

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОРОЖНОГО КОМПАУНДИРОВАННОГО БИТУМА ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Телтаев Багдат Бурханбайулы, bagdatbt@yahoo.com

Амирбаев Ерик Дихамбаевич, erik_neo@mail.ru

Бегалиева Сахипжамал Темирхановна, begalieva_58@mail.ru

Алижанов Димаш Алижанулы, dimash_a92@mail.ru

Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт,

г. Алматы, Казахстан

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на автомобильных дорогах высших технических категорий преимущественное распространение имеет асфальтобетонное покрытие, которое очень чувствительно к температуре. Температурная устойчивость битума или битумного вяжущего является определяющей в долговечности асфальтобетона.

Заводы Казахстана выпускают дорожные битумы только марок БНД 70/100 и БНД 100/130. В асфальтобетонных покрытиях, построенных в регионах республики с применением битумов этих марок, повсеместно имеют место низкотемпературные трещины и на отдельных участках с большегрузным движением в жаркий летний период наблюдаются необратимые пластические деформации – колея, волны, наплывы.

Чтобы улучшить эксплуатационные свойства (сопротивляемость к колееобразованию и к низкотемпературному трещинообразованию) асфальтобетонов, битумы модифицируют разными полимерами. Но, полимеры, как правило, повышают только высокотемпературную устойчивость (сопротивляемость к образованию пластических деформаций) асфальтобетонов. В то же время известно, что битумы менее вязкой консистенции (битумы марок БНД 130/200 и БНД 200/300) имеют сравнительно лучшие низкотемпературные характеристики.

Учитывая изложенное выше, в настоящей работе с целью получения битума с улучшенными низкотемпературными эксплуатационными характеристиками предлагается традиционно используемый в дорожном строительстве вязкий дорожный битум марки БНД 100/130 компаундировать (разжижать) гудроном.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью определения оптимального содержания гудрона в битуме для получения дорожного компаундированного битума более жидкой консистенции с более лучшими

низкотемпературными характеристиками были приняты битум марки БНД 100/130 и гудрон Павлодарского нефтехимического завода.

2.1. Битум

Основные стандартные характеристики битума марки БНД 100/130 представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные стандартные характеристики битума марки БНД 100/130 ПНХЗ

№ п/п	Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические результаты
	Глубина проникания иглы, 0,1мм при температуре 25 °С	СТ РК 1226	101-130	116
	при температуре 0°С		не менее 30	38
2.	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	СТ РК 1227	не ниже 43	45,0
3.	Растяжимость, см, при 25 °С	СТ РК 1374	не менее 90	115
	при 0 °С		4,0	5,6
4.	Температура хрупкости по Фраасу, °С	СТ РК 1229	не выше -22	-27,0
5.	Температура вспышки, °С	СТ РК 1804	не ниже 230	265
6.	Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	СТ РК 1224 СТ РК 1227	не более 7	6,0
7.	Динамическая вязкость при 60 °С, П·с	СТ РК 1211	не ниже 120	138
8.	Кинематическая вязкость при 135 °С	СТ РК 1210	не ниже 180	332
9.	Устойчивость к старению после прогрева при температуре 163 °С:	СТ РК 1224	не более 0,8	0,2
	изменение массы, %		не менее 50	
	глубина проникания иглы, %, от исходной	СТ РК 1226		65
	- растяжимость, см, при температуре 25 °С	СТ РК 1374	не менее 80	43
	- коэффициент возрастания динамической вязкости при 60 °С	СТ РК 1211	не более 2,5	2,5

2.2 Гудрон

Основные стандартные характеристики гудрона представлены в таблице 2.

Таблица 2. Основные стандартные характеристики гудрона ПНХЗ

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	НД на методы испытаний	Норма по НД		Фактические результаты
				Марка А	Марка Б	
1	Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при 80 °С, не менее	с	СТ РК 1683	20	82	
2	Плотность при 20±2 °С	кг/м ³	СТ РК 2114	От 940 до 1050	956	
3	Температура вспышки, не ниже	°С	СТ РК 1804	200	280	
4	Содержание воды, не более	%	СТ РК 1375	0,1	-	

2.3. Компаундирование

Для приготовления компаундированного битума использовался битум марки БНД 100/130 и от 5 до 30 % гудрона путем подбора. Для компаундирования битума в лабораторных условиях использовалась лабораторная мешалка (скорость вращения равна 450-500 об/мин), создающая небольшую воронку, и контейнер с подогревом (рисунок 1).

Проба битума нагревалась до температуры 120 °С в мешалке, затем вводился гудрон в количестве 5, 10, 15, 20, 25, 27 и 30% от массы битума и перемешивали в течение 30-40 минут.

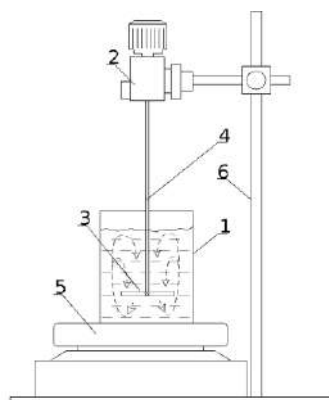


Рисунок 1 - Лабораторная мешалка с подогревом: 1 - металлическая емкость;

2 - электродвигатель; 3 - винт;

4 - шкив; 5 - нагревательная плитка; 6 - штатив.

2.4 Реометр с изгибаемой балкой

Низкотемпературные характеристики (жесткость и скорость релаксации) битума определялись на реометре с изгибаемой балкой (BBR) (рисунок 2) при температурах -24 °С, -30 °С и -36 °С. Перед испытанием образцы компаундированного битума были подвергнуты к двойному (кратковременному - RTFOT и длительному - PAV) старению.



Рисунок 2- Реометр с изгибающейся балкой (BBR)

Жесткость битума $S(t)$ в момент времени t рассчитывается по формуле:

$$S(t) = \frac{PL^3}{4bh^3\delta(t)} \quad (1)$$

где: $S(t)$ - жесткость в момент времени t (с), МПа;

$\delta(t)$ - максимальный прогиб балочки в момент времени t , мм;

L - длина пролета балочки (расстояние между опорами), мм;

h - высота балочки, мм;

b - ширина балочки, мм;

P - приложенная нагрузка, Н.

Скорость релаксации битума $m(t)$ в момент времени t вычисляется по выражению:

$$m(t) = [d(\log S(t))]/[d(\log t)]. \quad (2)$$

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Значения жесткости и скорости релаксации компаундированных битумов при разных содержаниях гудрона и при разных температурах предоставлены на рисунках 3 и 4. Из рисунка 3 видно, что при содержании гудрона 20% и более жесткость битумов остаются неизменными при всех рассматриваемых температурах. Скорость релаксации существенно снижается при содержаниях гудрона 27% и 30%. При этом значения скорости релаксации выше, чем допустимое значение ($m=0,3$).

Таким образом, по результатам исследования жесткости и скорости релаксации компаундированных битумов при низких температурах установлено, что оптимальное содержание гудрона в битуме находится в пределах 15-20%.

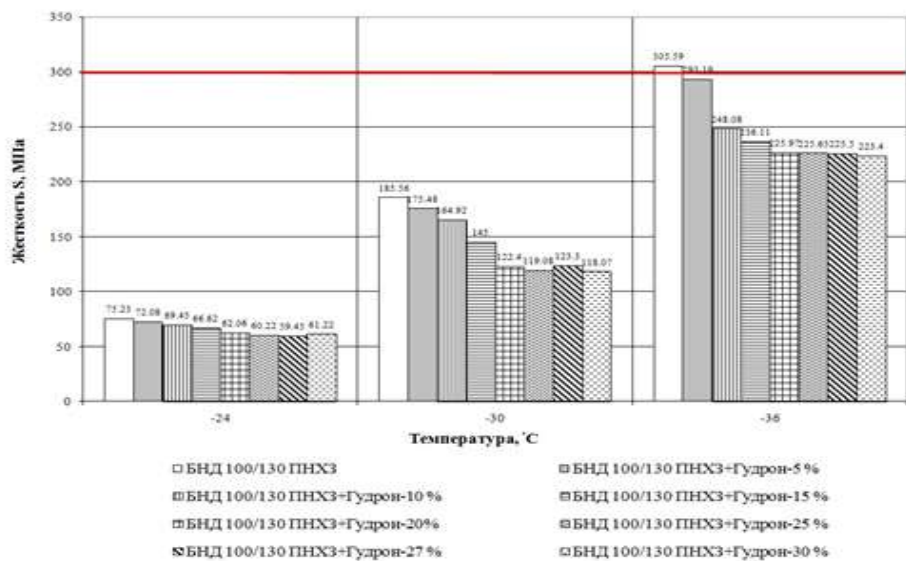


Рисунок 3. Жесткость битумов при разных содержаниях гудрона и при разных температурах

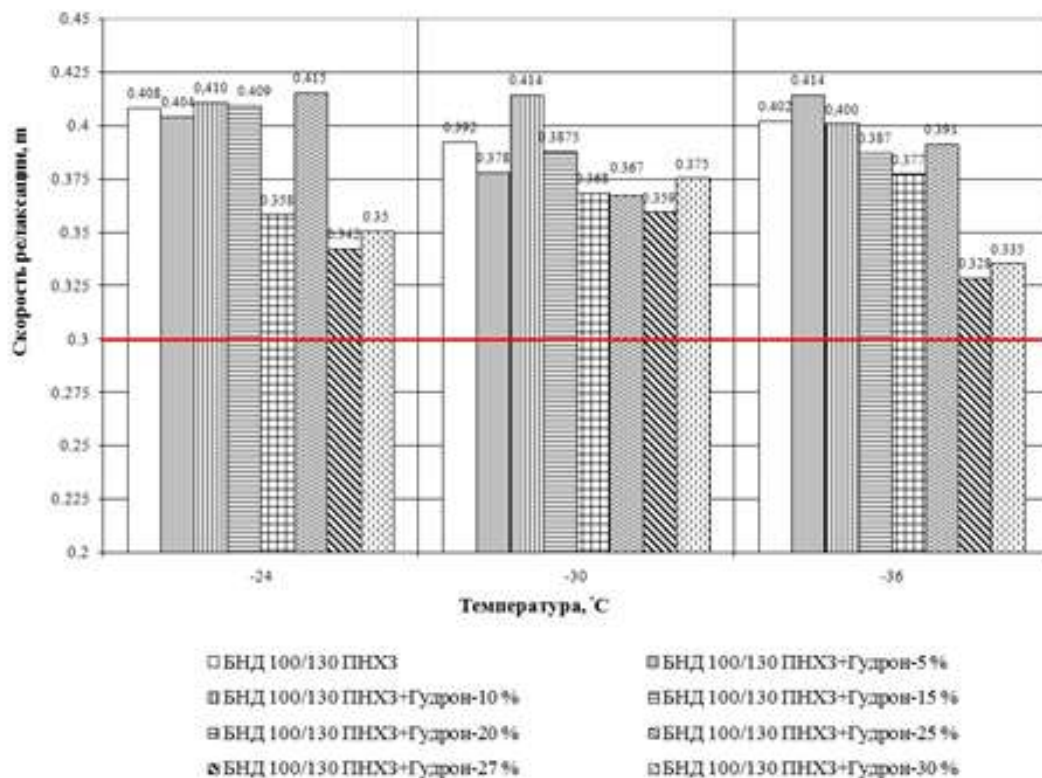


Рисунок 4. Скорость релаксации битумов при разных содержаниях гудрона и при разных температурах

Работа выполнена по гранту IRN AP 08857446 от Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан. Договор № 230 от 12 ноября 2020 года.

NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

U. JOLDASBEKOV INSTITUTE ON MECHANICS AND ENGINEERING



SIJS 2021 Future Mechanics

2nd INTERNATIONAL JOLDASBEKOV
SYMPOSIUM, KAZAKHSTAN

«FUTURE MECHANICS»
SECOND INTERNATIONAL JOLDASBEKOV SYMPOSIUM

REPORTS DIGEST

1 - 5 MARCH, 2021

ALMATY, KAZAKHSTAN

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҰЛТТЫҚ ИНЖЕНЕРЛІК АКАДЕМИЯСЫ
АКАДЕМИК Ө.А. ЖОЛДАСБЕКОВ АТЫНДАҒЫ МЕХАНИКА ЖӘНЕ МАШИНАТАНУ
ИНСТИТУТЫ**

**НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ ИМЕНИ АКАДЕМИКА
У.А.ДЖОЛДАСБЕКОВА**

**NATIONAL ENGINEERING ACADEMY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
U. JOLDASBEKOV INSTITUTE OF MECHANICS AND ENGINEERING**



«БОЛАШАҚ МЕХАНИКАСЫ» атты

Екінші Халықаралық Жолдасбеков Симпозиумының

БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

1-5 наурыз 2021 жыл, Алматы

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

Второго Международного Джолдасбековского Симпозиума

«МЕХАНИКА БУДУЩЕГО»

1-5 марта 2021 года, Алматы

REPORTS DIGEST

Second International Joldasbekov Symposium

«FUTURE MECHANICS»

1-5 March 2021, Almaty

*Посвящается 90-летию со дня рождения основателя
казахстанской школы теории механизмов и машин,
академика Джолдасбекова Умирбека Арислановича*

Сборник докладов Второго Международного Джолдасбековского Симпозиума «Механика Будущего», 1-5 марта 2021 года: Электронный. –Алматы, 2021. – 374 с.

ISBN 978-601-08-0953-6

ОРГАНИЗАТОРЫ СИМПОЗИУМА:

НАЦИОНАЛЬНАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ АКАДЕМИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ И МАШИНОВЕДЕНИЯ ИМЕНИ АКАДЕМИКА
У.А.ДЖОЛДАСБЕКОВА
КОМИТЕТА НАУКИ МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СИМПОЗИУМА:

Бакытжан ЖУМАГУЛОВ

ПОЧЕТНЫЙ ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

Иосиф ВУЛЬФСОН

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ:

Зам. пред.: Тулешов А.К., Казахстан	Кальменов Т.Ш. (Казахстан)
Зам. пред.: Темирбеков Н.М., Казахстан	Калтаев А.Ж. (Казахстан)
Абдраимов Э.С. (Кыргызстан)	Хомченко В.Г. (Россия)
Ахмедов Д.Ш. (Казахстан)	Кошекков К.Т. (Казахстан)
Алексеева Л.А. (Казахстан)	Кыдырбекулы А.Б. (Казахстан)
Альгин В.Б. (Белоруссия)	Мацевитый Ю.М. (Украина)
Алшанов Р.А. (Казахстан)	Молдабеков М.М. (Казахстан)
Амиргалиев Е.Н. (Казахстан)	Надиров Н.К. (Казахстан)
Байгунчечков Ж.Ж. (Казахстан)	Ожикенов К.А. (Казахстан)
Бисембаев К. (Казахстан)	Отелбаев М. (Казахстан)
Чеккарели Марко (Италия)	Пановко Г.Я. (Россия)
Досмухамбетов Т.М. (Казахстан)	Поддубко С.Н. (Белоруссия)
Джамалов Н.К. (Казахстан)	Ракишева З.Б. (Казахстан)
Джомартов А.А. (Казахстан)	Садыбеков М.А. (Казахстан)
Джуматаев М.С. (Кыргызстан)	Сейдахмет А.Ж. (Казахстан)
Джураев А.Д. (Узбекистан)	Смелягин А.И. (Россия)
Глазунов В.А. (Россия)	Тельтаев Б.Б. (Казахстан)
Гуськов А.М. (Россия)	Темирбеков Е.С. (Казахстан)
Halicioglu R. (Турция)	Уалиев Г.У. (Казахстан)
Ибраев С.М. (Казахстан)	Waldemar Wojcik (Польша)
Искаков Ж. (Казахстан)	Евсюков С.А. (Россия)
Иванов К.С. (Казахстан)	Жантаев Ж.Ш. (Казахстан)
Jacek Cieslik, (Польша)	Жаппасбаев У.К. (Казахстан)
Калимолдаев М.Н. (Казахстан)	Джомартов А.Ч. (Казахстан)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ:

Тулешов А.К. (председатель)	Абдураимов А.
Темирбеков Н.М. (сопредседатель)	Куатова М.Ж., председатель СМУ
Джомартов А.А. (зам. председателя)	Каимов С.Т.
Имангалиев Е. (зам. председателя)	Нурлаев Ж.
Хабиев А. (ответственный секретарь)	Ибраева А.С.
Айдарбекова Ж.Б.	