-35.1	-33.8	-32.4	-33.2

# График зависимости усилий при растяжении и критических нижних температур битума после старения в RTFOT





# Предложения по нормированию низкотемпературных характеристик

- ✓ Уменьшение скорости растяжения при 0°С с 5 см/мин до 1 см/мин
- ✓ Нормирование значений усилий при растяжении и растяжимости после старения в RTFOT при скорости 1 см/мин по климатическим зонам

# Взгляд в будущее

## Основные показатели

- ✓ Динамическая вязкость, в т.ч. и классификация битумов
- ✓ Динамическая вязкость после старения в RTFOT
- ✓ Изменение массы после старения в RTFOT
- ✓ Растяжимость при 0 °С при 1 см/мин после старения в RTFOT
- ✓ Максимальное усилие при растяжении при 1 см/мин после старения в RTFOT



## ВАЖНО !!!

- ✓ Обучение специалистов по современным нормативным документам
- ✓ Организация и проведение сопоставительных испытаний по новым методам
- ✓ Периодическая актуализация нормативных документов

# Спасибо за внимание!

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ТРАНСПОРТНО-СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

[www.niitsk.ru](http://www.niitsk.ru)

