

**МИНИСТЕРСТВО ПО ИНВЕСТИЦИЯМ И РАЗВИТИЮ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

АО «Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт»

**Опыт применения инновационных битумных
материалов в Республике Казахстан**

**Телтаев Багдат Бурханбайулы
президент, д.т.н., профессор**

г. Санкт-Петербург, 2-3 апреля 2015



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН



Площадь - 2 724 900 кв.км
(9 место в мире)

Общая протяженность автодорог - 130 000 км

Автодороги общего пользования - 96 700 км

Автодороги с асфальтобетонным покрытием - 21 200 км

Население - 17,0 млн. чел

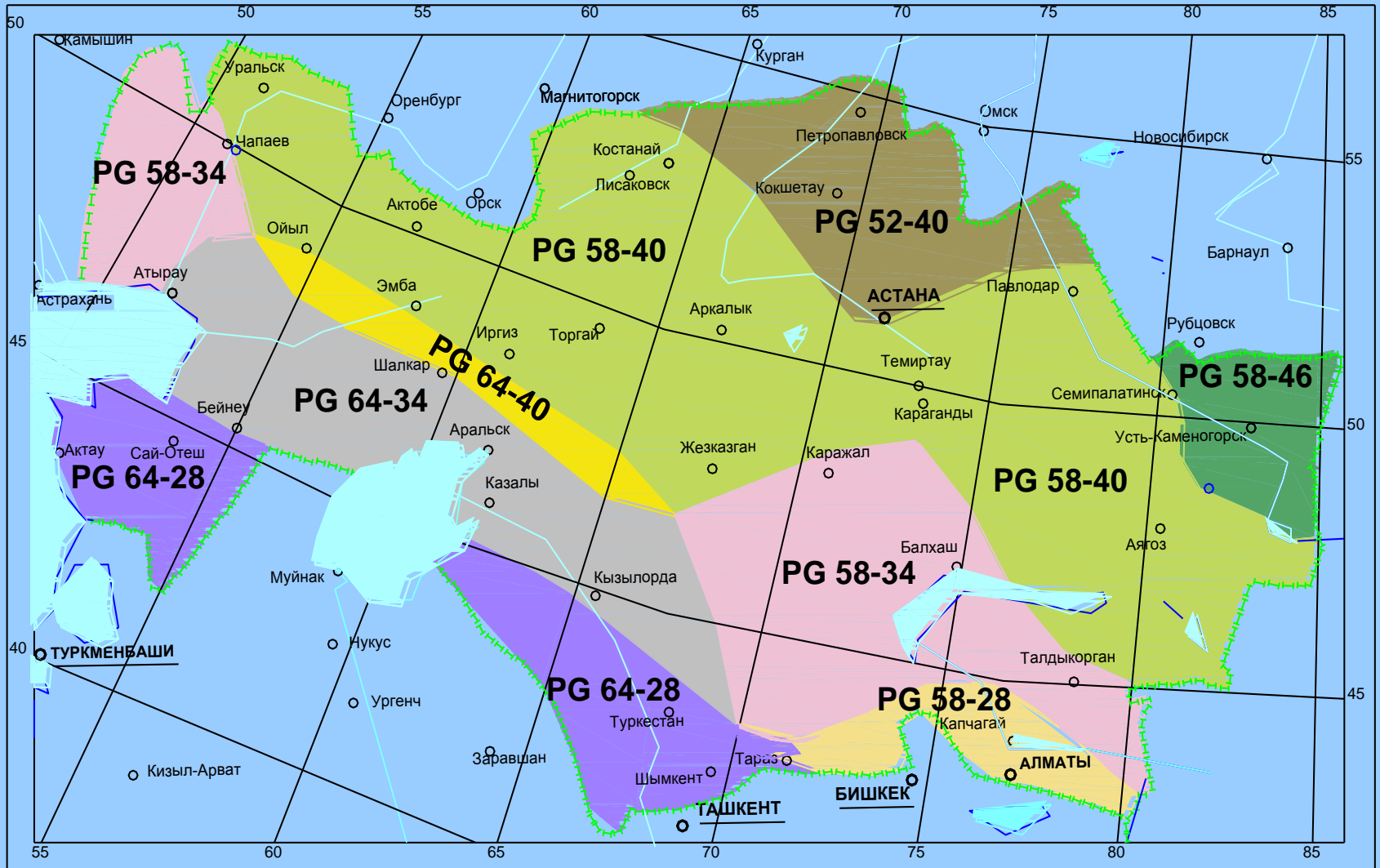
Климат - резко-континентальный

Температура воздуха:

летом на юге + 50 °С

зимой на северо-востоке - 52 °С

Районирование по эксплуатационным температурам асфальтобетонных покрытий



Модификаторы битумов и асфальтобетонов, исследованные в лаборатории АО «КаздорНИИ»

- полимеры на основе стирол-бутадиен-стирола (СБС) – Kraton D (США), TPS (Япония), Calprene (Испания), Butonal (Германия)
- Elvaloy® RET (США)
- Bit-Amid (Италия),
- Вископласт (Германия), Superplast (Италия), PR Plast –S, PR FLEX (Франция)
- Модификаторы на основе резиновой крошки - КМА (Россия), Унирем (Россия), Тес-Road (Австрия), SAS CR (Казахстан)



РЕЗУЛЬТАТЫ СТАНДАРТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Наименование показателей	БНД 90/130	ПБВ с полимерами на основе СБС						ПБВ с полимерами разной природы		
		ПБВ 60			ПБВ 40			ПБВЭ 1,4 % Elvaloy	ПБВ 60 3 % Bitamid	РБВ 10 % Sas
		4 % Kraton	3% Butonal	3 % Calprene	5 % Kraton	12 % TPS	5 % Calprene			
Пенетрация при температуре: 25 °С 0 °С	100 34	60 32	64 33	73 27	48 28	42 25	54 28	82 30	62 29	58 24
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	44	68	70	60	75	77	77	63	82	56
Растяжимость, см, при температуре: 25 °С 0 °С	>150 5,5	28 12	65 19	63 7,7	24 8	48 22	57 5,3	63 6,9	55 6,0	12 6,4
Температура хрупкости по Фраасу, °С	-23	-23	-31	-25	-22	-29	-25	-25	-26	-24,6
Эластичность, %, при температуре: 25 °С 0 °С	- -	85 77	85 72	87 70	90 80	88 75	6790 80	67	- -	30
Интервал пластичности	67	91	101	85	97	106	102	88	108	80,6

РЕЗУЛЬТАТЫ СТАНДАРТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Вид вяжущего	Водонасы-щение, %	Предел прочности при сжатию, МПа, при температуре			Предел прочности при расколе, при 0 °С, МПа	Сцепление при сдвиге при 50 °С, МПа	Водостой-кость при длительном водонасы-щении
		20 °С R ₂₀	50 °С R ₅₀	0 °С R ₀			
БНД 90/130	3,8	3,0	1,3	6,5	4,0	0,36	0,77
ПБВЭ 60 (1,4 % Элвалоя)	2,6	3,5	2,2	5,9	4,0	0,46	0,80
ПБВ 60 (3 % Butonal NS)	3,5	4,0	2,4	6,0	4,2	0,45	0,90
TPS -12 % от массы битума	3,1	4,0	2,2	5,8	4,1	0,45	0,83
ПБВ 60 (3 % Bit-Amid)	3,0	5,3	2,5	8,0	4,4	0,50	0,79
РБВ 60	2,7	3,5	2,2	6,4	4,3	0,42	0,85
Требования СТ РК 1225 к типу Б, I м	1,5-4,0	Не менее 2,5	Не менее 1,3	Не более 13	4,0-6,5	Не менее 0,38	Не менее 0,75
Требования СТ РК 1223 к полимер-асфальтобетону тип Б	1,5-3,0	—	Не менее 1,8	Не более 9,0	4,0-6,5	Не менее 0,38	Не менее 0,8

Путем модификации битума и асфальтобетона можно достичь улучшения эксплуатационных качеств асфальтобетонных покрытий:

- понизить водонасыщение в среднем на **10-20 %**
- увеличить предел прочности при сжатии при 20 °С на **25-30 %**, при 50 °С на **40-45 %**
- увеличить коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении на **10-15 %**
- увеличить предел прочности при расколе в среднем в **1,2 раза**



Исследование эксплуатационных свойств битумов с применением технических условий Суперпейв и Хроматографии



RTFO

(Кратковременное старение)

ASTM D 2872-2008



PAV

(Длительное старение)

ASTM D 6521-2008



BBR

(Низкотемпературная
трещиностойкость)

ASTM D 6648-2008



DSR

(Высокотемпературная
Колееустойчивость)

AASHTO T 315-2008



Групповой состав

Результаты позволили:

- ✓ приблизить условия испытаний к реальным условиям при работе в дорожных покрытиях;
- ✓ районировать территорию Казахстана по температурам асфальтобетонных покрытий;
- ✓ осуществлять подбор битумных вяжущих в соответствии с климатическими условиями.

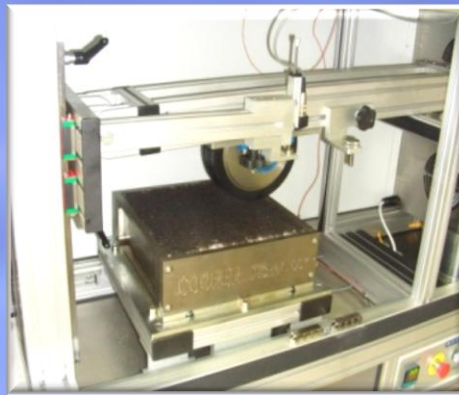
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАРКИ PG

Наименование битума	Марка
БНД 100/130 ПНХЗ + Элвалой 4170 (1,4 %)	PG 70-40 (-44 °С)
БНД 100/130 ПНХЗ + Бутонал NS 198 (3 %)	PG 64-46 (< -46 °С)
БНД 130/200 ПНХЗ + Kraton	PG 64-34
БНД 130/200 ПНХЗ + Kraton + ПФК - 0,02%	PG 70-40
БНД 130/200 ПНХЗ + Элвалой 4170	PG 58-46
БНД 130/200 ПНХЗ + Элвалой (4170) + ПФК-0,02 %	PG 58-46
БНД 130/200 ПНХЗ + Calprene 501	PG 58-40
БНД 130/200 ПНХЗ + Calprene 501 + ПФК - 0,02 %	PG 70-46
БНД 130/200 ПНХЗ + ПФК -1,0 %	PG 64-34
Без полимерных добавок	
БНД 70/100 «ПНХЗ»	PG 64-28
БНД 100/130 ПНХЗ	PG 58-34
БНД 130/200 ПНХЗ	PG 52-40
БНД 50/70 ТОО «СП Caspi bitum»	PG 64-28
БНД 70/100«Газпромнефть Казахстан»	PG 58-28

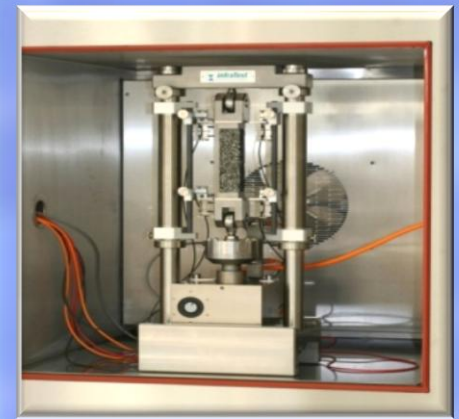
ИССЛЕДОВАНИЕ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И ПРИБОРОВ



**Исследования
на усталость
EN 12697-24**



**Оценка устойчивости
к колееобразованию
EN 12697-22**



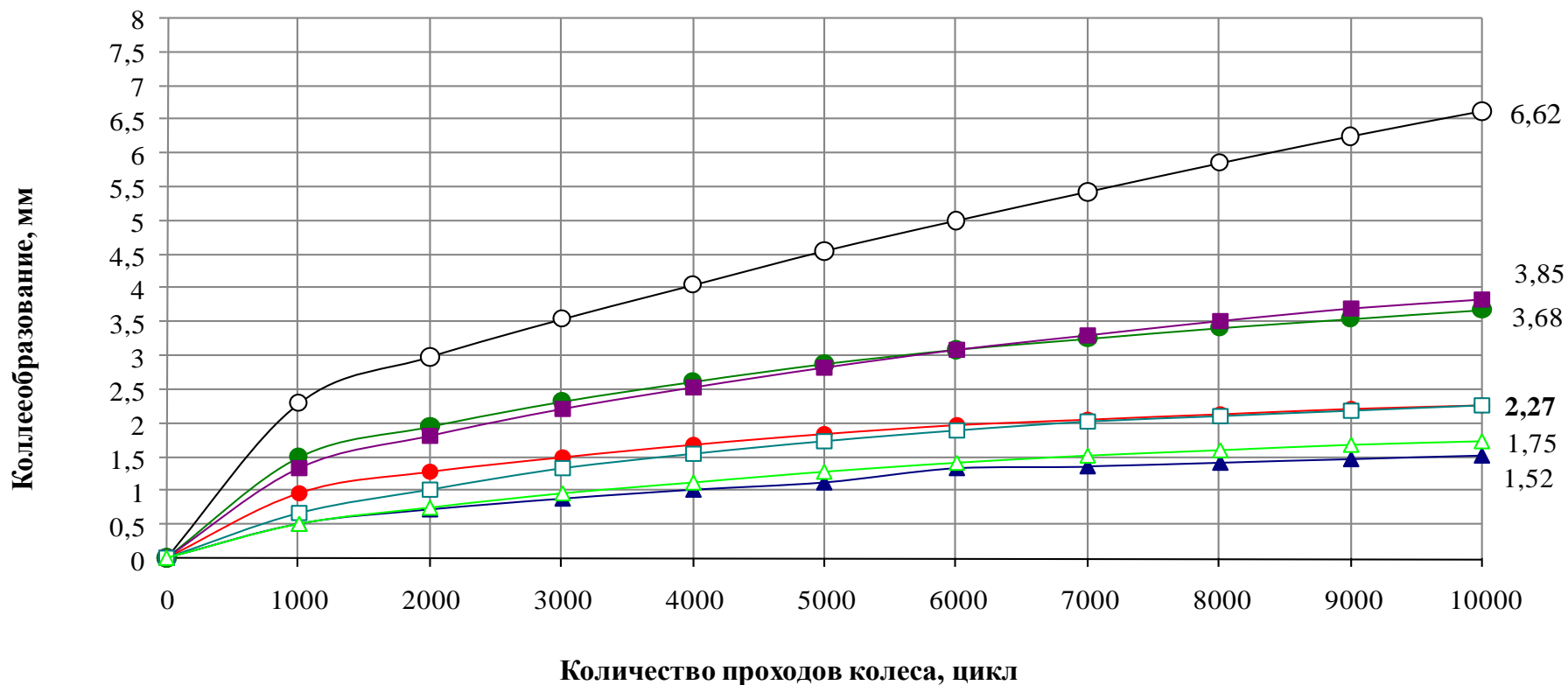
**Исследование
прочности
и деформативности
EN 12697-46**

Результаты наблюдений позволяют:

- ✓ подбирать рациональные составы асфальтобетонных смесей для региональных климатических условий;
- ✓ сравнить показатели усталостной устойчивости, устойчивости к колее- и низкотемпературному трещинообразованию;
- ✓ рекомендовать пути повышения устойчивости и долговечности асфальтобетонных покрытий.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЮ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПЛОТНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ И ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Зависимость колеобразования от количества прохода (циклов) колеса



○ БНД 100-130

▲ БНД 100-130 + Elvaloy 1,4 %

● БНД 100-130 + Butonal NS 198-3,0 %

△ БНД 100-130 + PR Plast -0,8 %

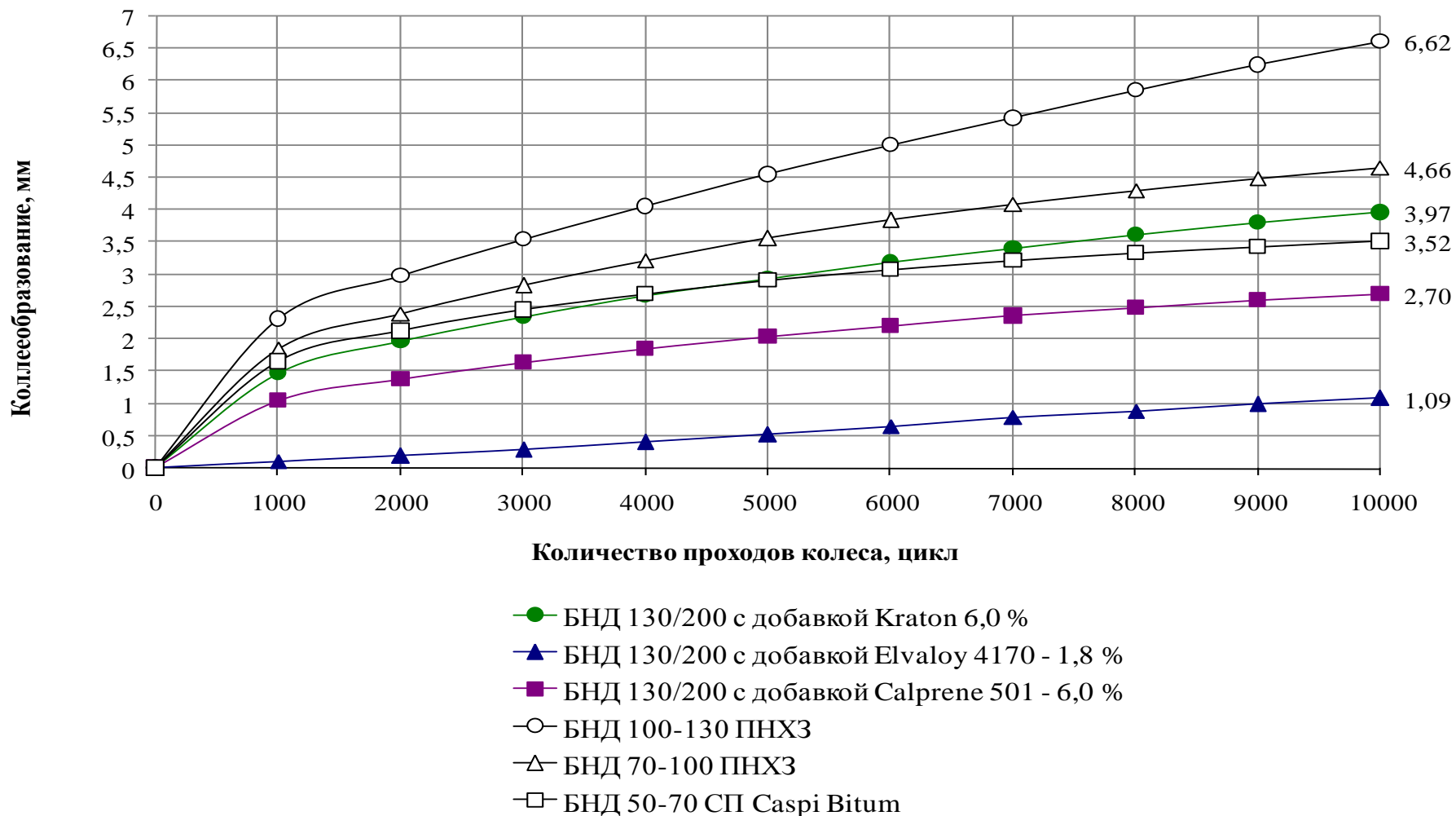
● БНД 100-130 + Kraton 4 %

■ БНД 100-130 + Calprene 4,5 %

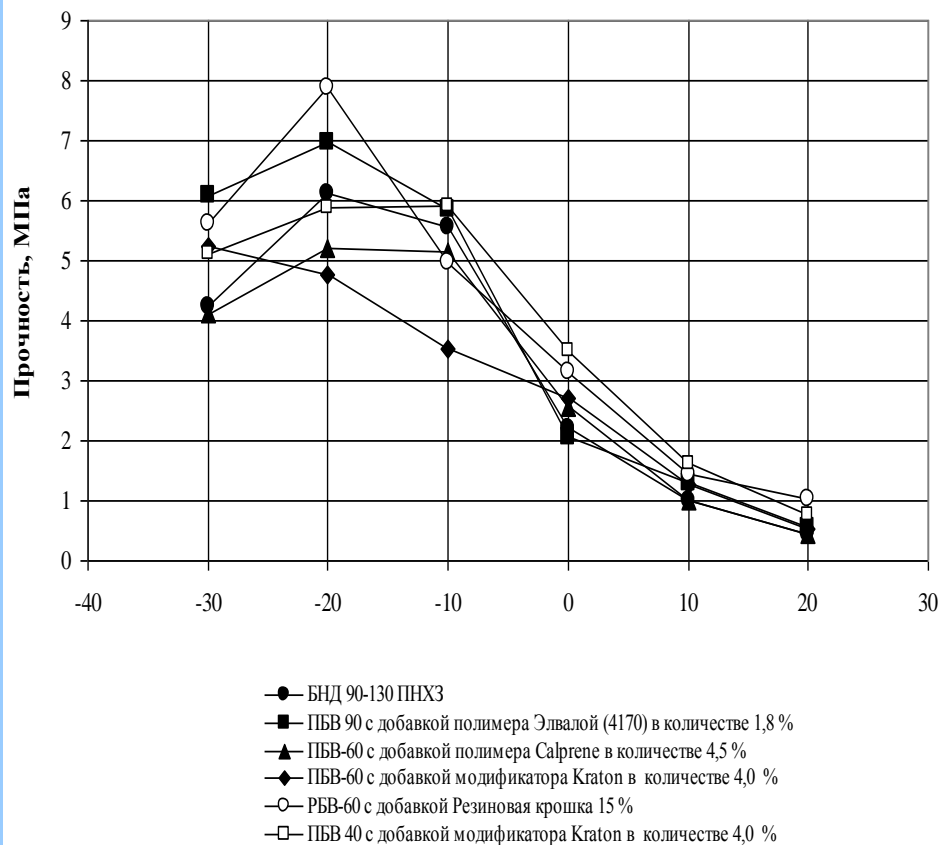
□ БНД 100-130 + PR Flex -0,5 %

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЮ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ ПЛОТНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ И ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНОВ

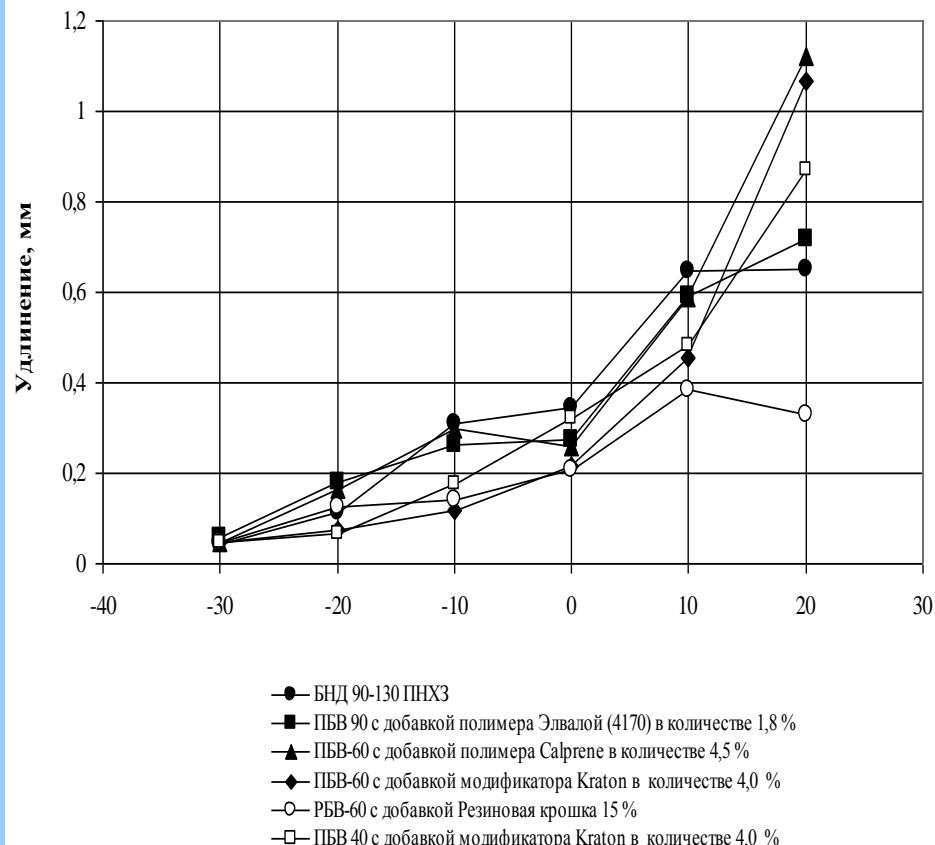
Зависимость колееобразования от количества прохода (циклов) колеса



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ И ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОНОВ



Прочность при растяжении асфальтобетона и полимерасфальтобетона



Деформация при растяжении асфальтобетона и полимерасфальтобетона

Зависимость прочности от температуры имеет сложный характер. Прочность от 20 °C до -20 °C (за исключением полимерасфальтобетона ПБВ-60 с полимером Kraton) увеличивается, с дальнейшим понижением температуры происходит некоторое уменьшение прочности.

Асфальтобетон тип Б с применением вяжущего	$T_{кр}, ^\circ C$	$\sigma_{кр}, MPa$
битум БНД 70/100 ПНХЗ	- 27,2	3,71
битум БНД 100/130 ПНХЗ	-31,6	3,23
битум БНД 100/130 ПНХЗ + Elvaloy 4170 - 1,4 % (ПБВЭ 60)	-32,9	4,0
битум БНД 100/130 ПНХЗ + Butanal NS198 -3 % (ПБВ 60)	-30,6	3,5
битум БНД 100/130 ПНХЗ + PR Plast - 0,8%	-30,4	4,75
битум БНД 100/130 ПНХЗ + PR Flex - 0,5%	-30,7	5,24
битум БНД 100/130 + Kraton - 4,0 % (ПБВ 60)	-29,7	4,66
битум БНД 130/200 ПНХЗ + Calprene 6,0 % (ПБВ 90)	-34,5	4,93
битум БНД 130/200 ПНХЗ с добавкой Elvaloy 1,8 % (ПБВ90)	-31,2	5,16
битум БНД 130/200 ПНХЗ + Kraton – 6,0 % (ПБВ 90)	-31,0	4,18
битум БНД 130/200 ПНХЗ + Calprene -5,5 % + ПФК-0,02% (ПБВ 90)	-36,1	5,08
битум БНД 130/200 ПНХЗ + Elvaloy -1,6 % + ПФК- 0,02% (ПБВЭ 90)	-36,5	5,44
битум БНД 130/200 ПНХЗ + Kraton - 5,5 %+ ПФК-0,02% (ПБВ 90)	-33,8	5,24

Применение полимерасфальтобетона и полимер-щебеночно-мастичного асфальтобетона

2008 – 2014 гг. Построено около 50 опытных участков



- В различных климатических условиях (г.Алматы, г.Астана, Акмолинская обл., Павлодарская обл., Кустанайская обл.)
- Различные типы асфальтобетона (тип Б, ЩМА-20, ЩМА-10)

Апробированные полимеры:

- Элвалой, Кратон, Бутонал (США)
- Вископласт (Германия)
- TPS, TPS F (Япония)
- Superplast, Bit-Amid (Италия)
- КМА (Россия), Тес-Road (Австрия), SAS CR (Казахстан)

В 2012 году уложен опытно-экспериментальный участок с использованием ПБВЭ 60 на трассе Астана – Павлодар и Павлодар – Караганда.

2012 г, опытный участок г. Астана введение BUTONAL NS 198 в ЩМАС (на Кургальджинской трассе).

В 2013 г устроен опытный участок с применением Forta® в г. Алматы на ул. Толеби и в 2014 г. в июле - устройство опытного участка на а/д «гр. РФ- Уральск-Актобе» ПК 310+00 - ПК313+00.

В г. Астане в 2014 г выпущено около 20 тыс. т ЩМАС 20 с применением BUTONAL NS 198 для верхнего слоя покрытия городских улиц.

Производственные установки по приготовлению модифицированного вяжущего



Установка для приготовления полимерно-битумного вяжущего с использованием полимера Элвалой (ПБВЭ) на производственной базе АО «КазБитумСервис» (г. Павлодар)



Установка «Модифаст»
ТОО «ДС Нойбург, г. Астана



Установка для приготовления резино-битумного вяжущего (РБВ),
ТОО «ПО «Карстройиндустрия»
г. Караганда



На основе выполненных научно-исследовательских работ и мониторинга опытных участков разработаны следующие нормативные документы:

- СТ РК 1223-2013 Смеси полимерасфальтобетонные дорожные, аэродромные и полимерасфальтобетон. Технические условия.
- СТ РК 2373-2013 Смеси щебеночно-мастичные полимерасфальтобетонные дорожные, аэродромные и щебеночно-мастичный полимерасфальтобетон. Технические условия.
- Р РК 218-80-2010 Рекомендации по применению полимера Элвалой для модификации битума и асфальтобетона.
- Р РК 218-84-2010 Рекомендации по применению полимера TPS для модификации асфальтобетона.
- Р РК 218-92-2011 Рекомендации по применению модификатора SAS CR в дорожном строительстве
- Р РК 218-93-2011 Рекомендации по применению модификатора Бутонал NS в дорожном строительстве
- Р РК 218-96-2013 Районирование территории Казахстана по расчетным температурам асфальтобетонных покрытий

Заключение

- На асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог с высокой интенсивностью и транспортными нагрузками для повышения эксплуатационных характеристик необходимо применять модифицированные битумы и полимерасфальтобетоны.
- Подбор составов полимерно-битумных вяжущих рекомендуется осуществлять по Р РК 218-96-2013 «Районирование территории Казахстана по расчетным температурам асфальтобетонных покрытий» в зависимости от региона строительства
- В АО «КаздорНИИ» исследован ряд модификаторов битумов и асфальтобетонов: полимеры на основе стирол-бутадиен-стирола (Kraton D, TPS, Calprene, Butonal), Elvaloy® RET; Bit-Amid; Вископласт, Superplast, PR Plast –S, PR FLEX; модификаторы на основе резиновой крошки - КМА, Унирем, Tec-Road , SAS CR, а также армирующая добавка FORTA.
- По результатам лабораторных исследований и опытному применению на сегодняшний день в рабочие проекты реконструкции коридора Центр-Восток «Астана-Павлодар - Калбатау –Усть-Каменогорск» в верхний слой асфальтобетонного покрытия подбираются составы полимер-ЩМА с модификаторами Бутонал и Элвалой, как полимеров прошедших опытно-экспериментальное внедрение.

- Модификаторы Calprene, Elvaloy, Butonal показали хорошие результаты по устойчивости к низким и высоким температурам, в 2015-2016 гг запланированы опытно-экспериментальные работы с их применением
- По вопросу применения модификаторов на основе резиновой крошки - КМА, Унирем, Тес-Road , SAS CR и др. необходимы дополнительные детальные исследования резино-битумных вяжущих по Техническим условиям Суперпейв согласно Р РК 218-96-2013, а также асфальтобетонов с их применением на устойчивость к низким температурам.

Благодарю за внимание!