

## Опыт применения полимера Honeywell Titan 7686 для получения вяжущего с высокими физико-механическими показателями

© В. Б. Балабанов, А. Р. Джураев

*Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Российская Федерация*

**Аннотация.** Одним из самых распространённых видов органических вяжущих, применяемых в составе асфальтобетонных смесей во всем мире, в том числе и в России, являются нефтяные дорожные битумы. Исследователями из разных стран доказано, что работоспособность и долговечность асфальтобетонных покрытий напрямую связаны с физико-механическими показателями битума. В последнее время, наряду с ранее выделенными видами дефектов асфальтобетонного покрытия, такими как гребенка, наплывы, трещины, выбоины и др. дополнительно стали выделять износ по полосе наката верхнего слоя покрытия вплоть до нижнего. Характер разрушения указывает на недостаточную когезионную прочность верхнего слоя асфальтобетонного покрытия в условиях высокоинтенсивного и грузонапряженного движения автомобилей. На автомобильных дорогах других стран наблюдается подобная ситуация, что обуславливает необходимость постоянного проведения работ по усовершенствованию нормативных требований к битуму и асфальтобетонным смесям, разработке новых видов дорожно-строительных материалов и методов их испытаний, которые будут максимально приближены к реальным условиям эксплуатации дорожных покрытий. В настоящее время в Иркутской области в качестве исходного сырья для приготовления асфальтобетонных смесей используется нефтяной дорожный битум марки БНД 100/130. В статье описан опыт применения полимера Honeywell Titan 7686 для модификации битума заданной марки.

**Ключевые слова:** полимер Honeywell Titan 7686, битумное вяжущее, модификация, испытание, показатели

## Experience in Honeywell Titan 7686 polymer usage to obtain bituminous binder with high physical and mechanical properties

© Vadim B. Balabanov, Alexander R. Dzhuraev

*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russian Federation*

**Abstract.** One of the most common types of organic binders used in the composition of asphalt-concrete mixtures throughout the world, including in Russia, is petroleum road bitumen. Researchers from different countries have proven that the performance and durability of asphalt concrete pavements are directly related to the physical and mechanical properties of bitumen. Recently, along with the previously identified types of defects in the asphalt concrete pavement, such as ridges, sags, cracks, potholes, etc., they additionally began to release wear along the coasting strip of the upper layer of the coating up to the lower one. The nature of the destruction indicates insufficient cohesive strength of the upper layer of the asphalt concrete pavement under conditions of high-intensity and heavy traffic of vehicles. A similar situation is observed on the roads of other countries, which necessitates constant work to improve the regulatory requirements for bitumen and asphalt concrete mixtures, the development of new types of road construction materials and methods for their testing, which will be as close as possible to the actual operating conditions of road surfaces. Currently, in the Irkutsk region, petroleum road bitumen of the 100/130 grade is used as a feedstock for the preparation of asphalt-concrete mixtures. The article describes the experience of using Honeywell Titan 7686 polymer to modify bitumen of a given grade.

**Keywords:** polymer Honeywell Titan 7686, bituminous binder, modification, testing, indicators

Интервал работоспособности битума характеризуется интервалом его пластического состояния, который складывается из температуры размягчения, температуры хрупкости, и соответственно, для его увеличения нужно понизить температуру застывания и повысить температуру размягчения дисперсионной среды. Этого возможно достичь следующими способами:

- смешением битума, содержащего много асфальтенов (переокисленного), с продуктами, содержащими, в свою очередь, много низкомолекулярных ароматических масел с невысокой вязкостью и низкой температурой застывания (гудроны, экстракты селективной очистки масел);
- окислением расплавленного битума воздухом. При этом молекулы углеводородов

«рвутся», к освободившимся химическим связям присоединяются молекулы кислорода. Однако практически всегда образуются «лишние» свободные связи, которые и «принимают» на себя озон, тем самым становясь центрами разрушения битума;

➤ окислением в присутствии хлорида железа или оксида фосфора. Эти катализаторы образуют комплексы с полярными веществами, сосредоточенными в смолах и асфальтенах. Эти комплексы имитируют асфальтены – плохо растворяются в битумах, создавая коллоидную структуру;

➤ введением в битумы модифицирующих добавок: наполнителей, пластификаторов, структурообразователей, синтетических полимеров и их смесей и др. Эти способы улучшения качества битумных вяжущих являются наиболее эффективными и перспективными. Материалы, которые модифицированы полимерами, приобретают такие свойства как эластичность, теплостойкость, гибкость на морозе, долговечность. Данный путь модификации битумов представляет наибольший интерес ввиду эффективности и многообразия вариантов для практической реализации [11]. Именно поэтому для повышения физико-механических свойств битума был выбран полимер Honeywell Titan 7686.

Honeywell Titan 7686 (НТ 7686, Нон 7686) – функциональный низкомолекулярный полиэтиленовый воск с оптимизацией, позволяющий эффективно модифицировать битум [10]. Выбранное битумное вяжущее (БНД 100/130) предоставлено АО «Ангарская нефтехимическая компания» и соответствует действующему в России нормативному стандарту – ГОСТ 33133-2014.

Полимер представляет собой однородный белый мелкий порошок и гранулы, без запаха. Плотность, заявленная изготовителем, –  $0,97...0,99 \text{ г/см}^3$ , температура плавления –  $137...139 \text{ }^\circ\text{C}$ <sup>1</sup>.

Применение модифицированного вяжущего позволяет:

➤ производить асфальтобетонные смеси с более низкой температурой приготовления и укладки;

➤ увеличить дальность перевозки ас-

фальтобетонной смеси;

➤ улучшить удобоукладываемость смеси;

➤ продлить строительный сезон;

➤ уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу при экономии энергоресурсов;

➤ снизить интенсивность старения базового битума;

➤ улучшить адгезию с применяемыми минеральными материалами [8–9].

Приготовление однородного (гомогенизированного) вяжущего с полимером в производственных условиях не требует сложных технологических процессов. Для приготовления вяжущего необходима битумная емкость, оснащенная механическим перемешивающим устройством. Температуру нагрева базового битума рекомендуется поддерживать в пределах  $150\text{--}160^\circ\text{C}$ . Продолжительность приготовления вяжущего составляет от 1 до 4 часов в зависимости от интенсивности перемешивания, объема партии и количества Нон 7686.

Рекомендуемое количество полимера – от 0,7 до 2,0 % по массе базового битума. Дозировка выбирается в зависимости от цели модификации для улучшения: КиШ, адгезии, уплотняемости и удобоукладываемости, или если необходимы свойства теплой смеси (чем более низкая температура производства и укладки смеси необходима, тем более высокая дозировка НТ 7686 может потребоваться).

Модифицированное вяжущее характеризуется устойчивостью к расслаиванию при хранении с сохранением его однородности без дополнительного перемешивания. Для использования вяжущего после длительного хранения достаточно подогреть до  $150\text{--}160^\circ\text{C}$  и обычного перемешивания, чтобы оно было снова готово к применению. Следует минимизировать количество разогревов вяжущего во избежание процессов окислительного старения и ухудшения его свойств<sup>2</sup>.

Изначально было установлено, что битум нефтяной дорожный в пробе, отобранной для проведения работы с модификатором, по значению показателей физико-механических свойств отвечает требованиям, предъявляе-

<sup>1</sup> СТО 19.20.42-001-05815282-2017. Битумное вяжущее на основе полимера «Honeywell Titan 7686».

<sup>2</sup> СТО 19.20.42-001-05815282-2017. Битумное вяжущее на основе полимера «Honeywell Titan 7686».

мым к ним ГОСТ 33133-2014.

В ходе исследований было испытано четыре состава битумного вяжущего на основе Honeywell Titan 7686:

- БНД 100/130 + 0,7 % по массе битума Ноп 7686 (состав № 1);
- БНД 100/130 + 1,0 % по массе битума Ноп 7686 (состав № 2);
- БНД 100/130 + 1,5 % по массе битума Ноп 7686 (состав № 3);
- БНД 100/130 + 0,7 % по массе битума Ноп 7686 + 5 % по массе битума экстракта селективной очистки (состав № 4).

**Примечание:** экстракт нефтяной селективной очистки – фракции углеводородов, которые получают в результате селективной очистки растворителем дистиллятных и остаточных масляных фракций. Применяется в качестве масла-пластификатора и мягчителя при изготовлении резиновых смесей в производстве резино-технических изделий [6].

Более детально характер изменений физико-механических свойств можно проследить на рис. 1, где на графиках показано изменение значений физико-механических свойств при увеличении расхода добавки в битуме.

Определение физико-механических свойств полученных композиций модифицированного вяжущего выполнялось по методике ГОСТ 33133-2014, поскольку ГОСТ Р

52056-2003 распространяется на дорожные полимерно-битумные вяжущие материалы на основе вязких дорожных нефтяных битумов и блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол (СБС).

Полученное вяжущее улучшает адгезионные показатели с применяемыми минеральными материалами, что подразумевает увеличение коррозионной стойкости асфальтобетона. При подборе оптимального состава необходимо ориентироваться на достижение полной степени покрытия поверхности применяемого минерального материала (до контрольного образца № 1) [5]. На рис. 2 представлены результаты оценки сцепления битума по ГОСТ 11508-74 с поверхностью материала кислой породы.

В процессе испытаний, установлено, что:

- модифицирующая добавка Ноп 7686 хорошо совмещается с дорожным битумом, образуя с ним композиции, визуальнo гомогенные при температуре смешения и после охлаждения;
- введение полимера приводит к принципиальному изменению значений показателей физико-механических свойств битума, свидетельствующему о том, что данный вид модификатора является по отношению к битуму структурирующей добавкой (табл. 1): введение её в битум и увеличение её концентрации приводят к снижению значений

**Таблица 1.** Физико-механические свойства композиций битума марки БНД 100/130 с модификатором Ноп 7686

Наименование показателя	Методика испытаний	Требования ГОСТ 33133-2014 для БНД 100/130	Фактические показатели БНД 100/130	Состав № 1	Состав № 2	Состав № 3	Состав № 4
Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм	ГОСТ 33136-2014	101-130	103	72	70	67	158
Глубина проникания иглы при 0°С, 0,1 мм	ГОСТ 33136-2014	не менее 30	40	28	27	26	59
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	ГОСТ 33142-2014	не ниже 45	49,2	58,3	61,2	66,4	58,2
Растяжимость при 0°С, см	ГОСТ 33138-2014	не менее 4,0	5,2	4,0	4,3	4,6	6,5
Растяжимость при 25°С, см	ГОСТ 33138-2014	не менее 70,0	74,6	22,0	19,6	17,2	47,5
Температура хрупкости, °С	ГОСТ 33143-2014	не выше -20,0	-28,0	-27,5	-27,0	-26,6	-28,2
Сцепление с гранитом	ГОСТ 11508-74	-	Контр. образец № 3	Контр. образец № 2	Контр. образец № 2	Контр. образец № 2	Контр. образец № 2

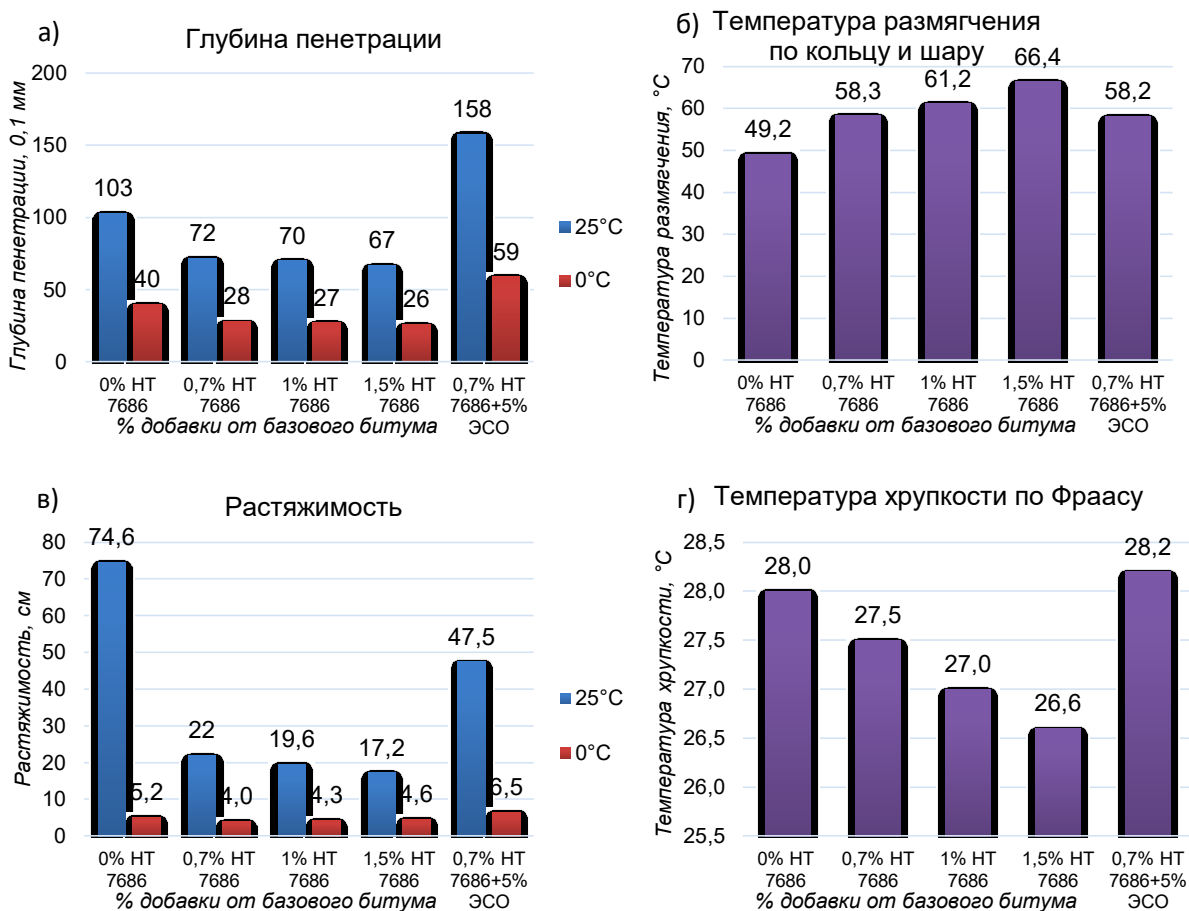


Рис. 1. Зависимость физико-механических свойств вяжущего от расхода HT 7686

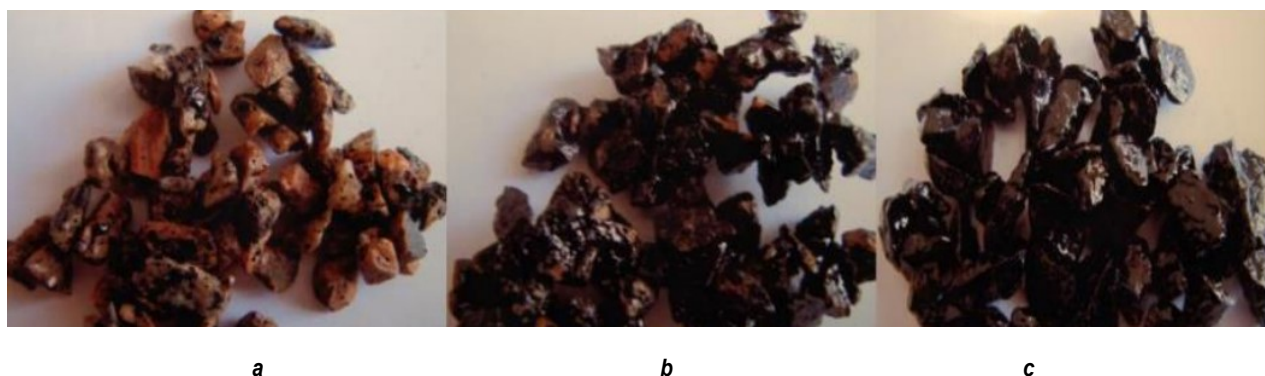


Рис. 2. Результаты испытаний битумного вяжущего на адгезию:  
 а – контрольный образец № 3 (менее  $\frac{1}{4}$  покрытия поверхности минерального материала);  
 б – контрольный образец № 2 (не менее  $\frac{1}{4}$  покрытия поверхности минерального материала);  
 в – контрольный образец № 1 (полное покрытие поверхности материала)

таких показателей физико-механических свойств как «глубина проникания иглы при 25 °C и 0°C», «растяжимость при 25°C и 0°C» и повышению значений показателей «температура размягчения». Композиции битума, содержащие добавку Honeywell Titan 7686, характеризуются практически теми же значениями показателя «температура хрупкости», что и исходный битум, и не подвержены рас-

слаиванию при хранении при повышенной технологической температуре в отсутствии перемешивания;

➤ модификатор HT 7686 влияет на адгезионную способность битумов к минеральным материалам. Поэтому введение этой добавки без дополнительного применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) позволяет повысить прочность сцепления до-

рожных битумов с минеральными материалами кислых пород. Так смесь гранитного щебня с модифицированным битумом после испытания кипячением в воде (в режиме бурного кипения воды) соответствуют контрольному образцу № 2 [3,4].

Практика эксплуатации автомобильных дорог доказывает, что одной из причин, которые влияют на снижение срока службы асфальтобетонных покрытий, является применение в асфальтобетонных смесях битума

низкого качества. Таким образом, модифицирование битума полимером Honeywell Titan 7686 является одним из способов улучшения его качества. Полимерно-битумное вяжущее является качественно новым материалом, позволяющим увеличить срок службы дорожной одежды. По сравнению с нефтяными дорожными битумами полимерно-битумные вяжущие обладают новым комплексом свойств, существенно отличающихся от свойств исходных битумов [7].

#### Список источников

1. Соломенцев А. Б. Исследование физико-механических свойств асфальтовяжущего с адгезионными добавками // Международный научно-исследовательский журнал. 2017. № 01 (55). С. 124–127.
2. Соломенцев А. Б., Ревякин С. Л., Баранов И. А., Бобков А. С., Савкин Г. А. Оценка эффективности полимерных стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей по битумоемкости в асфальтовяжущем // МНИЖ. 2017. № 1–4 (55). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenk-a-effektivnosti-polimernyh-stabiliziruyuschih-dobavok-dlya-schebenochno-mastichnyh-asfaltobetonnih-smesey-po-bitumoechkosti-v> (25.04.2022).
3. Золотарев В. А., Кудрявцева С. В., Ефремов С. В. Влияние совместного введения полимеров и адгезионных добавок на свойства битумов // Вестник ХНАДУ. 2008. № 40. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyaniye-sovmestnogo-vvedeniya-polimerov-i-adgezionnyh-dobavok-na-svoystva-bitumov> (26.04.2022).
4. Тарасов Р. В., Макарова Л. В., Кадомцева А. А. Модификация битумов полимерами // Современные научные исследования и инновации. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2014/05/34687> (22.04.2022).
5. Усов Б. А., Горбунова Т. Н. Свойства и модификация битумных вяжущих // Системные технологии. 2017. № 22. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/svoystva-i-modifikatsiya-bitumnyh-vyazhushchih> (26.04.2022).
6. Шарипов К. К., Сулаймонов Ш. Н. Изучение химического состава экстракта селективной очистки нефтяных масел и их утилизация // Вопросы науки и образования. 2017. № 2 (3). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-himicheskogo-sostava-ekstrakta-selektivnoy-ochistki-neftyanyh-masel-i-ih-utilizatsiya> (24.04.2022).
7. Халиулина Л. Э. Долговечность асфальтобетонных покрытий // Научный журнал. 2018. № 6 (29).
8. Дмитренко П. И., Присяжной Н. В. ГБУ «ЦЭИИС» // Модифицированные асфальтобетоны. [Электронный ресурс]. URL: <https://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/4754860.html> (21.04.2022).
9. Гонтарёв А. А. ООО «Селена» // Теплый асфальт. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.npfselena.ru/technologies/warm-asphalt-concrete/> (21.04.2021).
10. Текшева И. В. ООО «Технотрейд» // Honeywell Titan 7686 – комплексный функциональный полимер для модификации битума. [Электронный ресурс]. URL: <https://technotrade.pro/goods/honeywell-titan-7686/> (21.04.2022).
11. Вольфсон С. И., Хакимуллин Ю. Н., Закирова Л. Ю., Хусаинов А. Д., Вольфсон И. С., Макаров Д. Б., Хозин В. Г. Модификация битумов, как способ повышения их эксплуатационных свойств // Вестник Казанского технологического университета. 2016. № 17. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifikatsiya-bitumov-kak-sposob-povysheniya-ih-ekspluatatsionnyh-svoystv> (28.04.2022).

#### Информация об авторах / Information about the Authors

**Вадим Борисович Балабанов**,  
кандидат технических наук,  
заведующий кафедры автомобильных дорог,  
Институт архитектуры, строительства и дизайна,  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет,  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,  
Российская Федерация,  
ad@istu.edu

**Vadim B. Balabanov**,  
Cand. Sci. (Technics),  
Chief of Highways Department,  
Architecture, Construction and Design Institute,  
Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,  
Russian Federation,  
ad@istu.edu

**Александр Рустамович Джураев,**  
магистрант группы АДм-20-1,  
Институт архитектуры, строительства и дизайна,  
Иркутский национальный исследовательский  
технический университет,  
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,  
Российская Федерация,  
dzhuraev07@yandex.ru

**Alexander R. Dzhuraev,**  
Student,  
Architecture, Construction and Design Institute,  
Irkutsk National Research Technical University,  
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,  
Russian Federation,  
dzhuraev07@yandex.ru