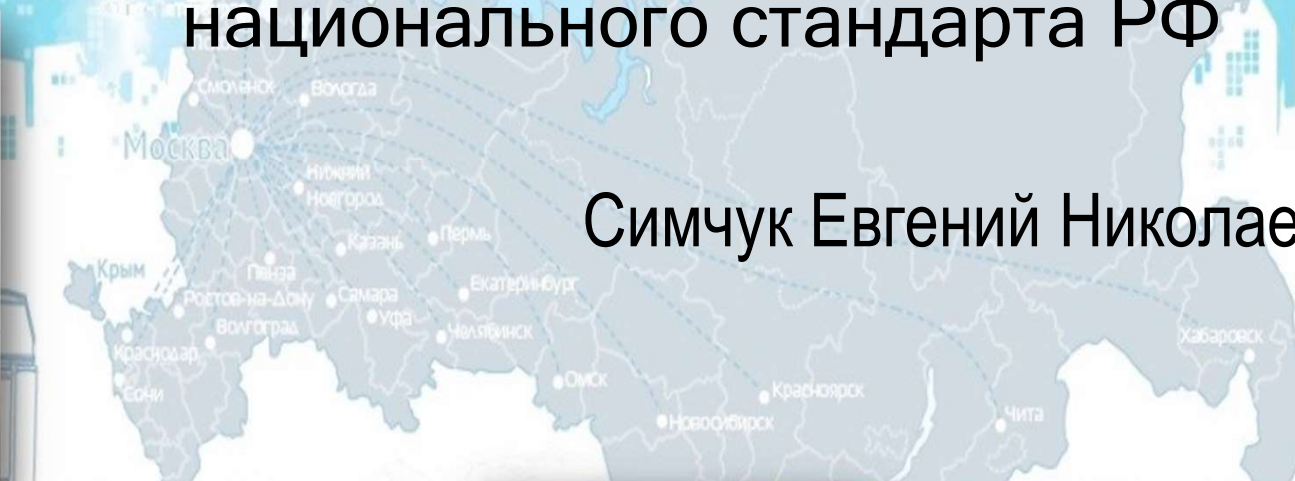


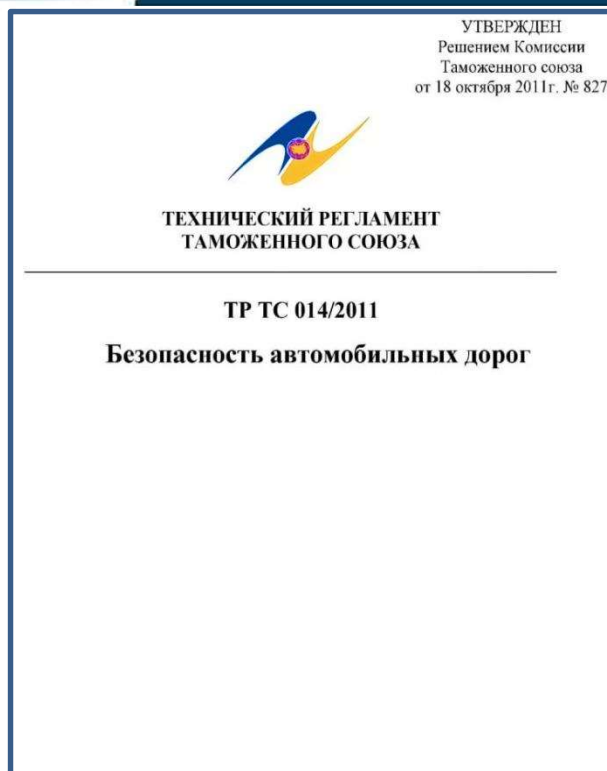
Принципы нормирования
дополнительных показателей нефтяных
дорожных битумов в проекте
национального стандарта РФ

Симчук Евгений Николаевич

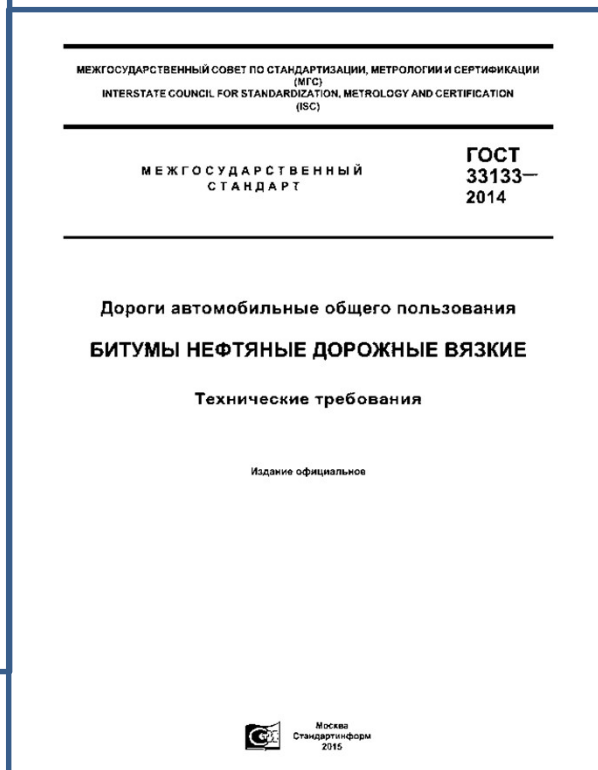




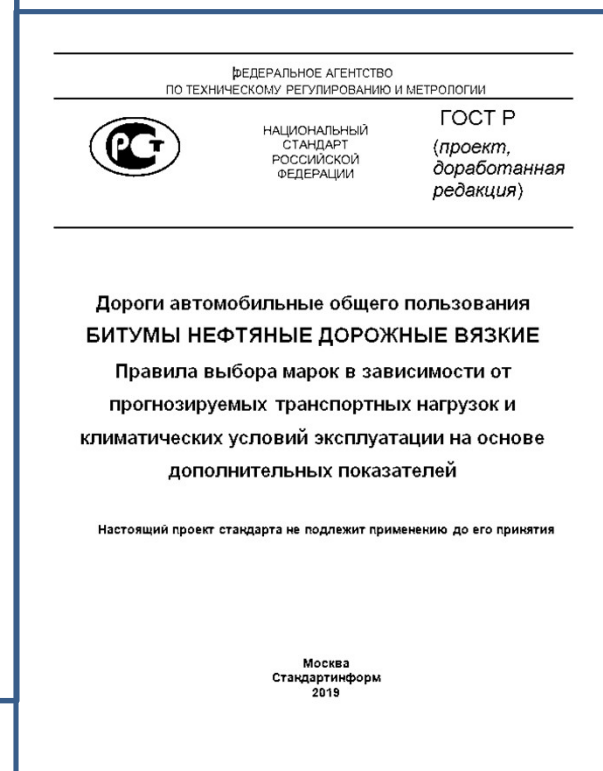
Требования к битумам нефтяным дорожным вязким



Битум нефтяной дорожный вязкий из 2713 20 000 0



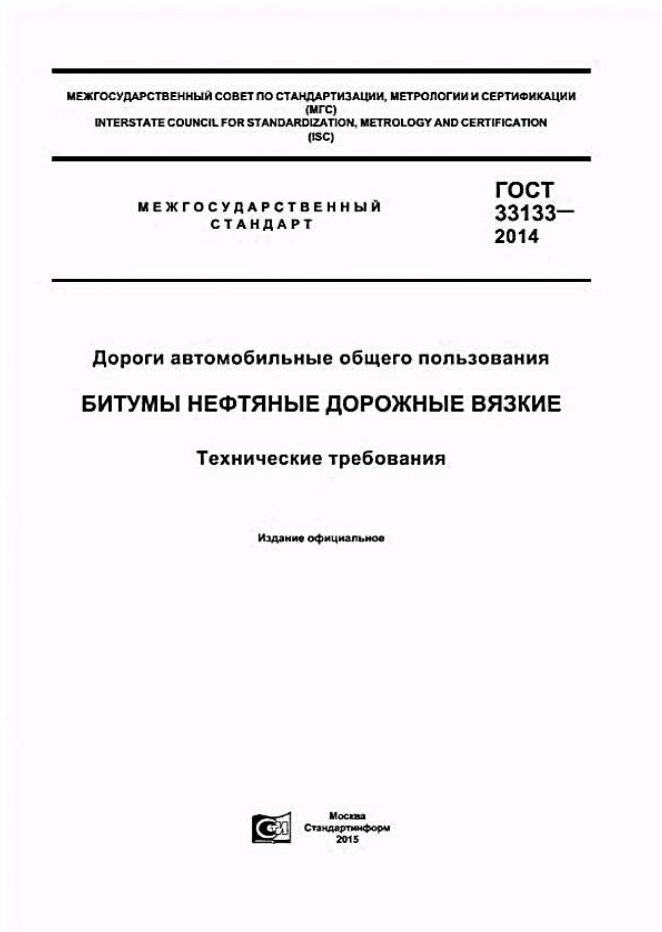
Минимальные требования к битумам нефтяным дорожным вязким



Области применения битумов на основе дополнительных требований



Выбор показателей при разработке проекта ГОСТ Р на битумы нефтяные дорожные вязкие

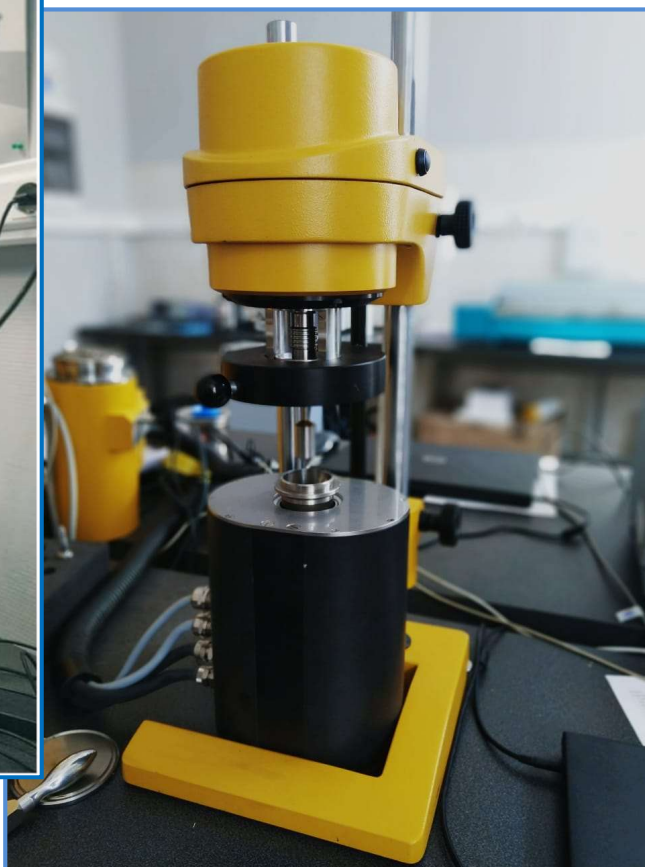


Дополнительные показатели

- 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



Определение динамической вязкости и сдвиговой устойчивости





Динамическая вязкость при 60 °С при скорости сдвига 1,5 с⁻¹

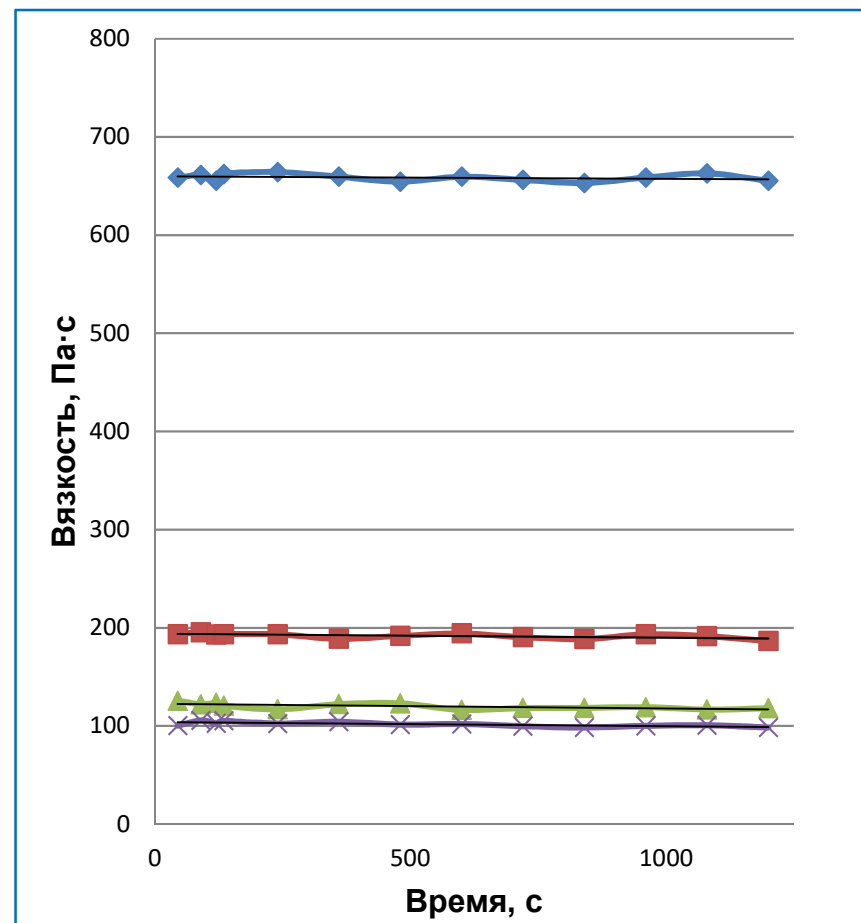


Марка	Время, с	Вязкость на исходном битуме, Па·с		Вязкость на состаренном битуме, Па·с	
БНД 50/70	45	410,87		1095,20	
	90	414,62	414,11	1091,44	1091,62
	135	416,84		1088,23	
БНД 50/70	45	211,57		717,64	
	90	220,44	218,44	717,16	718,18
	135	223,31		719,75	
БНД 50/70	45	343,21		969,61	
	90	339,81	342,28	971,92	971,04
	135	343,83		971,51	
БНД 70/100	45	219,47		659,23	
	90	220,07	219,84	664,12	662,42
	135	219,97		663,92	
БНД 70/100	45	219,17		601,14	
	90	222,27	221,51	616,27	612,62
	135	223,08		620,46	
БНД 70/100	45	180,86		570,37	
	90	182,13	181,99	570,34	570,62
	135	182,99		570,16	
БНД 70/100	45	279,36		903,02	
	90	280,89	280,71	905,53	905,01
	135	281,87		906,47	
БНД 100/130	45	121,47		330,90	
	90	120,70	121,27	331,73	332,27
	135	121,62		334,17	
БНД 100/130	45	201,64		458,15	
	90	202,97	202,70	456,02	456,60
	135	203,51		455,62	
БНЛ 100/130	45	126,49		361,26	
	90	128,47	128,73	364,31	363,84



Динамическая вязкость исходных битумов

Время	БНД 50/70 исходный	БНД 70/100 исходный	БНД 100/130 исходный	БНД 130/200 исходный
45 с	658,6	193,4	125,6	100,4
90 с	661,2	195,4	122,1	105,7
120 с	655,2	193,2	123,5	102,8
135 с	662,3	193,5	120,7	105,2
4 мин	664,2	193,4	117,0	102,5
6 мин	659,5	188,8	122,2	104,3
8 мин	654,4	191,8	123,1	101,5
10 мин	659,4	194,2	116,4	102,1
12 мин	656,2	190,4	118,3	99,8
14 мин	653,1	188,6	118,4	98,5
16 мин	658,6	193,3	111,1	100,2
18 мин	662,8	191,5	115,1	100,8
20 мин	655,2	186,4	118,0	98,6

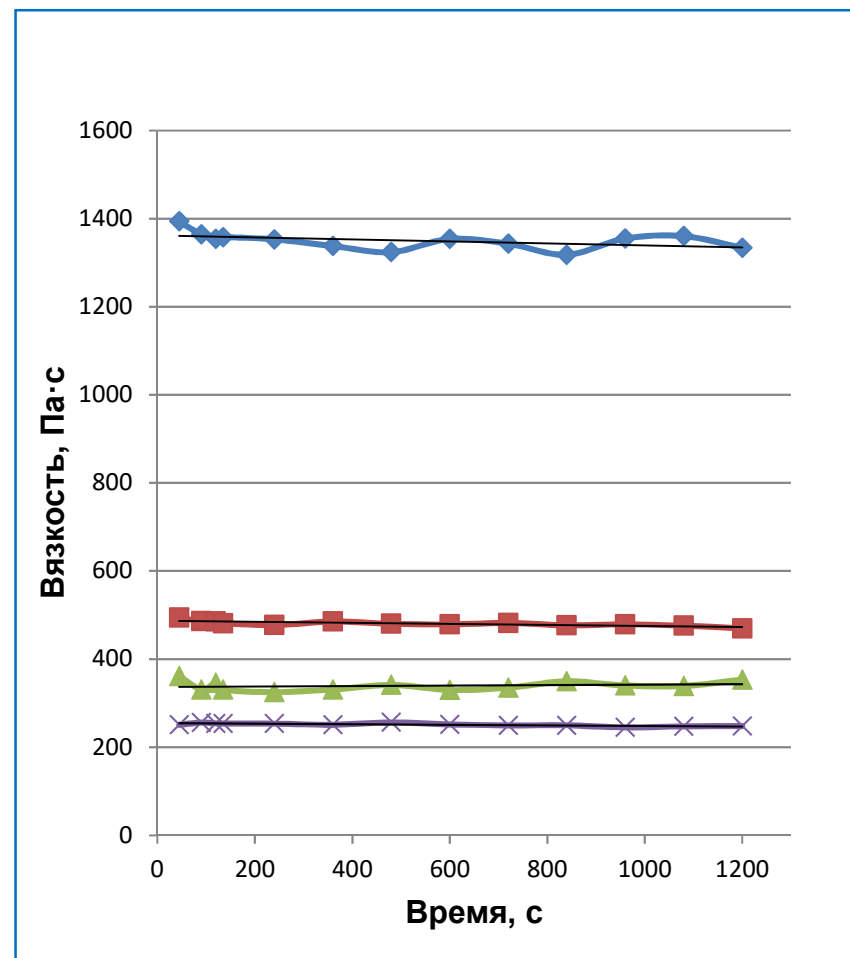


- ◆ БНД 50/70 (исходный)
- БНД 70/100 (исходный)
- ▲ БНД 100/130 (исходный)
- × БНД 130/200 (исходный)



Динамическая вязкость состаренных битумов

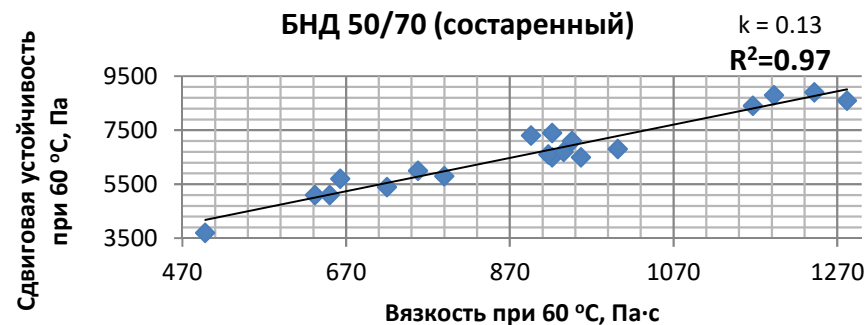
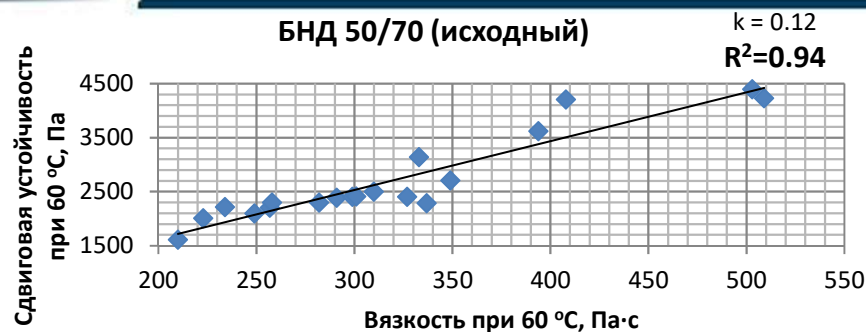
Время	БНД 50/70 состар.	БНД 70/100 состар.	БНД 100/130 состар.	БНД 130/200 состар.
45	1393,5	494,2	361,0	250,6
90	1363,8	486,1	331,1	256,1
120	1354,1	485,5	345,9	254,0
135	1357,7	481,5	330,5	253,7
4 мин	1352,7	477,2	325,1	253,4
6 мин	1337,7	485,4	330,9	251,0
8 мин	1323,9	480,1	341,3	256,3
10 мин	1353,7	478,7	329,9	251,8
12 мин	1342,9	482,2	335,0	249,6
14 мин	1317,9	476,6	349,6	249,7
16 мин	1354,8	478,9	340,0	245,0
18 мин	1360,1	475,8	339,0	247,4
20 мин	1333,7	469,8	353,4	247,8



- ◆ БНД 50/70 (исходный)
- БНД 70/100 (исходный)
- ▲ БНД 100/130 (исходный)
- × БНД 130/200 (исходный)



Динамическая вязкость и сдвиговая устойчивость БНД 50/70

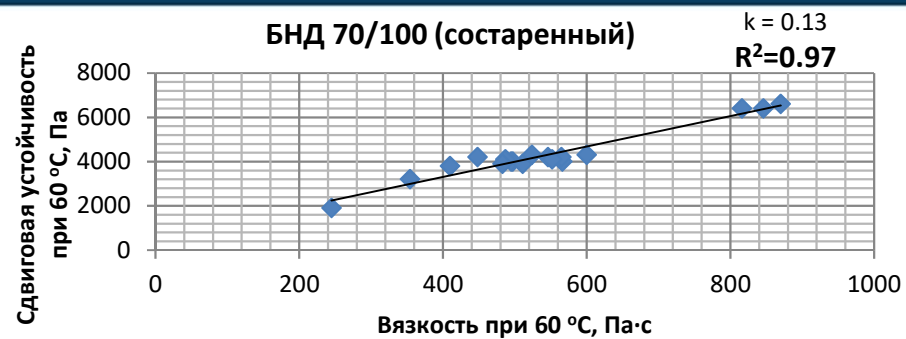
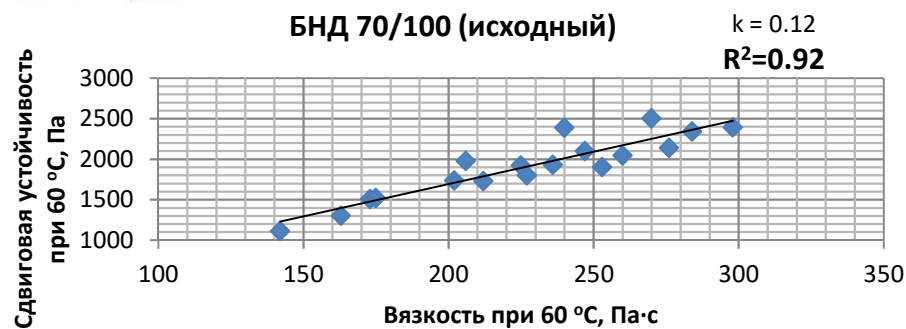


Динамическая вязкость при 60 °С, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °С, Па	к
210	1615	0,13
223	2010	0,11
234	2217	0,11
249	2100	0,12
257	2209	0,12
258	2303	0,11
282	2302	0,12
337	2290	0,15
291	2388	0,12
299	2410	0,12
301	2415	0,12
327	2408	0,14
310	2500	0,12
349	2709	0,13
333	3140	0,11
394	3625	0,11
408	4210	0,1
509	4236	0,12
503	4401	0,11
Среднее значение		0,12

Динамическая вязкость при 60 °С, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °С, Па	к
498	3700	0,13
650	5100	0,13
632	5100	0,12
922	6500	0,14
720	5400	0,13
663	5700	0,12
917	6600	0,14
957	6500	0,15
946	7100	0,13
936	6700	0,14
758	6000	0,13
1002	6800	0,15
790	5800	0,14
896	7300	0,12
922	7400	0,12
1193	8800	0,14
1167	8400	0,14
1282	8600	0,15
1242	8900	0,14
Среднее значение		0,13



Динамическая вязкость и сдвиговая устойчивость БНД 70/100

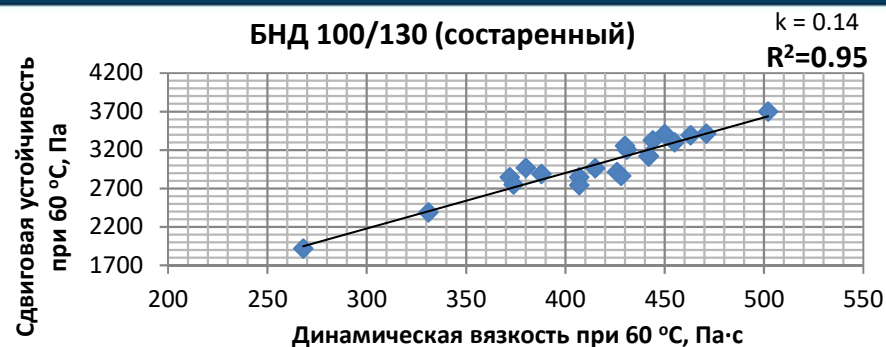
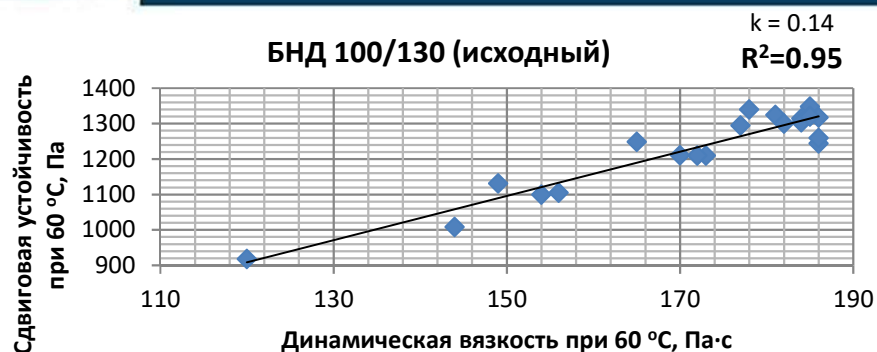


Динамическая вязкость при 60 °C, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °C, Па	к
142	1112	0,13
163	1304	0,13
173	1510	0,11
175	1520	0,12
202	1740	0,12
212	1732	0,12
227	1800	0,13
225	1922	0,12
236	1930	0,12
253	1905	0,13
206	1980	0,1
260	2048	0,13
247	2102	0,12
276	2142	0,13
284	2344	0,12
298	2395	0,12
240	2390	0,1
270	2503	0,11
Среднее значение		0,12

Динамическая вязкость при 60 °C, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °C, Па	к
245	1900	0,13
566	4000	0,14
354	3200	0,11
497	4000	0,12
410	3800	0,11
495	4000	0,12
511	3900	0,13
448	4200	0,11
487	4100	0,12
546	4200	0,13
483	3900	0,12
600	4300	0,14
870	6600	0,13
565	4200	0,13
816	6400	0,13
846	6400	0,13
524	4300	0,12
552	4100	0,13
Среднее значение		0,13



Динамическая вязкость и сдвиговая устойчивость БНД 100/130

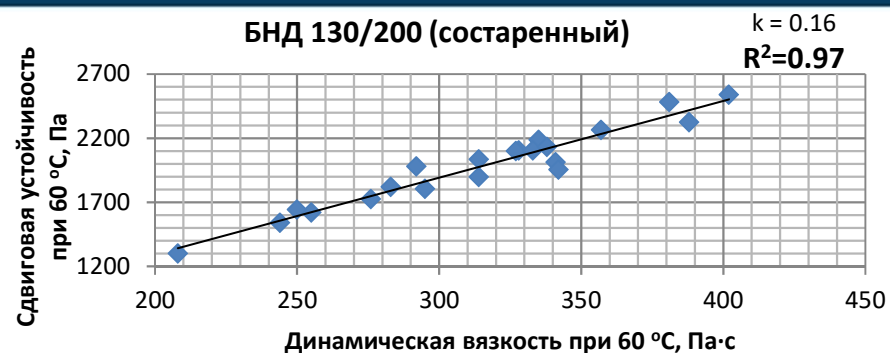


Динамическая вязкость при 60 °C, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °C, Па	к
156	1105	0,14
173	1210	0,14
186	1244	0,15
120	918	0,13
181	1325	0,14
144	1008	0,14
178	1340	0,13
177	1295	0,14
172	1210	0,14
185	1348	0,14
184	1315	0,14
149	1131	0,13
154	1100	0,14
170	1211	0,14
186	1260	0,15
182	1300	0,14
185	1322	0,14
165	1249	0,13
184	1304	0,14
186	1317	0,14
185	1320	0,14
Среднее значение		0,14

Динамическая вязкость при 60 °C, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °C, Па	к
450	3408	0,13
431	3201	0,13
407	2844	0,14
268	1916	0,14
471	3412	0,14
331	2385	0,14
463	3389	0,14
372	2845	0,13
430	3254	0,13
426	2911	0,15
442	3117	0,14
388	2888	0,13
415	2963	0,14
374	2750	0,14
502	3698	0,14
455	3300	0,14
444	3325	0,13
380	2965	0,13
442	3120	0,14
428	2863	0,15
407	2740	0,15
Среднее значение		0,14



Динамическая вязкость и сдвиговая устойчивость БНД 130/200



Динамическая вязкость при 60 °С, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °С, Па	к
103	651	0,16
112	750	0,15
123	822	0,15
131	884	0,15
103	631	0,16
112	720	0,16
123	844	0,15
131	833	0,16
80	509	0,16
136	902	0,15
91	623	0,15
125	739	0,17
88	570	0,15
109	679	0,16
95	594	0,16
121	784	0,15
129	825	0,16
119	722	0,16
130	804	0,16
134	811	0,17
118	709	0,17
Среднее значение		0,16

Динамическая вязкость при 60 °С, Па·с	Сдвиговая устойчивость при 60 °С, Па	к
292	1980	0,15
314	1896	0,17
283	1820	0,16
341	2012	0,17
244	1540	0,16
314	2033	0,15
357	2263	0,16
328	2105	0,16
208	1300	0,16
381	2482	0,15
255	1620	0,16
388	2323	0,17
250	1642	0,15
295	1805	0,16
276	1725	0,16
327	2100	0,16
335	2187	0,15
333	2104	0,16
338	2132	0,16
402	2539	0,16
342	1955	0,17
Среднее значение		0,16



Взаимосвязь динамической вязкости со сдвиговой устойчивостью



$$\eta = \kappa \cdot (G^*/\sin \delta)$$

где η - динамическая вязкость, Па·с
 $G^*/\sin \delta$ – сдвиговая устойчивость
 κ – коэффициент

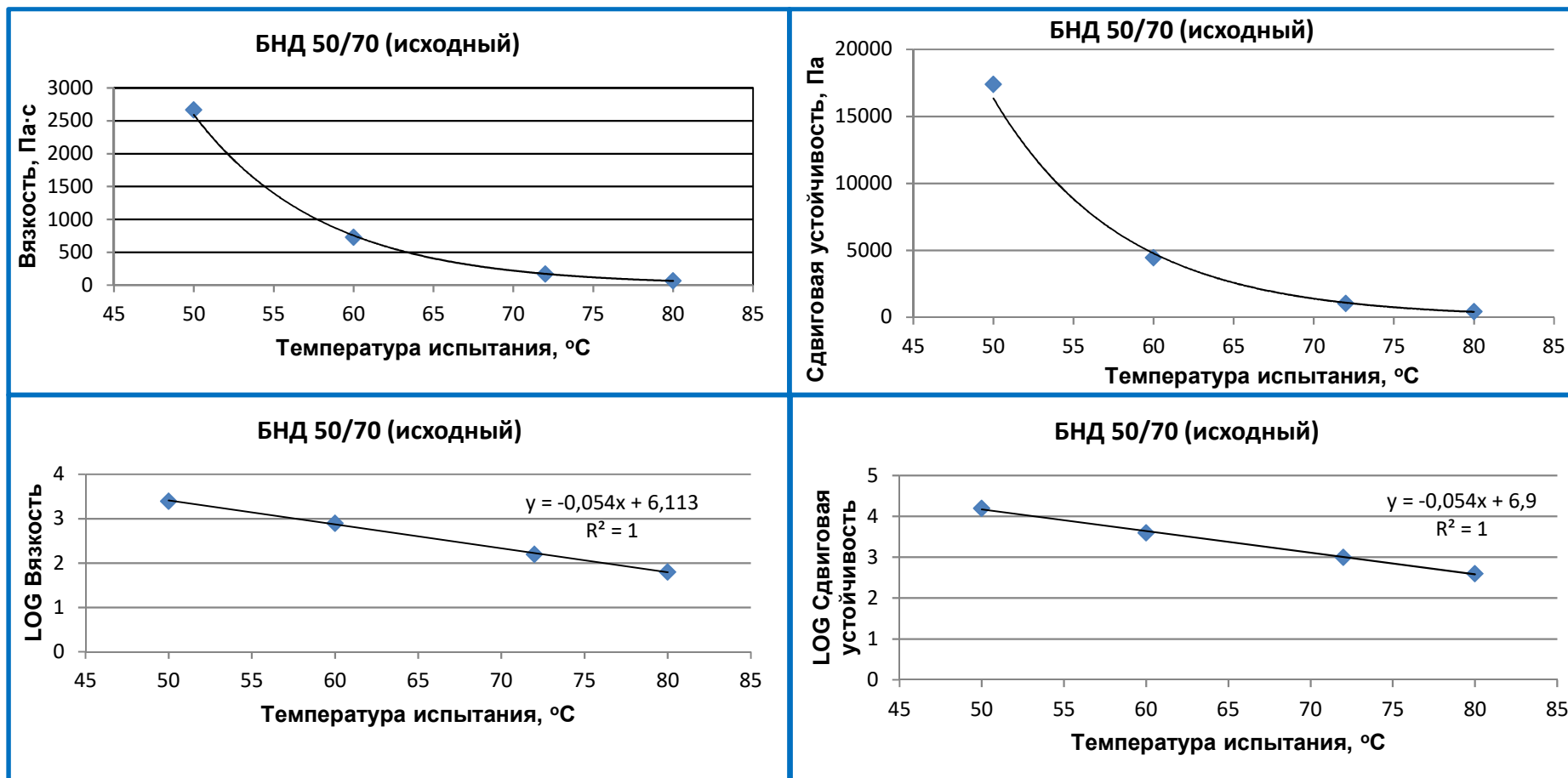
Значение коэффициента κ				
Марка битума	БНД 50/70	БНД 70/100	БНД 100/130	БНД 130/200
Исходный	0,12	0,12	0,14	0,16
Состаренный	0,13	0,13	0,14	0,16

Расчетные значения динамической вязкости при максимальной температуре эксплуатации битума

Марка	50/70	70/100	100/130	130/200
Исходный битум				
η , Па·с	120	120	140	160
$\log_{10} \eta$	2,079	2,079	2,146	2,204
Состаренный битум				
η_{rt} , Па·с	286	286	308	352
$\log_{10} \eta_{rt}$	2,456	2,456	2,489	2,457



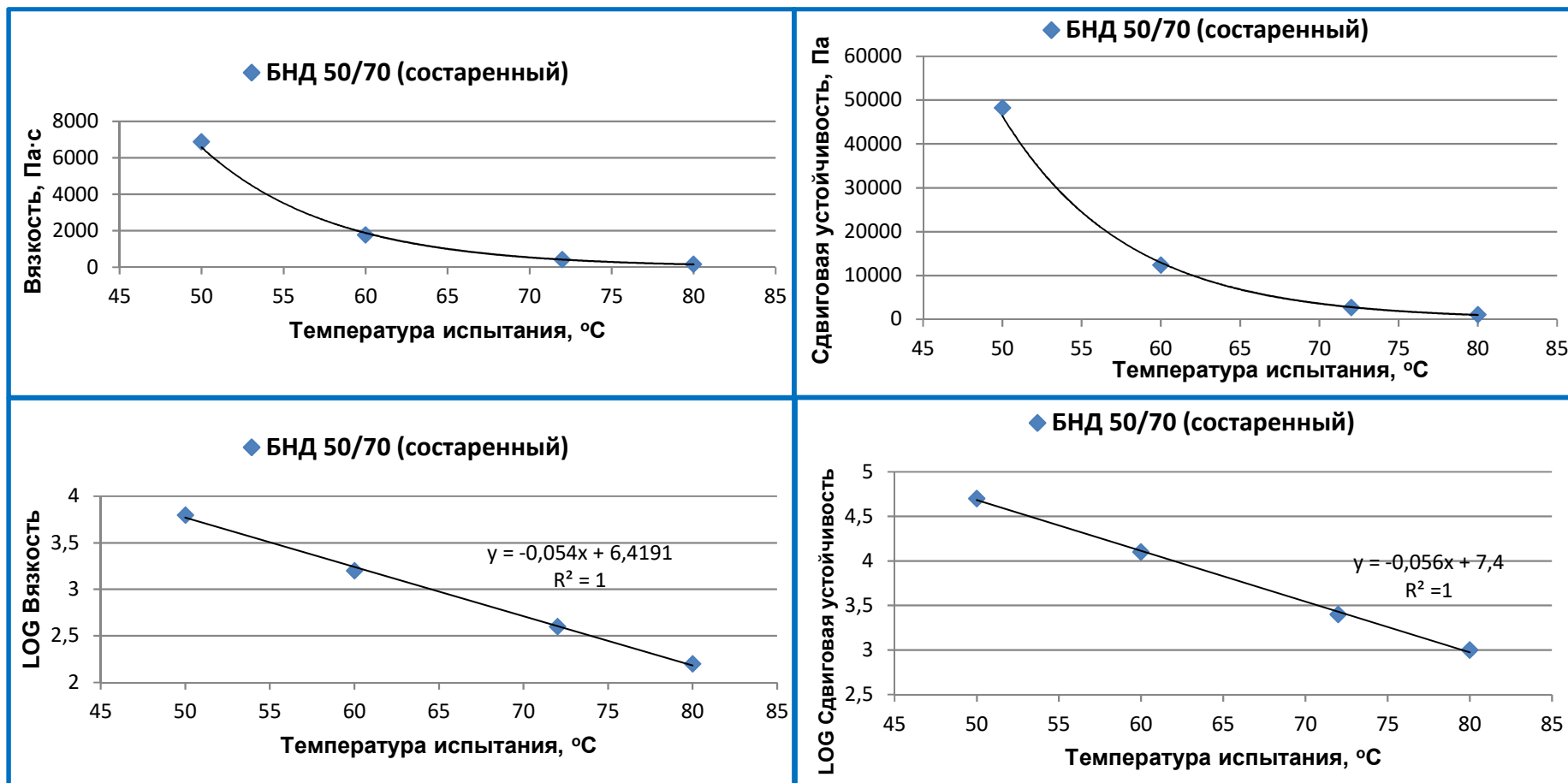
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 50/70 (исходный)



Температура испытания, °С	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
50	2665	17385	3,42	4,24
60	729	4438	2,86	3,65
72	169,	1035	2,23	3,01
80	66	433	1,82	2,64



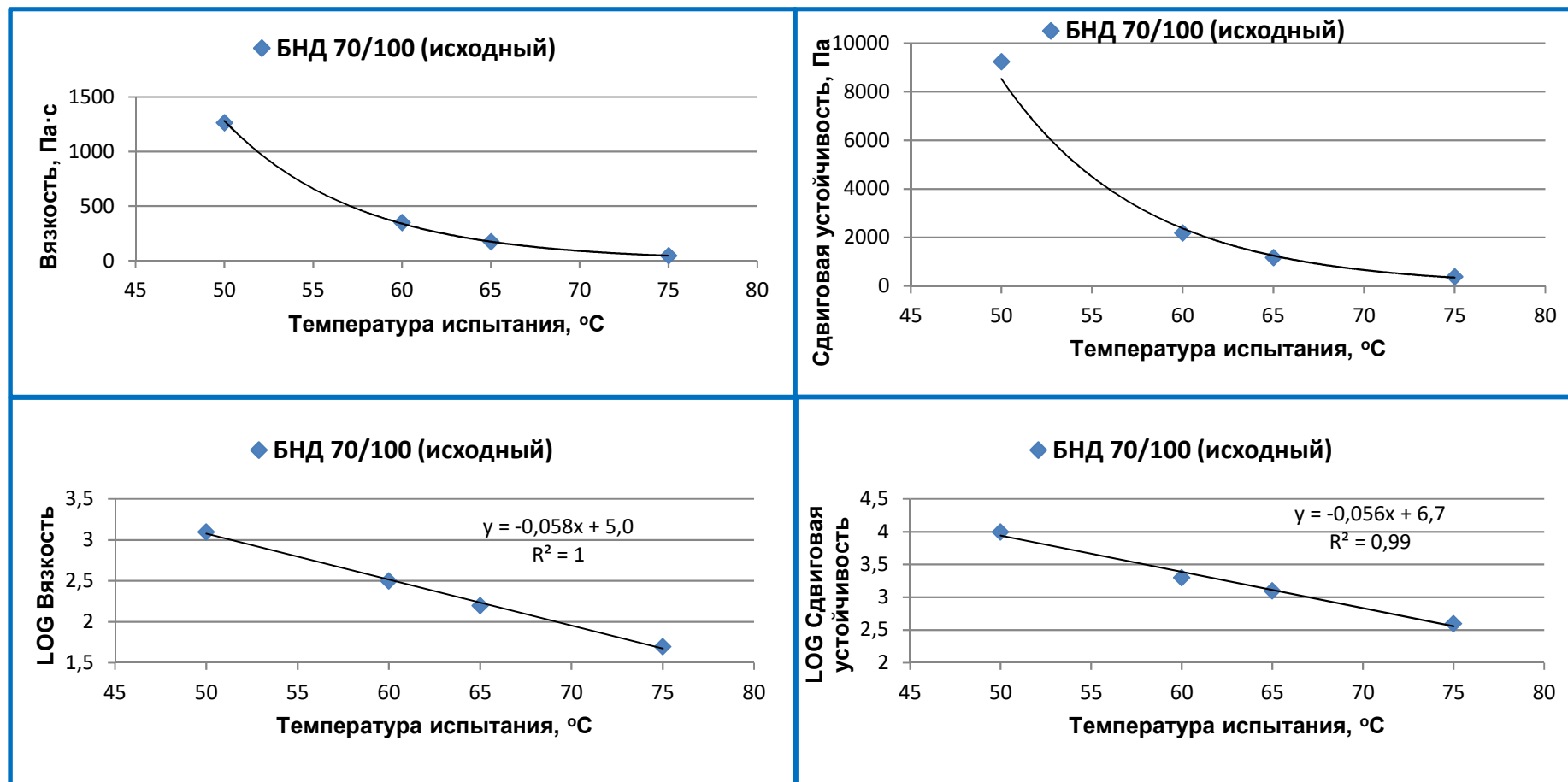
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 50/70 (состаренный)



Температура испытания, °C	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
50	6868	48230	3,84	4,68
60	1758	12370	3,20	4,09
72	418	2700	2,62	3,43
80	157	1050	2,20	3,02



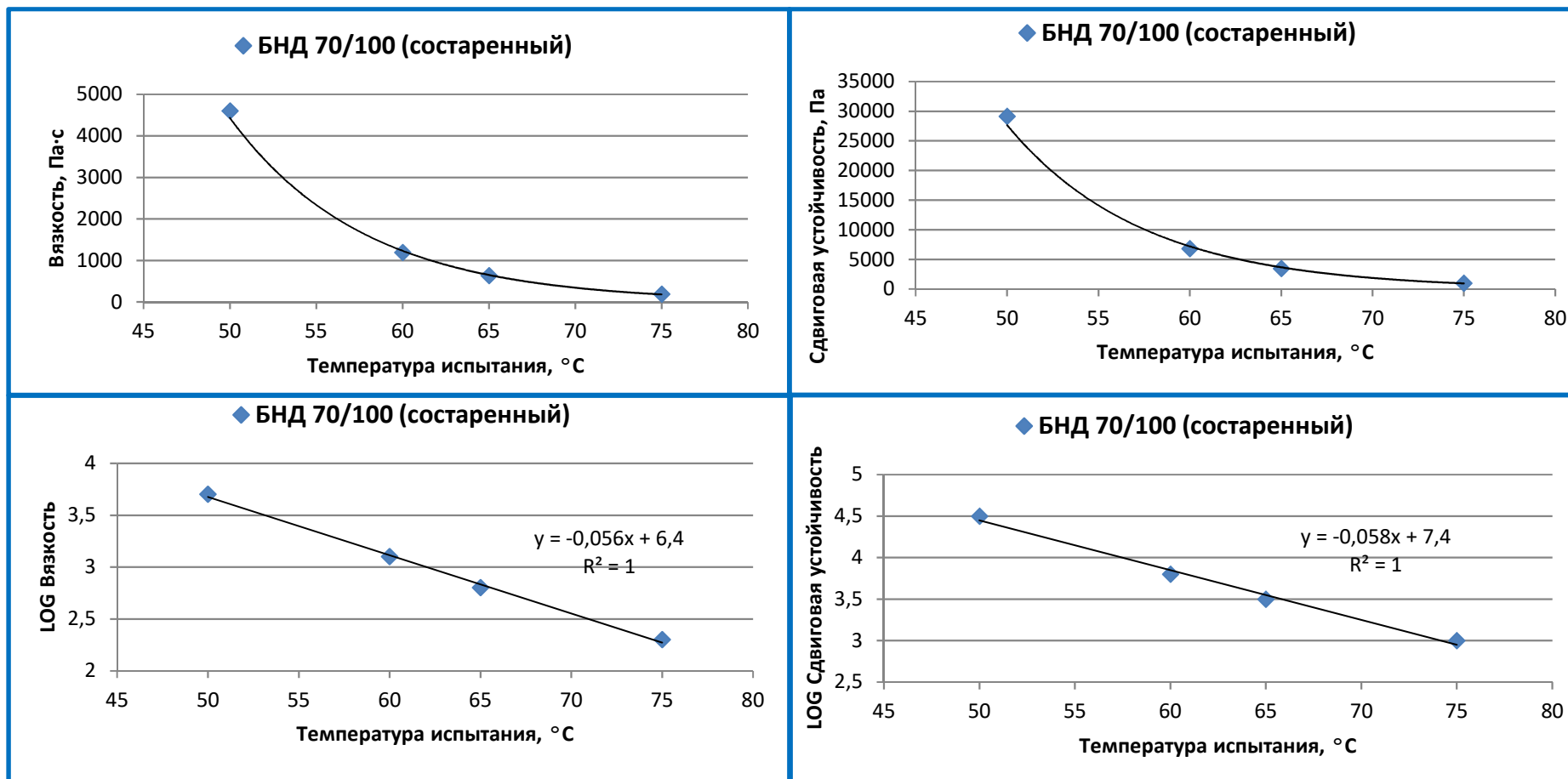
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 70/100 (исходный)



Температура испытания, °C	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
50	1263	9237	3,10	3,97
60	349	2186	2,54	3,34
65	174	1166	2,24	3,06
75	46	378	1,66	2,58



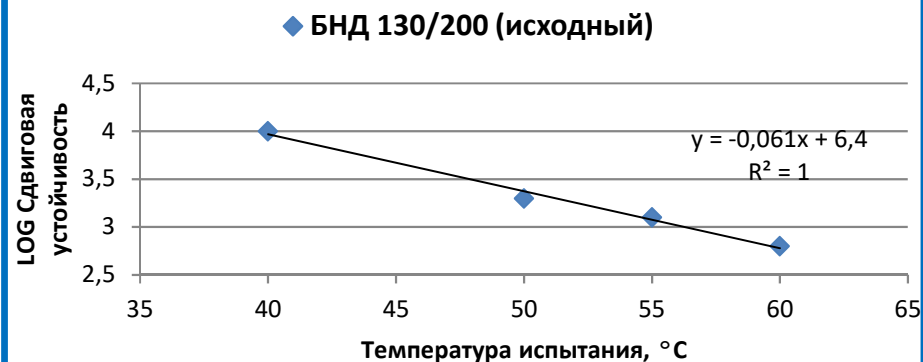
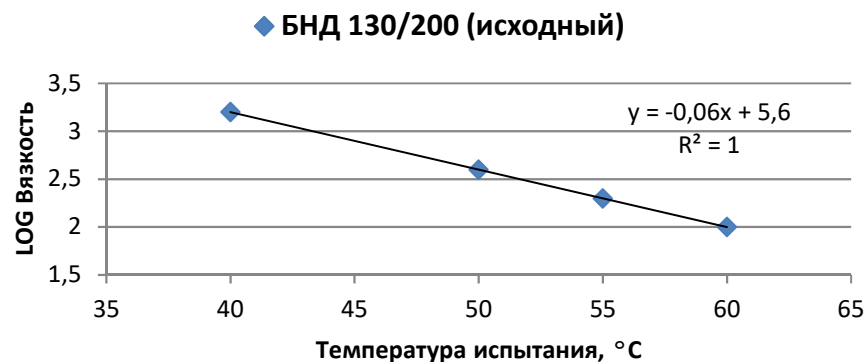
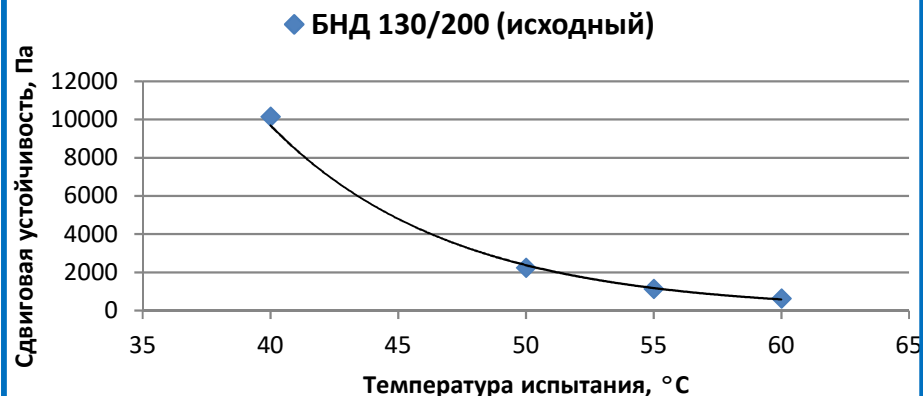
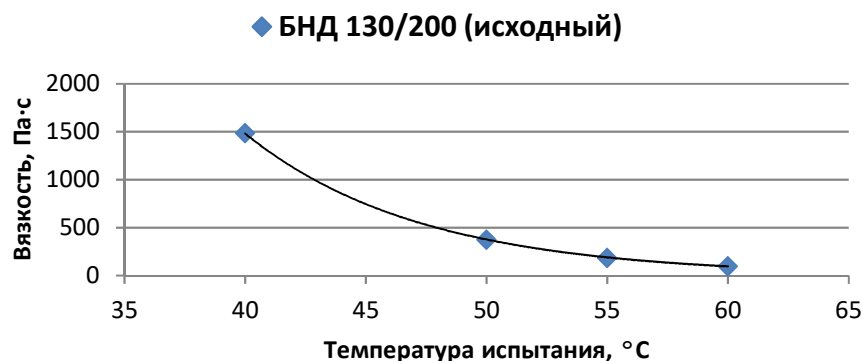
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 70/100 (состаренный)



Температура испытания, °C	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
50	4596	29150	3,66	4,46
60	1187	6850	3,07	3,84
65	629	3480	2,80	3,54
75	187	1010	2,27	3,00



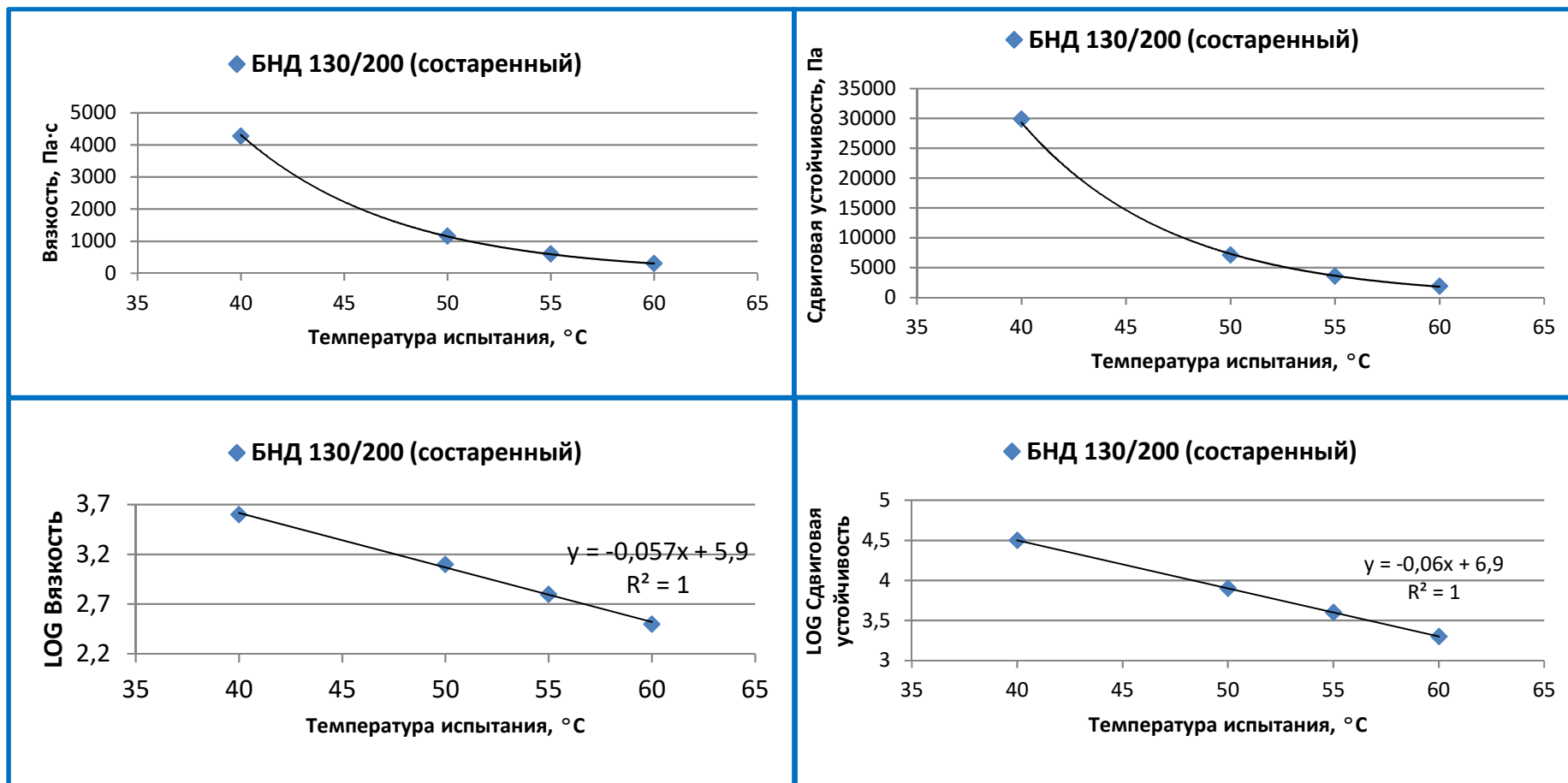
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 130/200 (исходный)



Температура испытания, °C	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
40	1488,4	10147	3,17	4,01
50	374,7	2223	2,57	3,37
55	184,2	1128	2,26	3,05
60	96,1	625	1,98	2,80



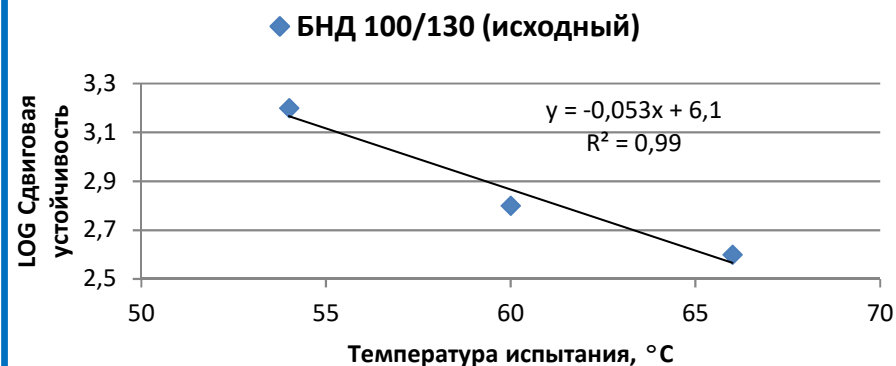
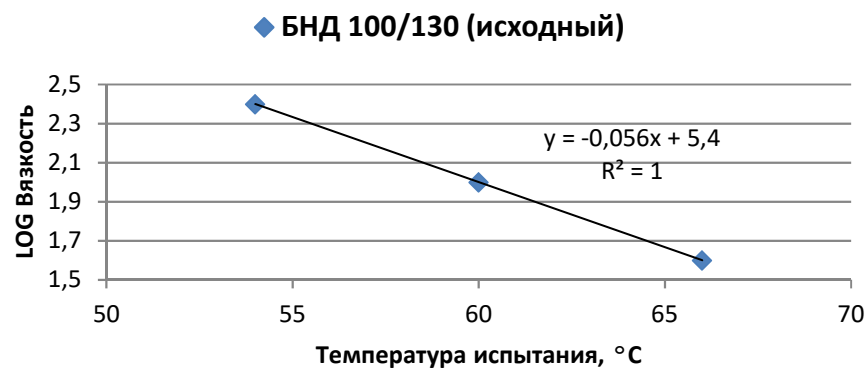
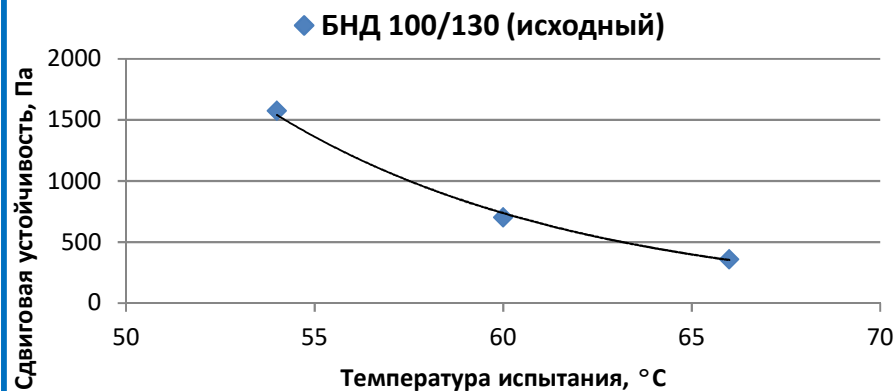
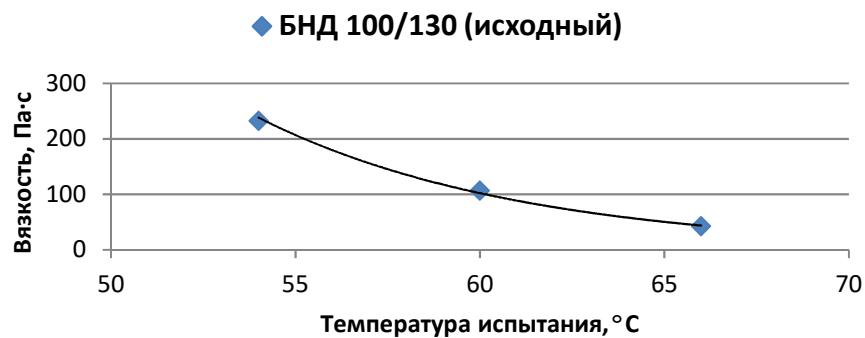
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 130/200 (состаренный)



Температура испытания, °C	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
40	4278	29870	3,63	4,47
50	1160	7140	3,06	3,85
55	603	3580	2,78	3,55
60	302	1890	2,48	3,28



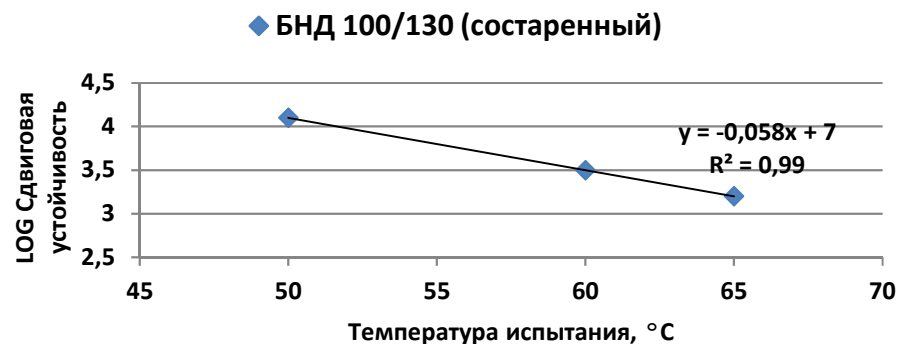
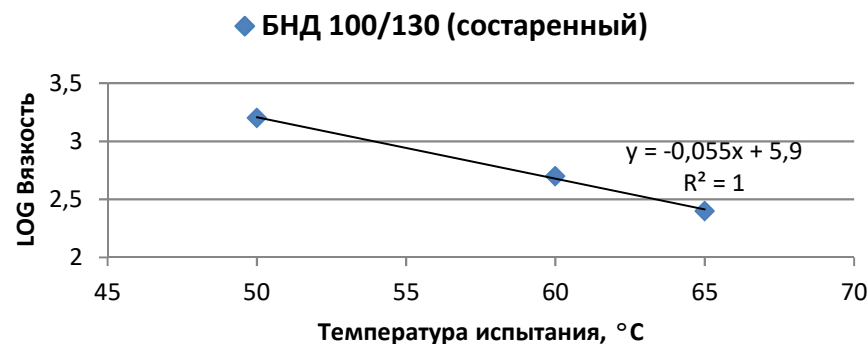
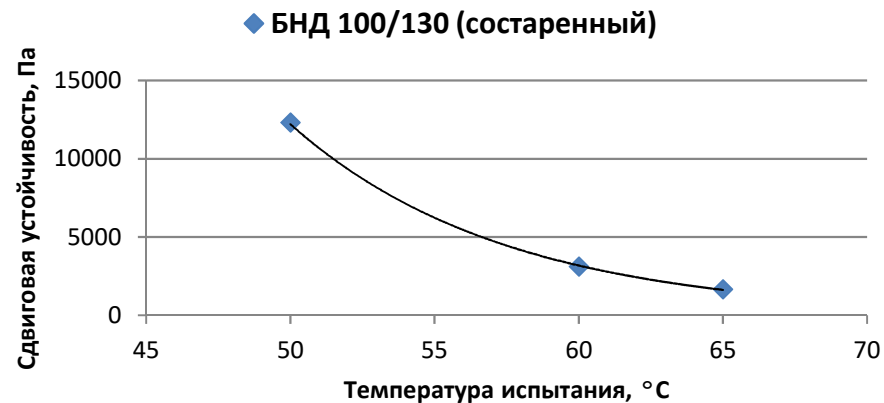
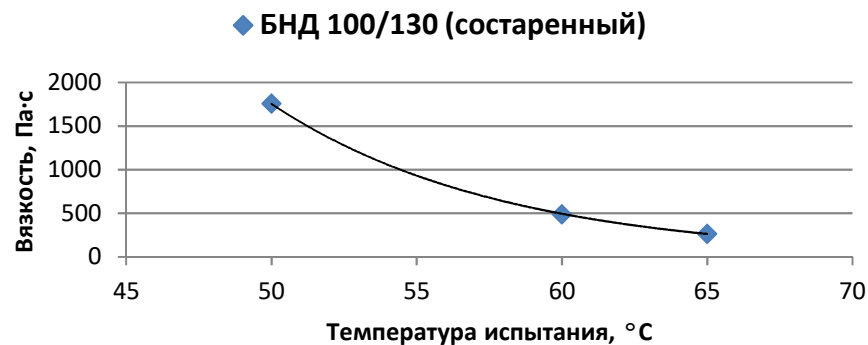
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 100/130 (исходный)



Температура испытания, °C	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
54	232	1578	2,37	3,19
60	107	704	2,03	2,85
66	50	362	1,70	2,56



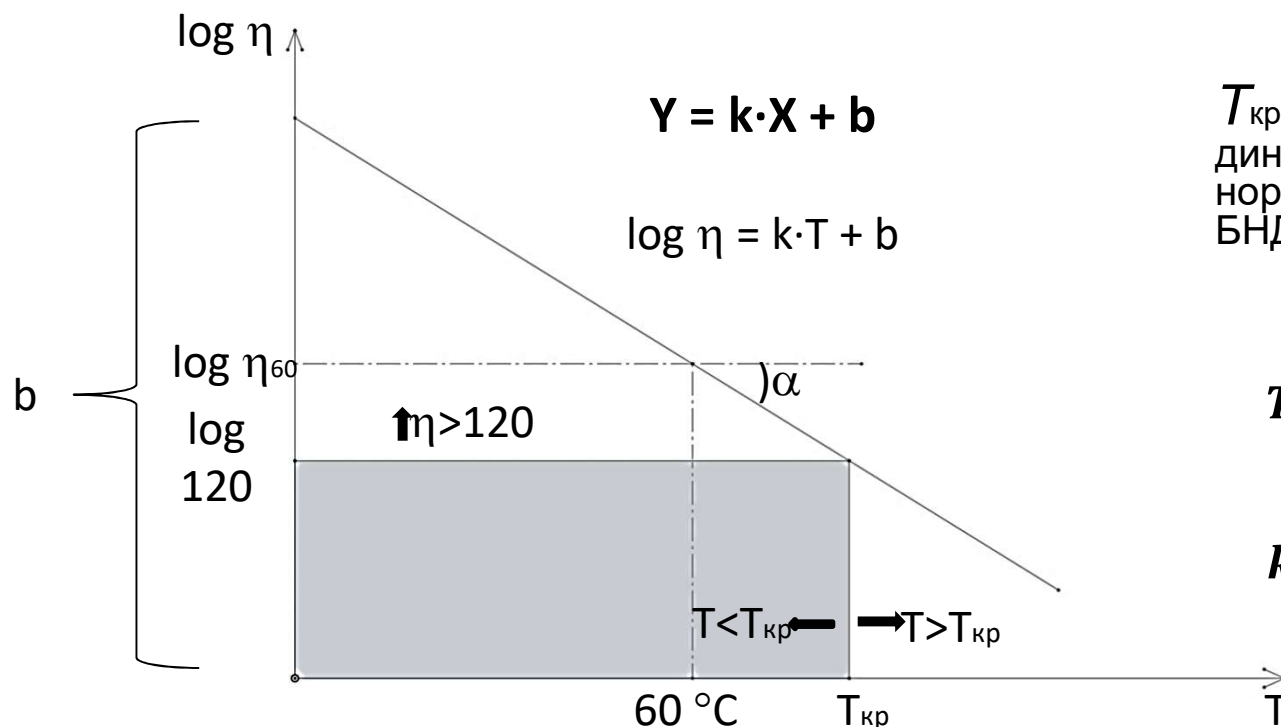
Зависимость динамической вязкости и сдвиговой устойчивости от температуры БНД 100/130 (состаренный)



Температура испытания, °C	Динамическая вязкость, Па·с	Сдвиговая устойчивость, Па	Log «Динамическая вязкость»	Log «Сдвиговая устойчивость»
50	1559	12300	3,25	4,09
60	490	3110	2,69	3,49
65	263	1650	2,42	3,22



Расчет критической температуры



$T_{кр}$ - температура, при которой динамическая вязкость равна норме 120 Па·с (БНД 50/70 и БНД 70/100)

$$T_{кр} = \frac{\log 120 - b}{k}$$

$$k = \operatorname{tg} \alpha$$

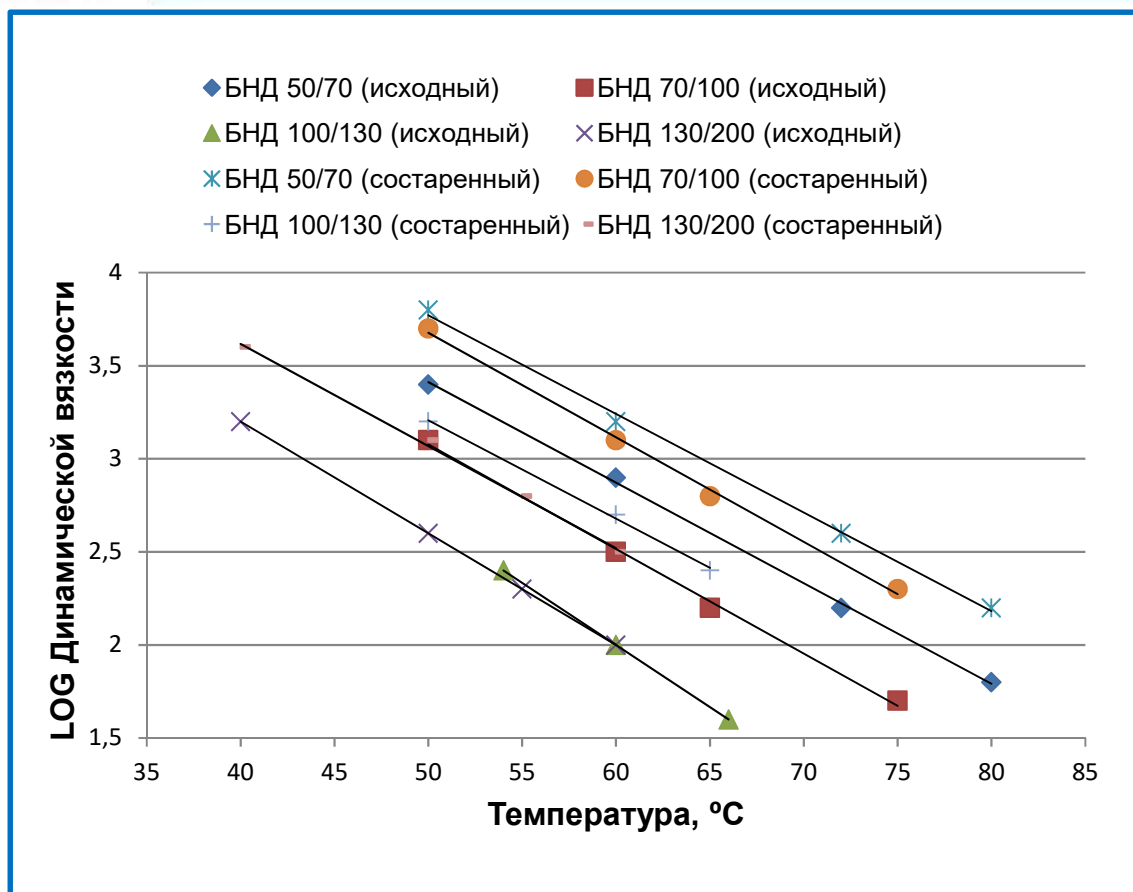
- Коэффициент наклона прямой (k), в зависимости от марки битума
- Динамическая вязкость при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$

При заданном значении k и значении динамической вязкости при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, однозначно определяется значение параметра b .

При известных значениях коэффициентов k и b возможен расчет динамической вязкости исходя из значения температуры испытания и наоборот



Зависимость динамической вязкости от температуры



$$\log \eta = k \cdot T + b$$

где k - коэффициент наклона прямой логарифма динамической вязкости от температуры,
 T - температура испытания, °C

Значение коэффициента наклона прямой логарифма динамической вязкости от температуры (k)

Марка битума	БНД 50/70	БНД 70/100	БНД 100/130	БНД 130/200
Исходный	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06
Состаренный	-0,05	-0,05	-0,05	-0,06

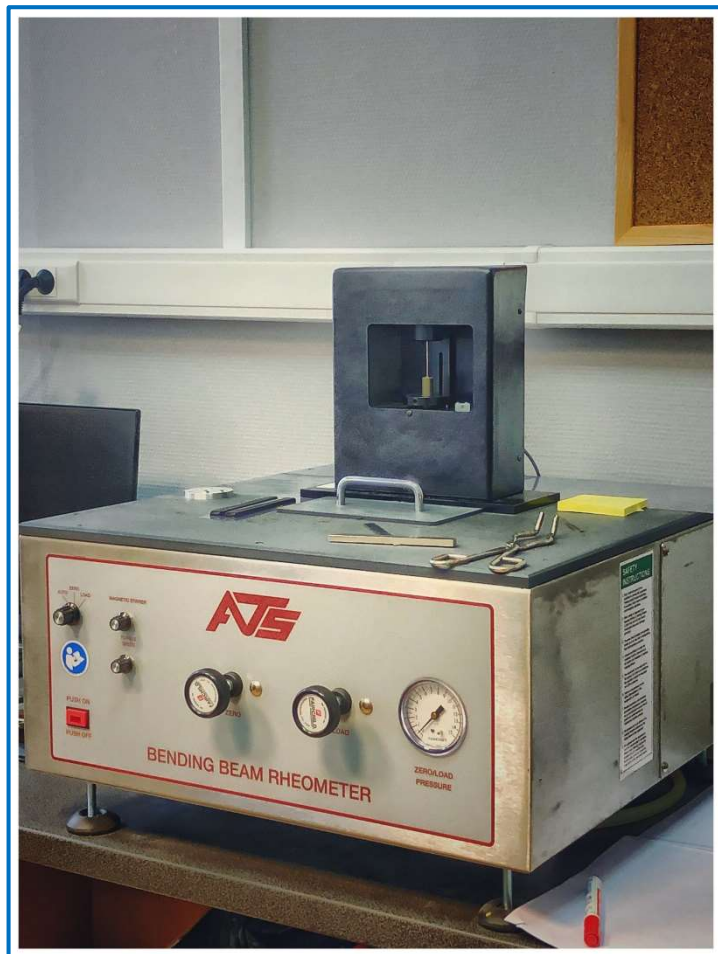


Критические температуры определяемые с применением показателей «Сдвиговой устойчивости» и «Динамической вязкости»

Марка битума	По результатам Динамической вязкости при 60 °С		По результатам Сдвиговой устойчивости ($G^*/\sin\delta$)	
	Критическая температура	Предельная температура эксплуатации	Критическая температура	Предельная температура эксплуатации
БНД 50/70 (исходный)	75,7	75,7	74,3	74,3
БНД 50/70 (состаренный)	75,8		74,7	
БНД 70/100 (исходный)	69,3	69,3	68,0	68,0
БНД 70/100 (состаренный)	72,4		71,7	
БНД 100/130 (исходный)	57,7	57,7	57,4	57,4
БНД 100/130 (состаренный)	64,0		62,7	
БНД 130/200 (исходный)	56,3	56,3	56,0	56,0
БНД 130/200 (состаренный)	58,9		58,8	

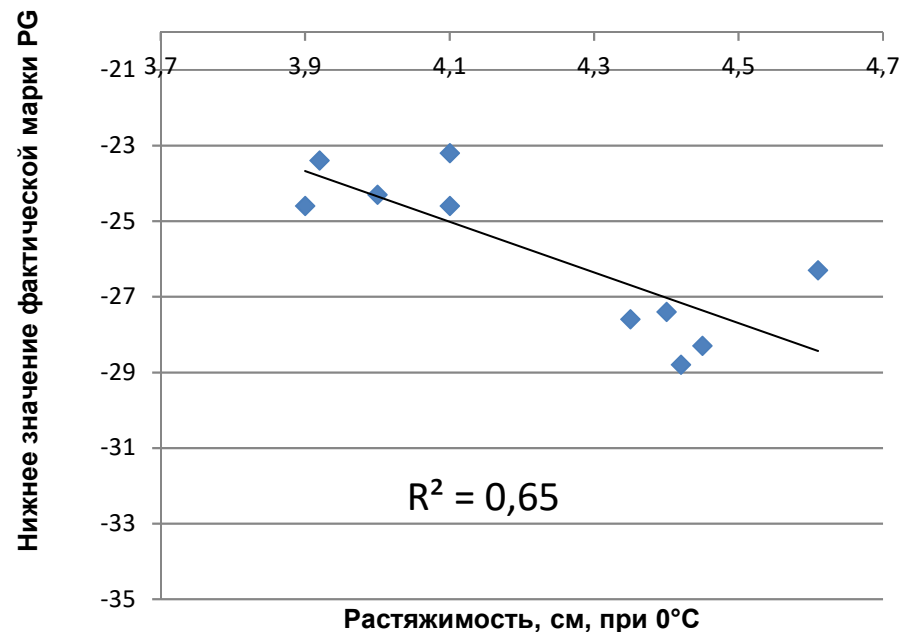
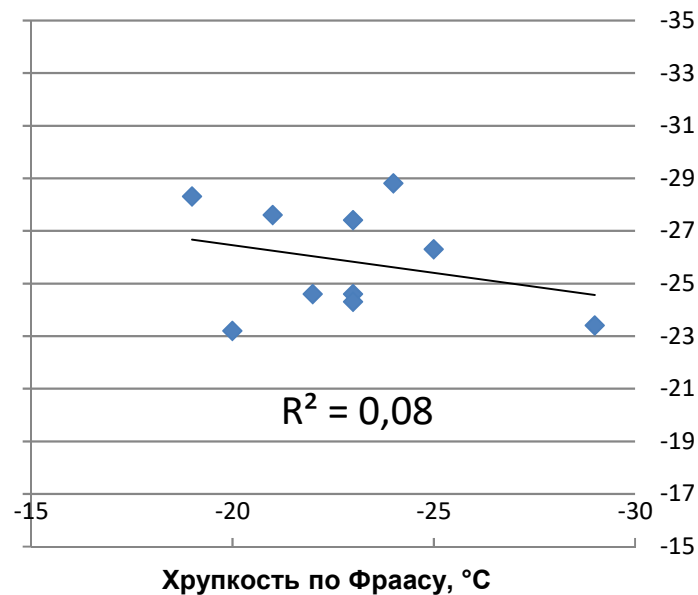


Исследования низкотемпературных свойств нефтяных битумов





Сравнение хрупкости по Фраасу, растяжимости при 0 °С и низкотемпературной устойчивостью



Показатели	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 70/100
Критическая температура низкотемп. устойчив. Жесткость (S) = 300 МПа	-32,9	-31,7	-32,3	-31,3	-32,5	-31,6	-32,5	-34,2	-32,1	-32,5
Критическая температура низкотемп. устойчив. Параметр (m) = 0,300	-28,3	-27,6	-28,8	-27,4	-23,4	-24,6	-24,6	-26,3	-24,3	-23,2
PG _{min}	-28,3	-27,6	-28,8	-27,4	-23,4	-24,6	-24,6	-26,3	-24,3	-23,2
Температура хрупкости по Фраасу	-19	-21	-24	-23	-29	-23	-22	-25	-23	-20
Растяжимость при 0°С (скорость растяжения 1 см/мин)	4,45	4,35	4,42	4,4	3,92	3,9	4,1	4,61	4,0	4,1
Усилие при 0°С (скорость растяжения 1 см/мин)	97,5	95,6	92,9	92,8	99,7	96,7	82,9	69,24	95	91,47



Влияние скорости растяжения битумов

Скорость при 0°C	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70	БНД 50/70
Исходный битум										
5 см/мин	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.
1 см/мин	4,2	4,4	3,9	3,8	4,3	4,5	3,8	3,9	3,5	4,0
Состаренный битум (RTFOT)										
1 см/мин	3,1	3,2	2,9	3,2	Хр.р.	3,2	Хр.р.	2,9	2,8	Хр.р.
Состаренный битум (PAV)										
Критич. t	-27	-27	-23	-24	-26	-25	-24	-25	-25	-26
Скорость при 0°C	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100	БНД 70/100
Исходный битум										
5 см/мин	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.	Хр.р.
1 см/мин	4,1	4,4	5,6	5,1	4,5	4,9	5,6	5,2	5,0	4,5
Состаренный битум (RTFOT)										
1 см/мин	3,0	3,2	3,6	Хр.р.	Хр.р.	3,6	3,4	3,3	3,5	3,4
Состаренный битум (PAV)										
Критич. t	-23	-25	-25	-26	-26	-28	-29	-29	-29	2629

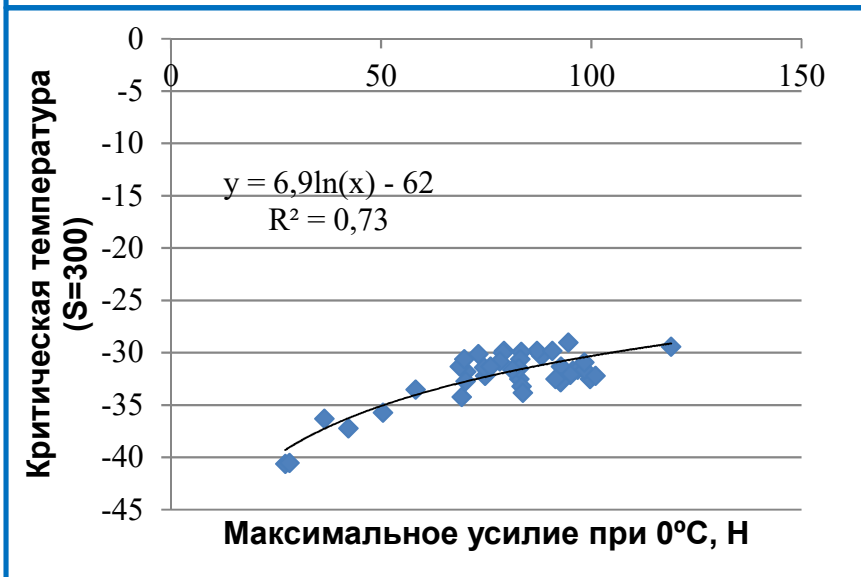
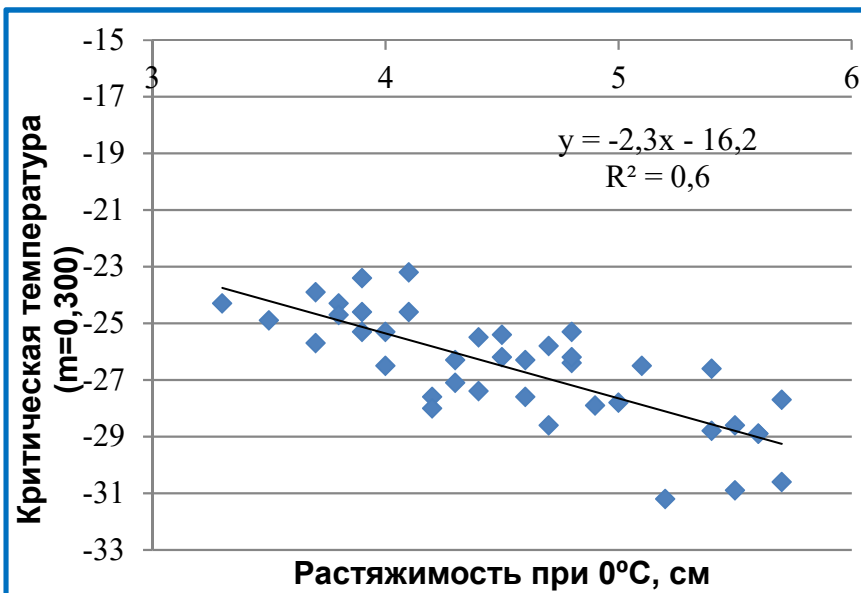


Исследование влияния скорости растяжения

Марка битума	Нормированная скорость растяжения, см/мин	Фактическая скорость растяжения битума, см/мин	Погрешность измерения, %	Фактическое время испытания битума, мин
БНД 130/200	5	5,17	3,4	1,08
БНД 130/200	1	1,04	4	7,12
БНД 130/200	0,1	0,125	25	103,23
БНД 100/130	5	4,99	0,2	0,92
БНД 100/130	1	1,01	1	6,53
БНД 100/130	0,1	0,124	24	74,4
БНД 70/100	5	5,17	3,4	0,68
БНД 70/100	1	1,01	1	4,36
БНД 70/100	0,1	0,124	24	58,06
БНД 50/70	5	5,19	3,8	0,21
БНД 50/70	1	1,01	1	4,16
БНД 50/70	0,1	0,124	24	54,03



Исследование низкотемпературных свойств нефтяных битумов



№ пробы	Низкотемпературная устойчивость						Критическая температура	
	Жесткость (S)	Ползучесть (m)	Жесткость (S)	Ползучесть (m)	Жесткость (S)	Ползучесть (m)		
	при t = -12°C		при t = -18°C		при t = -24°C			
1	80,95	0,325	181,7	0,298	-	-	-31,7	-27,6
2	81,13	0,333	189,3	0,296	-	-	-31,3	-27,4
3	94,73	0,305	182,6	0,284	-	-	-32,5	-23,4
5	98,17	0,312	196,9	0,284	-	-	-31,6	-24,6
6	88,63	0,314	177,9	0,282	-	-	-32,5	-24,6
9	88,115	0,314	183	0,277	-	-	-32,1	-24,3
10	88,3	0,311	170,4	0,276	-	-	-33,2	-23,9
16	112,9	0,328	229,4	0,289	-	-	-30,3	-26,3
17	110	0,322	238,7	0,283	-	-	-29,8	-25,4
21	106	0,35	233,9	0,298	-	-	-29,9	-27,8
23	110,3	0,329	239,3	0,289	-	-	-29,8	-26,4
24	103,2	0,328	218,1	0,284	-	-	-30,6	-25,8
26	88,5	0,322	181	0,282	-	-	-32,2	-25,3
28	83,7	0,309	160	0,286	-	-	-33,8	-24,3
32	118	0,315	251,5	0,282	-	-	-29,4	-24,7
33	82,3	0,322	169,4	0,286	-	-	-32,8	-25,7
36	87,2	0,316	188,1	0,287	-	-	-31,6	-25,3
37	86	0,311	179,9	0,288	-	-	-32,2	-24,9
38	94,4	0,324	206,4	0,292	-	-	-30,9	-26,5
4	-	-	106	0,315	237,54	0,284	-35,7	-30,9
7	92,36	0,307	180,9	0,271	-	-	-32,5	-23,2
8	85,12	0,325	158,4	0,29	-	-	-34,2	-26,3
11	-	-	116	0,308	215,4	0,293	-37,2	-31,2
13	111,8	0,324	238,3	0,283	-	-	-29,8	-25,5
14	104,7	0,335	227,8	0,289	-	-	-30,1	-26,6
15	112,4	0,35	235,4	0,284	-	-	-30,0	-26,5
18	-	-	215,3	0,307	435,1	0,262	-30,8	-28,9
19	-	-	203,3	0,306	405,8	0,268	-31,4	-28,9
20	-	-	191,2	0,304	388,5	0,264	-31,8	-28,6
22	104,4	0,342	206,6	0,298	-	-	-31,3	-27,7
25	-	-	154,2	0,305	318,1	0,265	-33,5	-28,8
27	113,7	0,333	260,4	0,286	-	-	-29,0	-26,2
31	82,3	0,33	170,4	0,295	-	-	-32,7	-27,1
34	84,9	0,339	188,4	0,297	-	-	-31,5	-27,6
35	78,1	0,349	181,7	0,299	-	-	-31,6	-27,9
39	105	0,333	207,1	0,286	-	-	-31,3	-26,2
40	92,2	0,331	210,1	0,292	-	-	-30,6	-25,3
34	-	-	105,4	0,31	224,7	0,287	-36,3	-30,6
35	-	-	71,3	0,302	141,3	0,283	-40,6	-28,6
36	-	-	65,9	0,3	136,2	0,283	-40,5	-28,0



Коэффициент старения (Кст)



Необходимо нормировать Коэффициент старения ($K_{ст}$)!!!
Предлагаемый диапазон от 1,5 до 3,5



Минимальные требования к дополнительным показателям

Наименование показателя	Значения показателей для марок				Метод испытаний
	БНД 130/200	БНД 100/130	БНД 70/100	БНД 50/70	
Исходный битум					
Динамическая вязкость при температуре 60°C при скорости сдвига 1,5 с ⁻¹ , Па·с, не менее	50	70	100	190	ГОСТ 33137
Растяжимость при температуре 0°C при скорости растяжения 1 см/мин, см, не менее	Не нормируется, определение обязательно				ГОСТ 33138
Максимальное усилие при растяжении при температуре 0°C при скорости растяжения 1 см/мин, Н, не более	Не нормируется, определение обязательно				ГОСТ 33138
Состаренный битум по ГОСТ 33140 (метод RTFOT)					
Динамическая вязкость при температуре 60°C при скорости сдвига 1,5 с ⁻¹ после старения, Па·с, не менее	110	150	220	410	ГОСТ 33140 ГОСТ 33137
Коэффициент изменения динамической вязкости после старения (K _n), не более	3,5				Приложение А

Допустимые максимальные расчетные температуры конструктивного слоя дорожной одежды

Марка битума	БНД 130/200			БНД 100/130			БНД 70/100			БНД 50/70		
	Л	Н	Т	Л	Н	Т	Л	Н	Т	Л	Н	Т
Максимальная расчетная температура слоя, °С, не выше	52	44	39	54	47	42	58	52	47	64	58	54



Методика определения допустимой максимальной расчетной температуры эксплуатации битума по ГОСТ 33133 в зависимости от фактических значений динамической вязкости

- 1 Исходные данные
БНД 50/70: дин. вязкость исх.- 468 Па·с, дин. вязкость сост.- 1192 Па·с
- 2 Выбирают стандартное значение динамической вязкости при максимальной расчетной температуре в соответствии с таблицей Б.1. Для марки исходного битума БНД 50/70 -120 Па·с
- 3 Определяют коэффициент b . Для марки БНД 50/70 для этого используют формулу (3).
Определяют на калькуляторе десятичный логарифм 468, он равен 2,670. Далее выполняют вычисления: $b=2,670 - ((-0,05) \times 60) = 5,670$
- 4 Определяют фактическую температуру, при которой динамическая вязкость исходного битума соответствует 120 Па·с. Для марки битума БНД 50/70 используют формулу (5). Десятичный логарифм динамической вязкости 120 Па·с, определенный по таблице Б.1, равен 2,079. Находят значение критической температуры исходного битума:
 $T_{кр} = (2,079 - 5,670) / (-0,05) = 71,8 \text{ } ^\circ\text{C}$
- 5 Проводят расчеты и для состаренного битума (аналогичным образом)
- 6 Допустимой максимальной расчетной температурой эксплуатации данного битума является наименьшая из полученных температур
- 7 Проводят корректировку с учетом прогнозируемых условий движения в соответствии с таблицей Б.2



Оценка воспроизводимости методов



Определение динамической вязкости и сдвиговой устойчивости:

БНД 50/70 - при 60°C, 66°C и 72°C

БНД 70/100 – при 54°C, 60°C, 66°C

БНД 100/130 и БНД 130/200 – при 48°C, 54°C, 60°C



Определение растяжимости и усилий при растяжении со скоростью 1 см/мин при 0°C и значений m и S при температурах:

БНД 50/70 при минус 6°C, минус 12°C

БНД 70/100 и БНД 100/130 при минус 12°C, минус 18°C

БНД 130/200 при минус 18°C, минус 24°C



Возможные перспективные требования к нефтяным дорожным битумам по ГОСТ 33133

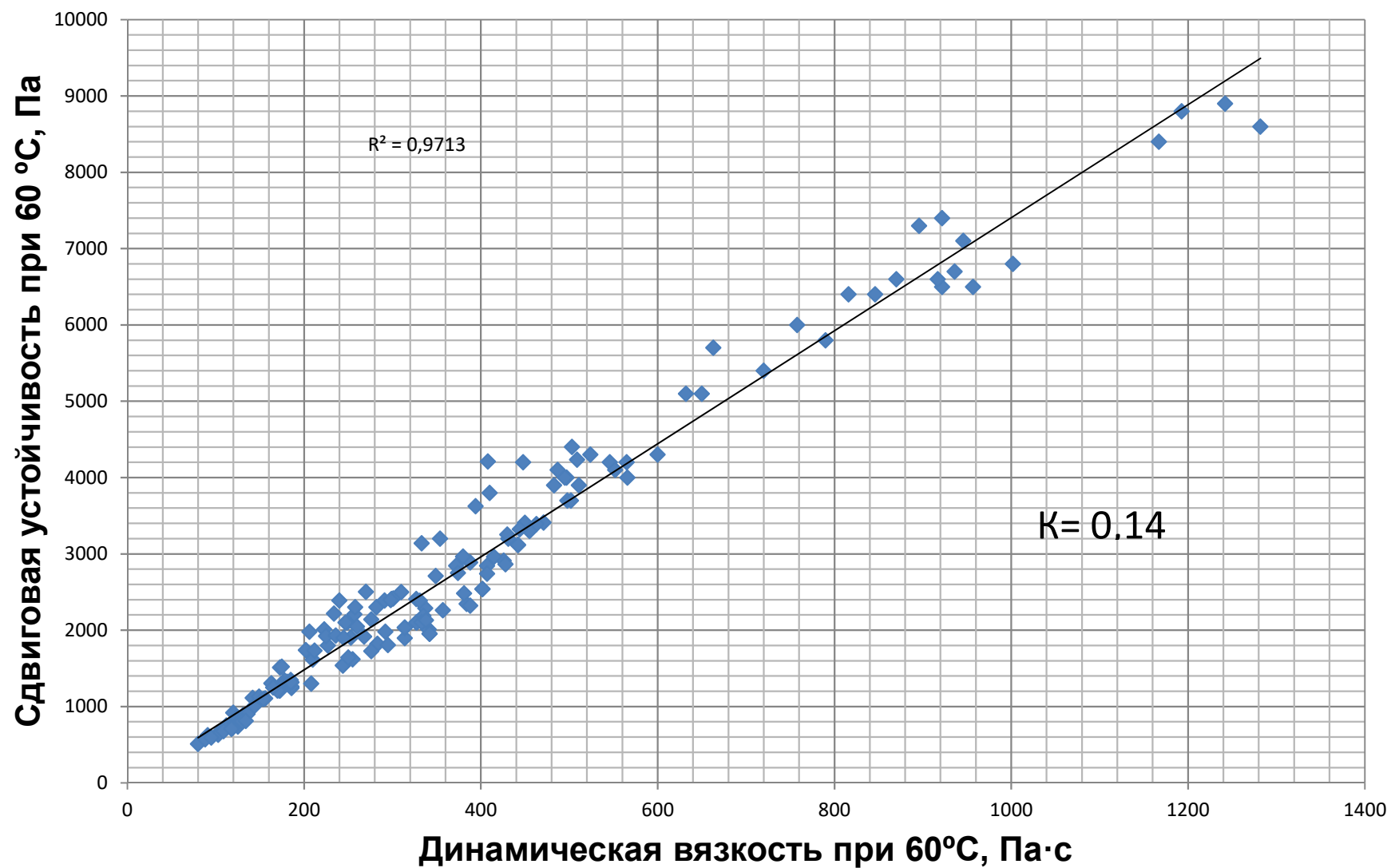
Классификация по показателям динамической вязкости

Основные показатели:

- Динамическая вязкость при 60°C
- Динамическая вязкость при 60°C после старения
- Растяжимость при 0°C
- Максимальное усилие при растяжении при 0°C
- Температура вспышки
- Потеря массы образца, после старения
- Коэффициент старения



Взаимосвязь динамической вязкости со сдвиговой устойчивостью



Спасибо за внимание!



ANO_NII_TSK



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

www.niitsk.ru

