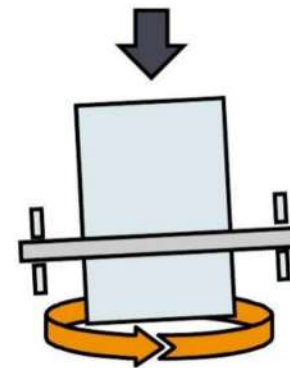
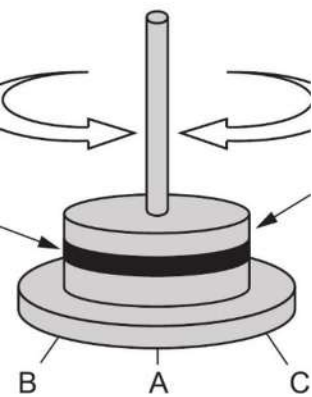


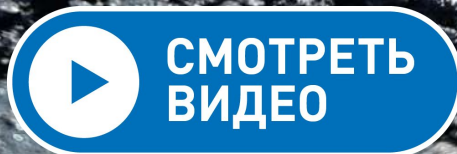
Колесник Д.А. руководитель НИЦ,  
АО «ВАД»  
kolesnikda@gmail.com



**ВЯЖУЩИЕ  
PG**

**АСФАЛЬТО-  
БЕТОН**

# Технические особенности определения PG характеристик и их влияние на долговечность



**СМОТРЕТЬ  
ВИДЕО**

# Испытания вяжущих из РФ в NCAT США (2012г.)



В 2012-13 году мы отправляли на испытание в США в институт NCAT наши отечественные битумные вяжущие.

Два ПБВ-60 и два битума БНД

## Результаты Испытаний Битумных Вяжущих в NCAT

Наименование пробы	Пенетраци, dmm	Т. разм. КиШ, °С	Критические температуры, °С				ФАКТ. МАРКА	PG МАРКА
			ИСХ. DSR	RTFO DSR	PAV DSR	BBR - S BBR - m		
ПБВ-60 Alphabit 09.12 N4 ТНК-ВР	69	72	76,4	74,0	9,7	-36,6 -30,6	<b>74.0 - 30.6</b>	70 - 28
ПБВ-60 04.12 Технониколь	74	71	74,7	72,3	8,5	-37,5 -29,0	<b>72.3 - 29.0</b>	70 - 28
БНД 60/90 06.12 Лукойл НН	62	50	69,5	69,9	12,5	-33,4 -30,3	<b>69.5 - 30.3</b>	64 - 28
БДУ 70/100 09.11 Лукойл Ухта	64	49	70,8	70,0	12,9	-35,2 -32,8	<b>70.0 - 32.8</b>	70 - 28

# ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ. ФАКТИЧЕСКАЯ

## МАРКА

Фактическая марка должна быть с запасом, как минимум на 2-4 градуса

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ АО «ВАД»

РФ, 197349, Санкт-Петербург, ул. Маршала Новикова, д.41, к.2

Аттестат аккредитации выдан АО «СИСТЕМА АКСЕКО»

№ RU.ASK.IIL.943 от «21» мая 2021 г.

«Утверждаю»

Начальник лаборатории  
Акционерное общество  
АО «ВАД»  
Центральная испытательная  
лаборатория

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № Б 030821-1 INT/EXT

Объект измерения: Битумное вяжущее марки PG 58-28, паспорт № 2108771

ООО «ЛУКОЙЛ-Нижнегороднефтеоргсинтез»

Дата отбора: 13.07.2021 г.

Дата испытания: 30.07-3.08.2021 г.

Место отбора: проба предоставлена производителем

Результаты испытаний битумного вяжущего

на соответствие требованиям ГОСТ Р 58400.1-2019

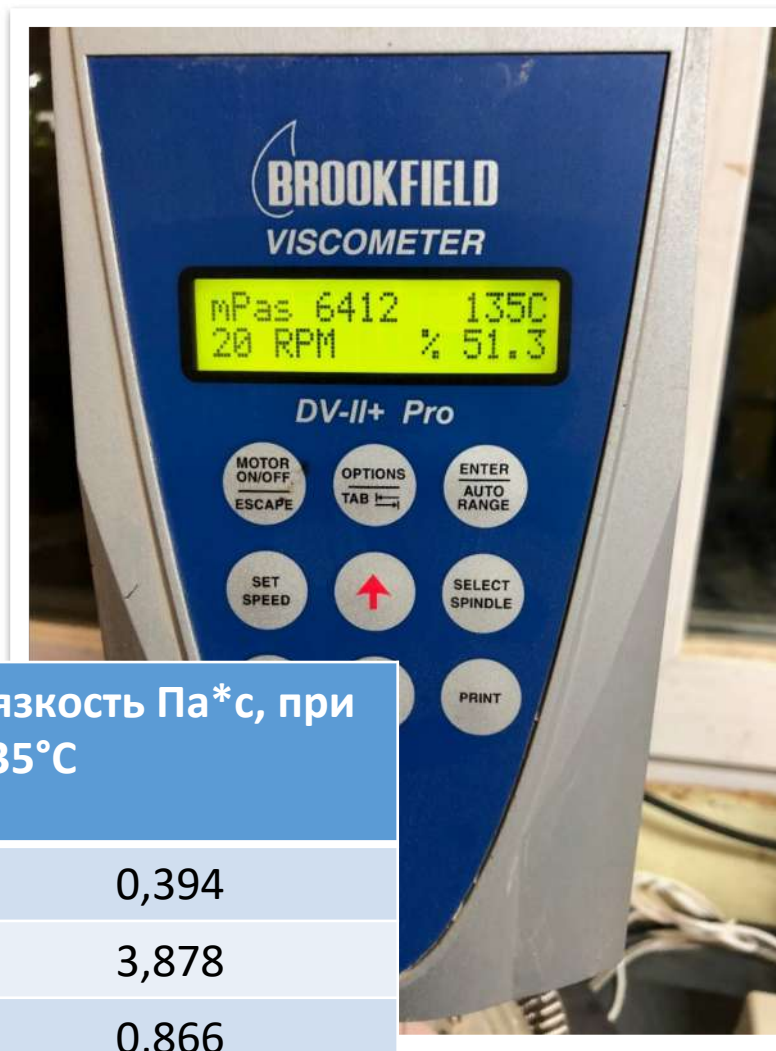
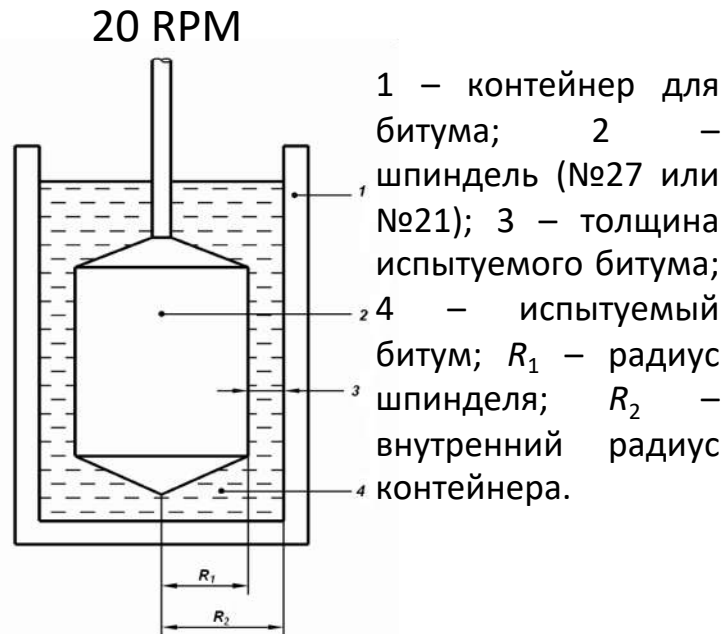
Наименование показателя	Требования НД	Фактические значения определяемых характеристик	НД на метод испытаний
<b>Показатели исходного битумного вяжущего</b>			
Динамическая вязкость, Па·с	При 135 °С	не более 3 Па·с	0,280
	При 165 °С	не норм.	0,07
Температура вспышки, °С		не ниже 230 °С	292
Совокупная устойчивость $G^*/\sin\delta$ при 10 рад/с, кПа	При 58 °С	$G^*/\sin\delta \geq 1,00$ кПа	1,389
	При 64 °С		0,640
Критическая высокая температура (исходное вяжущее), °С			60,6
<b>Показатели битумного вяжущего, состаренного по методу RTFOT</b>			
Изменение массы после старения, %		не более ±1%	0,4
	При 52 °С		4,348
Совокупная устойчивость после старения $G^*/\sin\delta$ при 10 рад/с, кПа	При 58 °С	$G^*/\sin\delta \geq 2,2$ кПа	2,012
	При 58 °С		
Критическая высокая температура (RTFOT-вяжущее), °С			57,3
<b>Показатели битумного вяжущего, подготовленного по методу PAV</b>			
Усталостная устойчивость после старения по методу PAV $G^*/\sin\delta$ при 10 рад/с, кПа	При 13 °С	$G^*/\sin\delta \leq 5000$ кПа	4172
	При 10 °С		5982
Критическая средняя температура, °С			11,5
<b>Определение усталостной характеристики (LAS-тест)</b>			
Показатель усталостной характеристики при ожидаемой деформации при заданной температуре 25 °С	при 2,5%		83963
	при 5,0%		6465
Коэффициенты A/B			2489186 -3,699
<b>Низкотемпературная устойчивость</b>			
Низкотемпературная устойчивость: Жесткость S(60) Параметр m	При -18 °С	S(60) не более 300 МПа	123,5
		m не менее 0,300	0,3075
	При -24 °С	S(60) не более 300 МПа	238,1
		m не менее 0,300	0,288

Фактическая марка	PG Марка	Пригодность, Надежность, как марки
72.3 - 29.0	70 - 28	Нет
69.5 - 30.3	64 - 28	Да
70.0 - 32.8	70 - 28	Нет
74.0 - 30.6	70 - 28	Да

Марка	PG 52-28
Фактическая марка	PG 57,3-30,3

настоящий протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
ЗАПРЕЩЕНО частичное или полное воспроизведение протокола без разрешения ИЛ.

# ДИНАМИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ при 135°C



Динамическая Вязкость - это **рекомендуемый** параметр ГОСТ Р 58400.1-2019, он должен находится в пределах 3 Па\*с.

Влияет на технологические свойства асфальтобетонной смеси. Слишком высокая вязкость опасна быстрой стабилизацией смеси и может привести к проблемам при укладке и уплотнении.

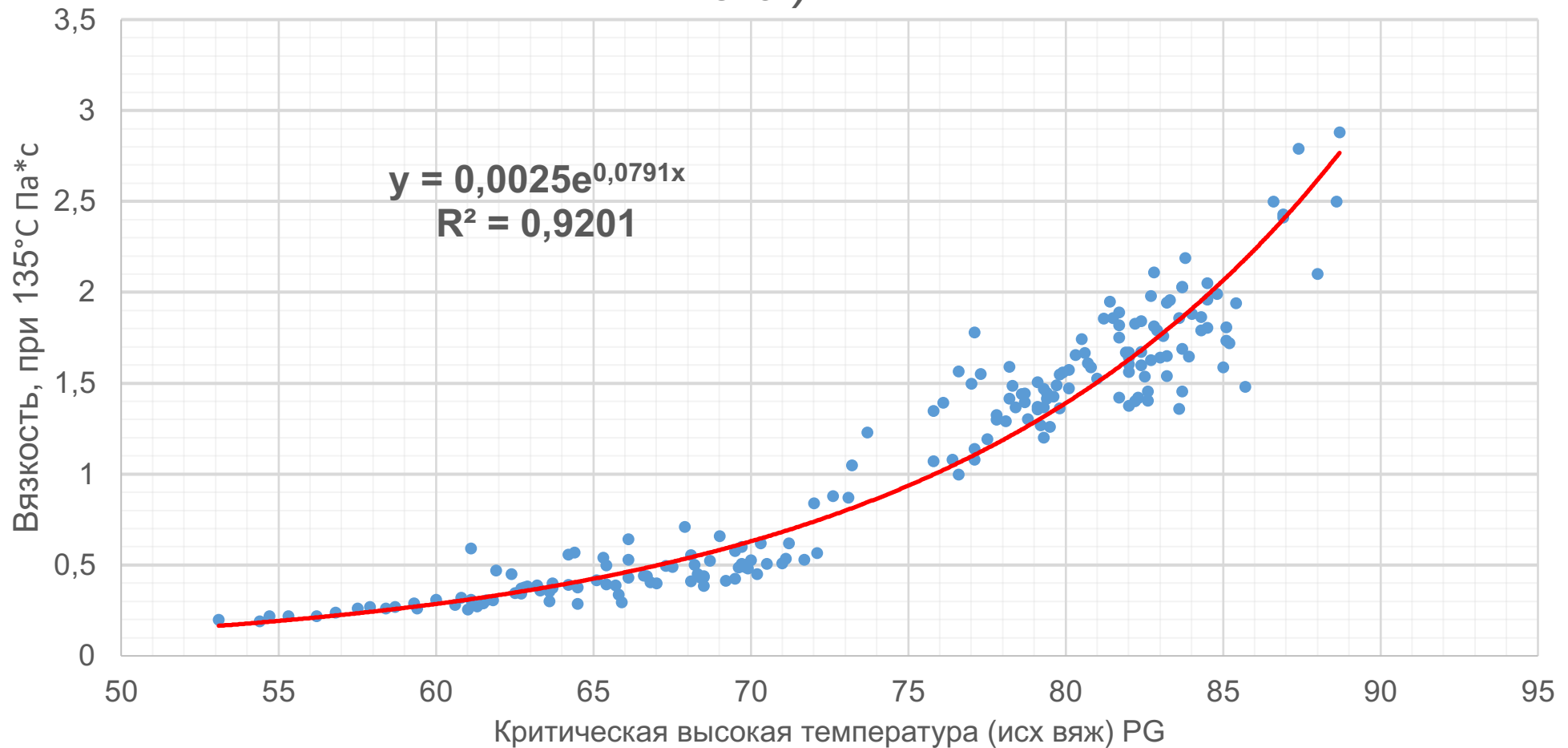
Требования АО ВАД для вяжущих PG64/70/76/82 - вязкость при 135 от 1.0 до 2.0 Па\*с

Наименование	Вязкость Па*с, при 135°C
БНД 70/100 ИСХ.	0,394
БНД 70/100 + Модифик. №1	3,878
БНД 70/100 + Модифик. №2	0,866
БНД 70/100 + Модифик. №3	1,689

# ДИНАМИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ при 135°С

## Для входного контроля PG вяжущих

*Зависимость вязкости при 135° от верхней марки PG (200 точек)*



# ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ при 60°C на технологические свойства асфальтобетонной смеси

Причин возникновения пластичного поведения асфальтобетона при уплотнении может быть достаточно много:

- Влажность материала;
- **Вязкость (Жесткость) битумного вяжущего;**
- Избыточное содержание битумного вяжущего;
- Округлые минеральные частицы (зерна);
- Зерновой состав минеральной части;
- Недостаточное сцепление с нижним слоем;
- Чрезмерная температура смеси;
- Содержание легких фракций в асфальтовяжущем;
- Катки и техника;
- Загрязнение посторонними примесями.

Подробнее: [Статья про Ползучесть](#)



# Характерные примеры испытания ГОСТ 33137 условие 2

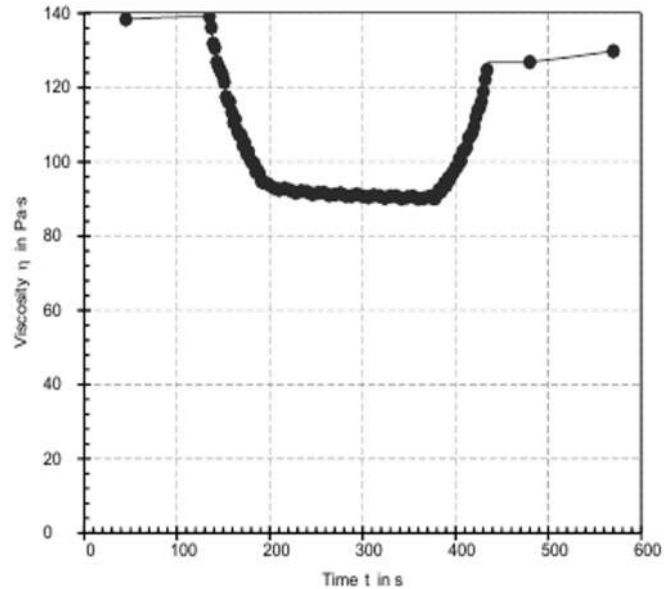


График изменения вязкости при разрушении структуры битума **БНД 100/130** Битурокс, исходная вязкость при 60°C = 139 Па\*с, **изменение вязкости 7,6%.**

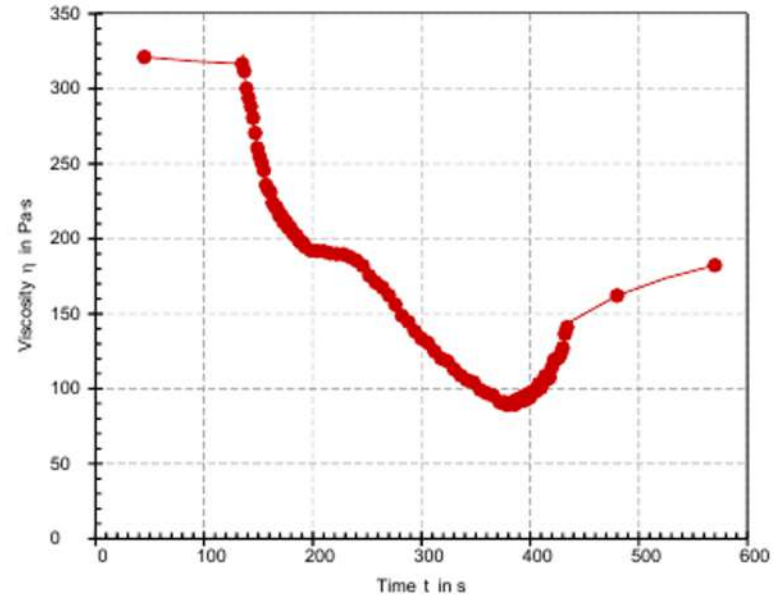


График изменения вязкости при разрушении структуры битума **БНД 70/100**, исходная вязкость при 60°C = 319 Па\*с, **изменение вязкости 45,8%.**

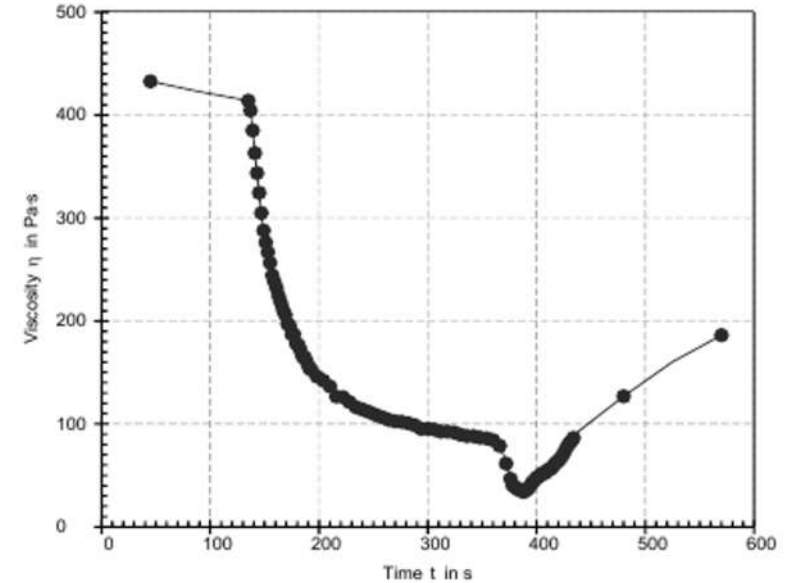
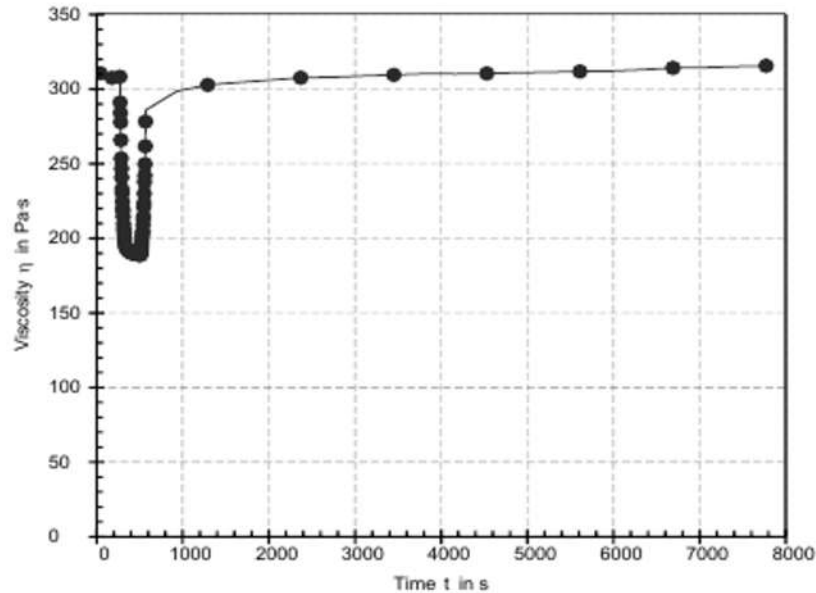
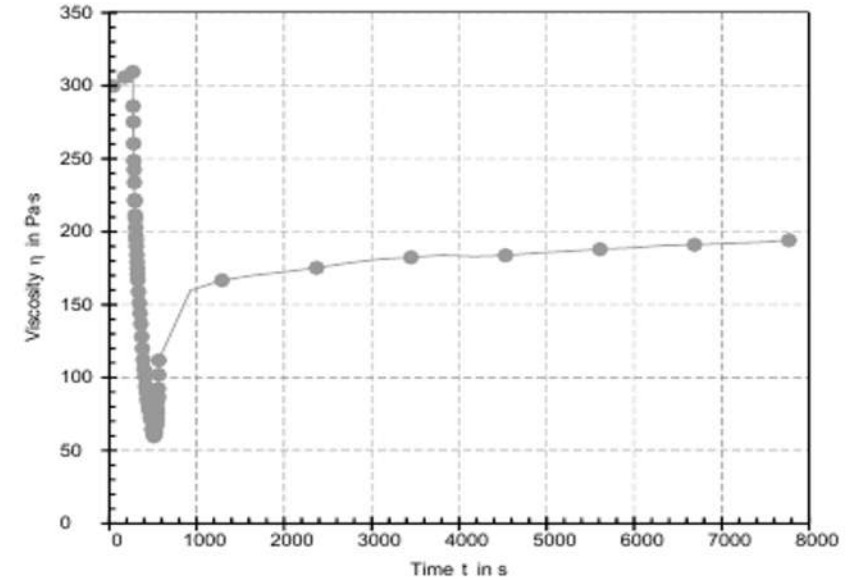


График изменения вязкости при разрушении структуры битума **БНД 50/70** Крым, исходная вязкость при 60°C = 423 Па\*с, **изменение вязкости 62,7%.**

# Восстановление Вязкости при 60°C



**Битум БНД 70/100 №1**, Вязкость исходная при 60°C = 309 Па\*с максимальное падение до 180Па\*с, восстановился практически сразу

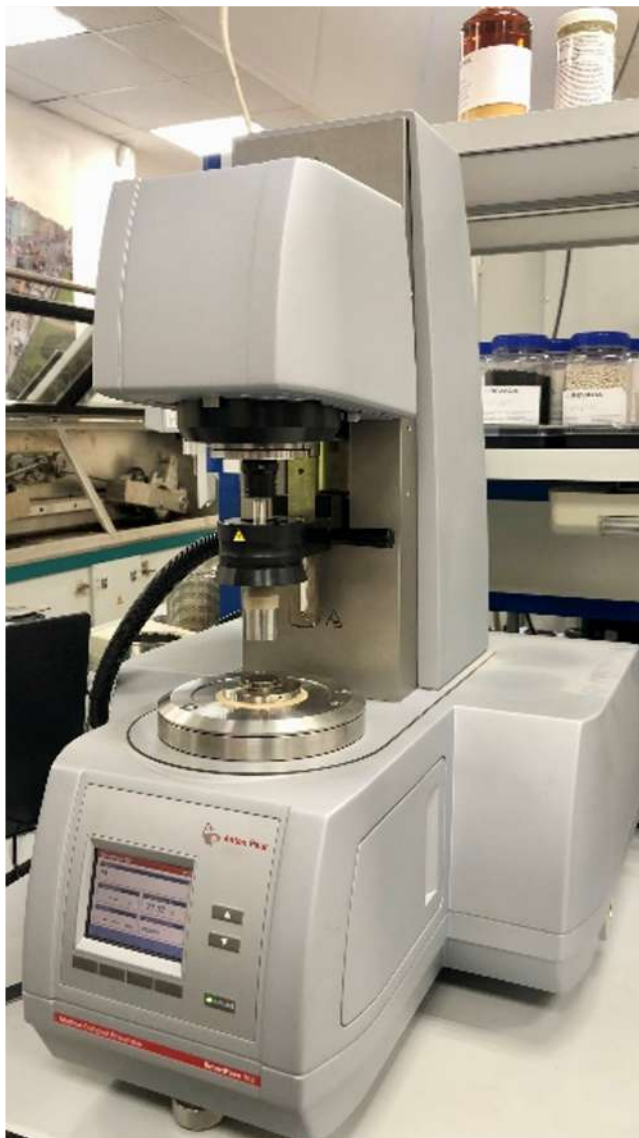


**Битум БНД 70/100 №2**, Вязкость исходная при 60°C = 303 Па\*с максимальное падение вязкости до 60Па\*с, медленное восстановление

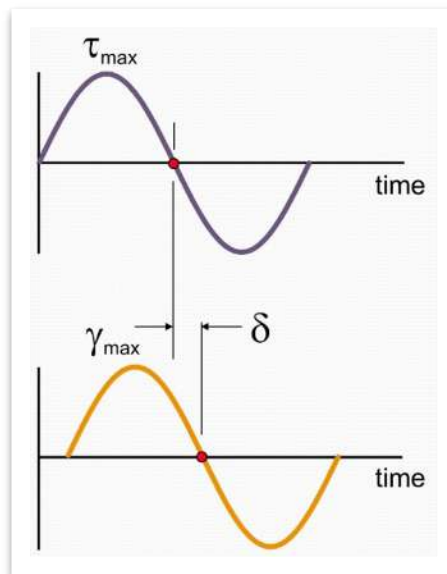
*В технологическом процессе при укатке следует учитывать возможные негативные последствия от резкого снижения и просадки вязкости битума. Поскольку это может приводить к возникновению технологических дефектов. Для битумов с высокой степенью изменения вязкости следует с осторожностью подходить к раннему открытию движения по слою асфальтобетона, следует предусмотреть время на стабилизацию, восстановление вязкости и структуры вяжущего.*



# КРИТИЧЕСКАЯ ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА - РЕОМЕТР DSR



«Испытание битумного вяжущего на DSR это имитация проезда колеса автомобиля со скоростью 50-60 км/час»

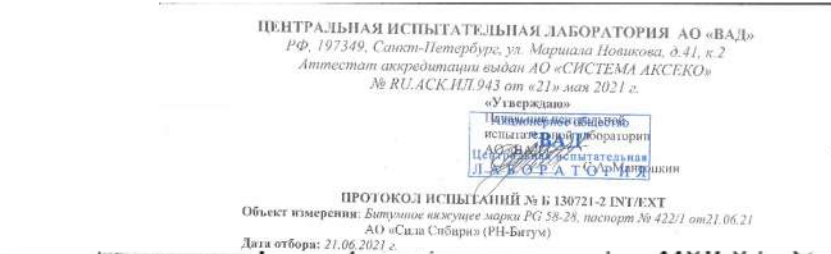


**Фазовый угол** - фактически показывает соотношение вязкой и упругой составляющей. Чем меньше угол, тем более упругое вяжущие. Косвенно, можно определить содержит вяжущие полимер или нет. Чистый битум это или ПБВ. Ориентир - **менее 75° градусов**, в некоторых спецификациях это принято, как одно из требований к PG вяжущим. Если фазовый угол менее 75 градусов, то с высокой вероятности вяжущие содержит полимер.

Наименование	Критическая высокая температура (исх. вяж.), °C	Фазовый угол сдвига $\delta$ , °
БНД 70/100 ИСХ.	65,4	<b>82,3</b>
БНД 70/100 + Модифик. №1	71,0	<b>78,2</b>
БНД 70/100 + Модифик. №2	76,1	73,4
БНД 70/100 + Модифик. №3	76,8	72,8

# ОЦЕНКА СТАРЕНИЯ ПОСЛЕ RTFO на DSR

На технологическом этапе битум должен набрать нужную вязкость, он должен состарится, это нормально. Коэффициент старения 2,2 считается оптимальным.



Критическая высокая температура (исходное вяжущее), °C		0, / 28
		61,4
Показатели битумного вяжущего, состаренного по методу RTFOT		
Изменение массы после старения, %		не более ±1%
Сдвиговая устойчивость после старения G*/sinδ при 10 рад/с, кПа	При 58 °C	0,3
	При 64 °C	2,580
		G*/sinδ ≥ 2,2 кПа
		1,880
Критическая высокая температура (RTFOT-вяжущее), °C		61,0



Масса шарика по методу РАР	При 10 °C	G* sinδ < 5000 кПа	6912	ГОСТ Р 58400.5
СР-инд при 10 рад/с, кПа			12,8	ГОСТ Р 58400.10
Критическая средняя температура, °C				
Определение устойчивости характеристик (LAS-test)				
Изменение устойчивости характеристик при сдвиговой деформации при заданной температуре 25 °C	при 2,5%		33927	ГОСТ Р 58400.7-2019
	при 5,0%		2705	
Коэффициент АВ			900529	-3,649
Низкотемпературная устойчивость				
Низкотемпературная устойчивость	При -18 °C	S(60) не более 300 МПа	143,3	ГОСТ Р 58400.8
		и не менее 0,300	0,307	
Жесткость S(60) Параметр m	При -24 °C	S(60) не более 300 МПа	398,3	ГОСТ Р 58400.3
		и не менее 0,300	0,285	
Критическая низкая температура, °C, по жесткости S			-28,87	ГОСТ Р 58400.3
Критическая низкая температура, °C, по параметру m			-35,05	ГОСТ Р 58400.3
Марка			PG 58-28	
Фактическая марка			PG 61,0-29,9	

\*Низкая граница марки PG определена по ГОСТ 58400.9

Инженер ГИСМ  
Руководитель ГИСМ

А.А. Прибытский  
Д.А. Колесник

Настоящий протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
ЗАПРЕЩЕНО частичное или полное воспроизведение протокола без разрешения ИЛ.

При оценке качества вяжущего смотрим как изменяются критические высокие температуры. Если они очень близки, значит вяжущие состарились с коэффициентом 2,2.

Следует с осторожностью подходить к вяжущим, которые имеют большую разницу по критическим высоким температурам более чем в 4-6°C.

# ОЦЕНКА СТАРЕНИЯ ПОСЛЕ RTFO на DSR

На ПБВ и модифицированных битумных вяжущих может быть обратный эффект

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ АО «ВАД»  
197349, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Новикова, д.41, к.2  
Аттестат АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СИСТЕМА АКСЕКО»  
№ RU.ASK.ИЛ.607 до «02» июня 2023 г.

«Утверждено»

Начальник центральной  
испытательной лаборатории  
АО «ВАД»  
И.С. Матвеев

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № Б 100321-2 INT/EXT

Объект измерения: Полимерно-битумное вяжущее ПБВ 60, по заказу ООО «РН-Битум»,  
производитель ЗАО «МПК «КТЗ» паспорт №1

Дата отбора: 18.11.2020 г.

Дата испытания: 4-10.03.2021 г.

Место отбора: проба предоставлена производителем

Результаты испытаний битумного вяжущего  
на соответствие требованиям ГОСТ Р 58400.1-2019

Наименование показателя	Требования ИД	Фактические значения определяемых характеристик
Показатели исходного битумного вяжущего		
Динамическая вязкость, Па·с	При 135 °С	не более 3 Па·с
	При 165 °С	не норм.
Температура вспышки, °С		не ниже 230 °С
Сдвиговая устойчивость G*/sinδ при 10 рад/с, кПа	При 76 °С	G*/sinδ > 1,00 кПа
	При 82 °С	
Критическая высокая температура (исходное вяжущее), °С		77,8
Показатели битумного вяжущего, состаренного по методу RTFOT		
Изменение массы после старения, %	При 70 °С	не более ±1%
	При 76 °С	
Сдвиговая устойчивость после старения G*/sinδ при 10 рад/с, кПа	При 70 °С	G*/sinδ ≥ 2,2 кПа
	При 76 °С	
Критическая высокая температура (RTFOT-вяжущее), °С		73,5
Показатели битумного вяжущего, подготовленного по методу PAV		
Устойчивость к старению при 10 рад/с		4300

ЦЕНТРАЛЬНАЯ ИСПЫТАТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ АО «ВАД»  
197349, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Новикова, д.41, к.2  
Аттестат АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СИСТЕМА АКСЕКО»  
№ RU.ASK.ИЛ.607 до «02» июня 2023 г.

«Утверждено»

Начальник центральной  
испытательной лаборатории  
АО «ВАД»  
И.С. Матвеев

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № Б 260421-1

Объект измерения: Материал вяжущий нефтяной битумный марки PG 76-28  
(ООО «Газпромнефть-БМ»), ОАО «АБЗ-1», паспорт №11

Дата отбора: 20.04.2021 г.

Дата испытания: 22-23.04.2021 г.

Критическая высокая температура (исходное вяжущее), °С			80,1
Показатели битумного вяжущего, состаренного по методу RTFOT			
Изменение массы после старения, %	не более ±1%		0,31
	При 70 °С		
Сдвиговая устойчивость после старения G*/sinδ при 10 рад/с, кПа	G*/sinδ ≥ 2,2 кПа		1,988
	При 76 °С		
Критическая высокая температура (RTFOT-вяжущее), °С			74,8

Показатели битумного вяжущего, подготовленного по методу PAV			
Изменение массы после старения, %	При 70 °С	не более ±1%	0,01
	При 76 °С		2,911
Сдвиговая устойчивость после старения G*/sinδ при 10 рад/с, кПа	G*/sinδ ≥ 2,2 кПа		1,805
	При 70 °С		
Критическая высокая температура (RTFOT-вяжущее), °С			74,8
Показатели битумного вяжущего, подготовленного по методу PAV			
Устойчивость к старению при 10 рад/с	При 10 °С		4712
	При 7 °С	G*/sinδ ≤ 5000 кПа	6211
средняя температура, °С			9,4
	При -18 °С	S(60) не более 300 МПа m не менее 0,300	106,5
низкая температура, °С, по жесткости S			0,300
	При -24 °С	S(60) не более 300 МПа m не менее 0,300	202,3
низкая температура, °С, по параметру m			0,287
			-28,03
			-37,68
			PG 70-28 <sup>09</sup>
			PG 74,8-28,0

Критическая высокая температура (исходное вяжущее), °С			77,8
Показатели битумного вяжущего, состаренного по методу RTFOT			
Изменение массы после старения, %	не более ±1%		0,01
	При 70 °С		
Сдвиговая устойчивость после старения G*/sinδ при 10 рад/с, кПа	G*/sinδ ≥ 2,2 кПа		2,911
	При 76 °С		
Критическая высокая температура (RTFOT-вяжущее), °С			73,5

Руководитель ГИСМ

Д.А. Колесник

Инженер ГИСМ

А.А. Прибыткина

Настоящий протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
ЗАПРЕЩЕНО частичное или полное воспроизведение протокола без разрешения ИЛ.

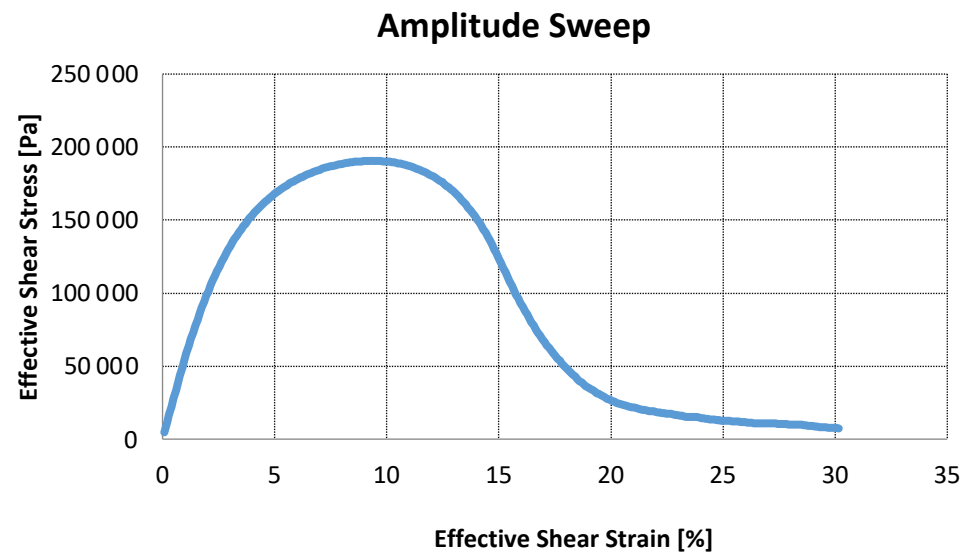
Настоящий протокол касается только образцов, подвергнутых испытанию.  
ЗАПРЕЩЕНО частичное или полное воспроизведение протокола без разрешения ИЛ.

# УСТАЛОСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ВЯЖУЩЕГО

## LAS тест по ГОСТ Р 58400.7-2019

Позволяет сравнить битумные вяжущие и асфальтовяжущее по количеству циклов до разрушения при заданной деформации, показывает долговечность при усталостной деформации.

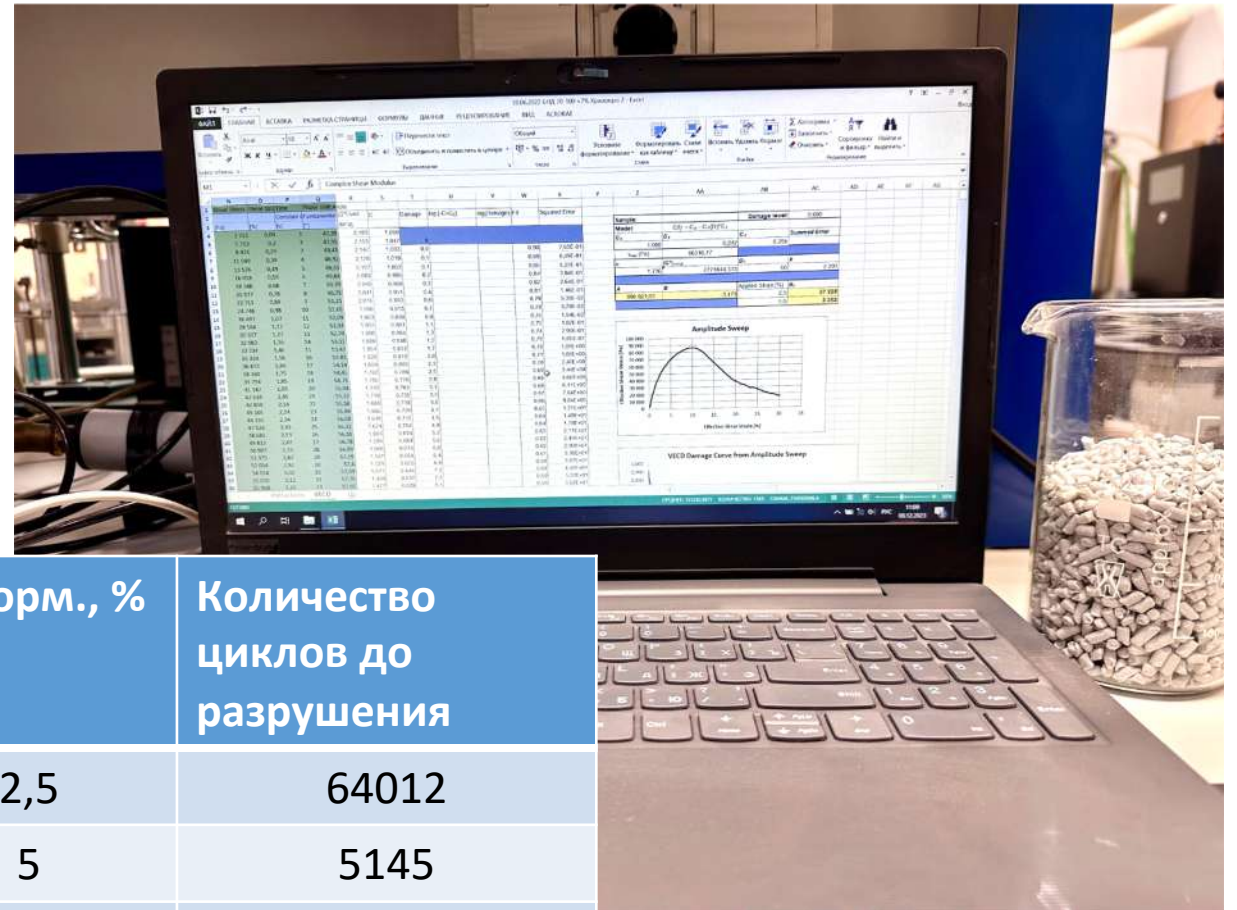
Наименование	Деформация, %	Количество циклов до разрушения
БНД 70/100 №1	5	2951
БНД 70/100 №2	5	4252
PG 76-34 №1	5	33570
PG 76-34 №2	5	54206



# УСТАЛОСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОВЯЖУЩЕГО

## LAS тест - сравнение стабилизирующих добавок

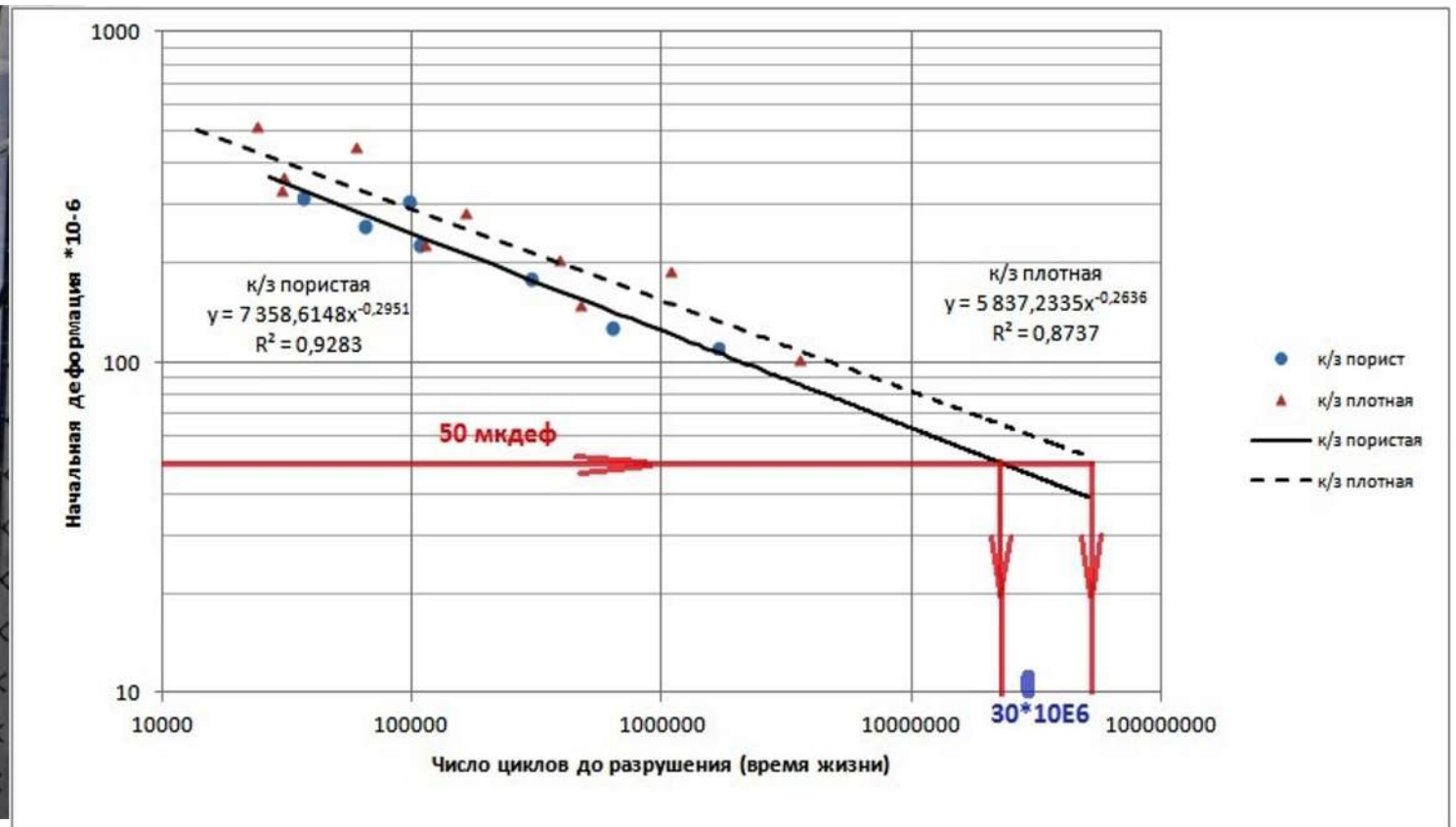
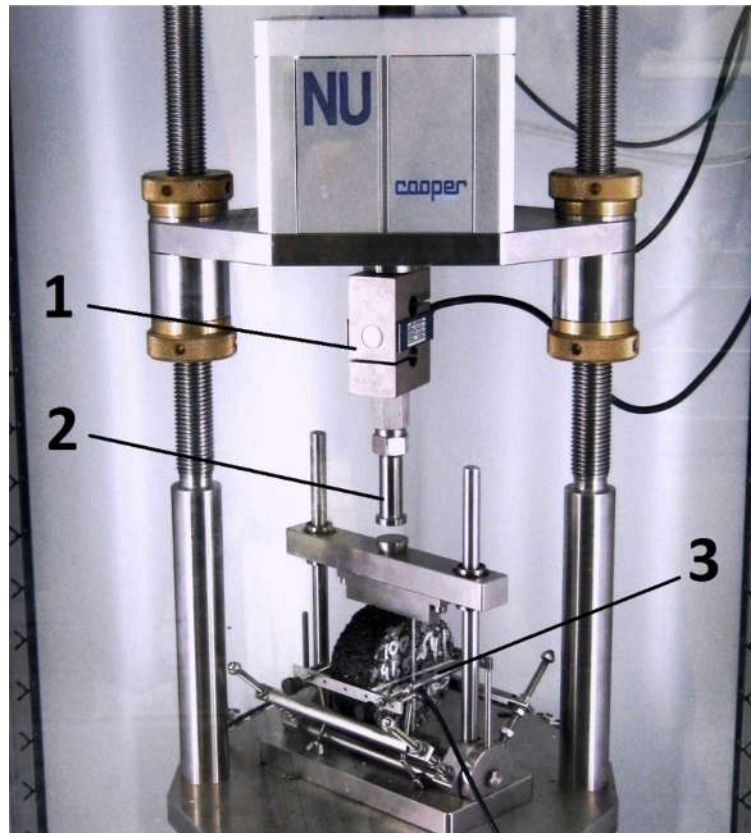
Методика испытания позволяет работать не только с чистыми и модифицированными битумными вяжущими, но и с асфальтовяжущими. Например, возможно оценить влияние стабилизирующей добавки на вяжущее в ЦМА.



Наименование	Деформ., %	Количество циклов до разрушения
БНД 70/100 + 7% волокна целлюлозы, обработанные битумным вяжущим	2,5	64012
	5	5145
БНД 70/100 + 7% волокна хризотила, без обработки битумным вяжущим	2,5	39315
	5	3299

# УСТАЛОСТНАЯ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ

ГОСТ Р 59280-11 «Метод определения усталостной прочности при многократном изгибе»  
**АСФАЛЬТОБЕТОНА**  
ГОСТ Р 59280 «Метод определения усталостной долговечности при непрямом растяжении»



Оборудование для испытания асфальтобетона на усталость. 1 – силоизмеритель; 2 – актюатор приложения нагрузки; 3 – датчики измерения деформации

Плотный асфальтобетон превосходит в два-три раза пористый асфальтобетон по усталостной долговечности (2013г.)

# ПАРАМЕТР $\Delta T_c$ - Дельта ТиСи

Показатель  $\Delta T_c$  определяется, как числовая разность между фактическими низкими температурами, найденными по результатам испытания на реометре с изгибающей балочкой (BBR).

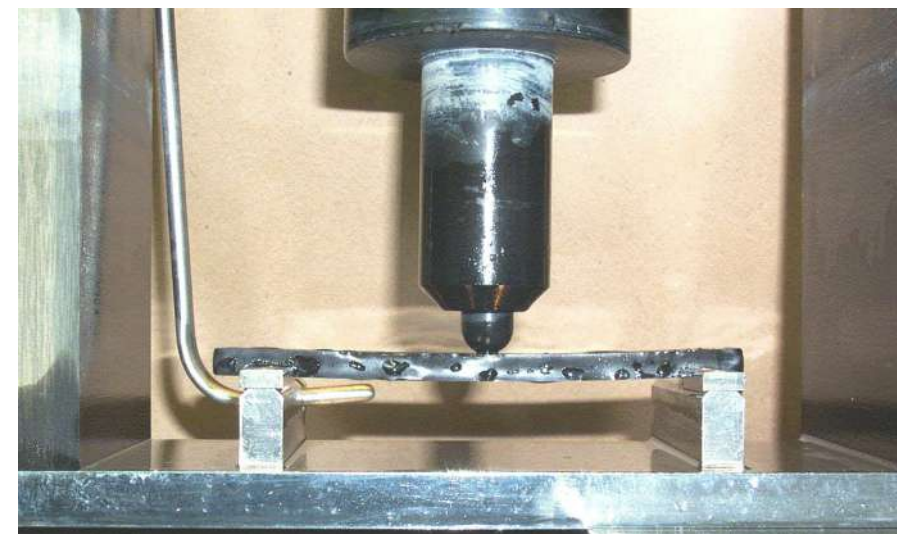
$$\Delta T_c = T_s(300\text{MPa}) - T_m(0.300)$$

**НЕ РАБОТАЕТ ДЛЯ  
МОДИФИЦИРОВАННЫХ  
ВЯЖУЩИХ**

**Требование  $\Delta T_c \geq -5^\circ\text{C}$**

Только для чистых битумов

Наименование вяжущего	БДУ 70/100 Ухта 2012	БНД 60/90 Лукойл 2012	БНД 60/90 Лукойл НН 2015	БНД 60/90 Лукойл 2016	БНД 60/90 Волгоград 2016	БНД 60/90 Сызрань 2016
Фактич. Темпер $T_s(300\text{MPa})$	-35,2	-33,4	-33,9	-31,4	-34,0	-31,2
Фактич. Темпер $T_m(0.300)$	-32,8	-30,3	-24,7	-18,9	-24,4	-22,0
$\Delta T_c = T_s(300\text{MPa}) - T_m(0.300)$	-2,4	-3,1	-9,2	-12,5	-9,6	-9,2



# PG – это система классификации битумных вяжущих

Для обеспечения долговечности и надежности следует обращать внимание:

1. Фактическую марку;
2. Вязкость, НЕ только, как технологический параметр;
3. Фазовый угол - PG вяжущее модифицированное или нет;
4. Как меняются свойства после старения;
5. Оценить долговечность через LAS-test;
6. Дельта ТиСи или растяжимость после старения при 25°C;
7. Адгезия. Проверить обязательно!
8. Унификация марки.





# Унификация марки PG

Нормативные документы позволяют применять марку вяжущего выше проектной

По согласованию с заказчиком допускается назначать и применять для нижележащего слоя марку вяжущего от верхнего слоя покрытия. Например, если для верхнего слоя покрытия используется марка PG 64-28 эту же марку допускается применять и для нижних слоев. Это поможет предотвратить пересортицу, ускорит технологический процесс и повысит производительность предприятия.

**ОДМ 218.4.036-2022**

**ПНСТ 542 – 2021**

**ГОСТ Р 71009-2023**

6.1.5 В документацию вносят запись в краткой форме, используя значения допустимых к применению марок с минимальным диапазоном эксплуатации PG X Y и PG X Y (ФАКТ).

Запись в краткой форме: «допустимы к применению марки от PG X Y (ФАКТ) и от PG X Y».

Запись в краткой форме: "допустимы к применению марки от PG  $X-Y$  (ФАКТ) или от PG  $X-Y$ ."

A wide, newly paved asphalt road stretches into the distance. In the background, several yellow construction vehicles, including a large paver, are visible. The road is flanked by metal guardrails. The sky is clear and blue, and the overall scene suggests a highway construction project.

**Спасибо за Внимание!**