

УДК625.85

*ЧАРЫКОВ ЮРИЙ МИХАЙЛОВИЧ, канд. техн. наук, доцент,  
char62@mail.ru*

*ИВАННИКОВА НАТАЛЬЯ ГЕННАДЬЕВНА, ст. преподаватель,  
Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

*ГОРБАТОВСКИЙ АНТОН АНДРЕЕВИЧ, канд. техн. наук,  
главный специалист,*

*gorbatovskiy.aa@gazprom-neft.ru*

*КОРОТКОВ АЛЕКСЕЙ ВИКТОРОВИЧ, начальник управления,  
korotkov.av@gazprom-neft.ru*

*ООО «Газпромнефть-Битумные материалы»,  
197198, г. Санкт-Петербург, ул. Почтамтская, 3-5,  
пер. Зоологический, 2-4, лит. Б*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ЩЕБЁНОЧНО-МАСТИЧНОЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО**

Приведены результаты мониторинга качества капитального ремонта участка автомобильной дороги Томск – Аэропорт на участке км 2+500 – км 5+200 в Томской области с применением асфальтобетонных смесей на основе полимерно-битумного вяжущего и немодифицированных битумов. В процессе работы на асфальтобетонном заводе выполнен отбор проб вяжущего ПБВ-90 и битума БНД-90/130 для определения их характеристик. При устройстве конструктивного слоя из щебёночно-мастичного асфальтобетона осуществлялся отбор смеси из бункера асфальтоукладчика и кернов из покрытия. После окончания выполнения капитального ремонта определены основные транспортно-эксплуатационные характеристики по покрытию проезжей части (требуемый и фактический модули упругости, ровность, поперечный уклон).

**Ключевые слова:** мониторинг; щебёночно-мастичная асфальтобетонная смесь; асфальтобетон; полимерно-битумное вяжущее.

*YURIY M. CHARYKOV, PhD, A/Professor,  
char62@mail.ru*

*NATALY G. IVANNIKOVA, Senior Lecturer,  
Tomsk State University of Architecture and Building,  
2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia*

*ANTON A. GORBATOVSKIY, PhD, Chief Specialist,  
gorbatovskiy.aa@gazprom-neft.ru*

*ALEKSEI V. KOROTKOV, Head of Department,  
korotkov.av@gazprom-neft.ru*

*ООО 'Gazpromneft-BM',  
2-4, Zoologicheskii Str., 197198, St.-Petersburg, Russia*

## CRUSHED-STONE ASPHALT MIX BASED ON POLYMER-BITUMEN BINDERS

The paper presents results of monitoring the quality of the road section capital repairs Tomsk – Airport in the Tomsk region with use of asphalt mixes based on polymer-bituminous binders and non-modified bitumen. The types PBV-90 and BND-90/130 binders were sampled at the concrete plant for studying their properties. The construction layer made of crushed-stone asphalt concrete includes taking-off the mix from the asphalt spreader bunker and kerns from the pavement. After the road repair, the main transport and service characteristics are determined for the pavement (required and actual modules of elasticity, uniformness, and adverse camber).

**Keywords:** monitoring; crushed stone mastic asphalt concrete mixture; asphalt concrete; polymer-modified bitumen; binder.

Накопленный к настоящему времени опыт устройства покрытий автомобильных дорог из щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси на основе полимерно-битумных вяжущих свидетельствует о высокой эффективности применения такой композиции в дорожном строительстве. То, что увеличение межремонтных сроков покрытий автомобильных дорог, особенно с высокой интенсивностью движения, достигается за счёт повышения сдвигоустойчивости, трещиностойкости, усталостной прочности покрытий, в мировой практике общеизвестно. Однако отсутствие этого опыта в условиях Томской области, для которой характерны частые переходы температуры воздуха через 0 °С и в зимний период температуры –30 и –40 °С, сдерживает принятие решений организациями, принимающими участие в строительстве автомобильных дорог, по использованию щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси на основе полимерно-битумных вяжущих для устройства в верхних слоях покрытия [1].

В течение сентября 2014 г. специалистами кафедры «Автомобильные дороги» ТГАСУ осуществлён мониторинг качества выполнения капитального ремонта автомобильной дороги Томск – Аэропорт на участке км 2+500 – км 5+200 в Томской области с целью определения преимуществ применения асфальтобетонных смесей на основе полимерно-битумного вяжущего (ПБВ-90) в дорожном строительстве по сравнению с немодифицированным битумом (БНД-90/130). Производитель вяжущих и обладатель экспериментальных данных по использованию ПБВ-90 – ОАО «Газпромнефть-Омский НПЗ».

Для реконструируемого участка автомобильной дороги (км 2+500 – км 5+200) характерно земляное полотно в насыпях с рабочими отметками от 0,2 до 2 м. Грунт земляного полотна представлен тяжёлым суглинком с примесью гумусированного суглинка. Категория автомобильной дороги вторая.

Покрытие существующей дороги представлено слоями асфальтобетона мощностью от 8–40 см на гравийно-песчаном основании от 0,2–1,0 м. Состояние покрытия по показателям прочность, ровность удовлетворительное.

Среднегодовая суточная интенсивность движения составляет 8893 авт/сут.

В период подготовительных работ проектом предусматривалось:

– фрезерование покрытия для исправления продольного профиля проезжей части;

– фрезерование прикромочной части покрытия для доведения ширины покрытия до проектных значений.

Далее было предусмотрено:

– устройство выравнивающего слоя из горячей пористой крупнозернистой смеси толщиной слоя 5–11 см;

– устройство обочин из щебеночно-песчаной смеси С-4 с укреплением чёрным щебнем.

По откосной части в проекте предусматривалось: очистка от кустарника и доведение её до проектных уклонов. Кроме того, были запроектированы работы по очистке и выравниванию полосы отвода с целью обеспечения видимости, безопасности при съезде и обеспечения водоотвода от земляного полотна.

Необходимо отметить, что проектом не были предусмотрены мероприятия по санации (ремонту) трещин. В конструкции дорожной одежды не было предусмотрено размещение трещинопрерывающих прослоек из геосинтетических материалов, что в будущем может привести к образованию отражённых поперечных и продольных трещин.

Отбор проб ПБВ-90 и битума БНД-90/130 выполнен на асфальтобетонном заводе (АБЗ) из резервуара подачи ПБВ (битума) в смесительную установку.

Контроль качества ПБВ-90 был осуществлён в соответствии с ГОСТ Р 52056–2003. Перед испытаниями пробу ПБВ-90 разогревали в сушильном шкафу при температуре 170–175 °С и перемешивали в течение 5–6 мин. Контроль качества битума осуществлён в соответствии с ГОСТ 22245–90.

Операционный контроль качества при укладке асфальтобетонной смеси включал:

– оценку технологических операций по укладке и уплотнению асфальтобетонной смеси (выполнено в соответствии с СП 78.13330.2012 [2] и Сводом Правил СТО НОСТРОЙ 2.25.18.3–2011 «Автомобильные дороги. Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 3. Устройство асфальтобетонных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона» [3]);

– оценку качества щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 31015–2002);

– определение водонасыщения, толщины, сцепления между уложенными слоями кернов, отобранных из покрытия ЩМА, в соответствии с СП 78.13330.2012 [4];

– оценку транспортно-эксплуатационных показателей покрытия (ровность, поперечные уклоны) на соответствие требованиям СП 78.13330.2012 [2], прочность – в соответствии с ОДН 218.1.052–2002) [4].

Технология производства работ по устройству верхнего слоя покрытия из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМА-15 реализована в соответствии со Сводом Правил СТО НОСТРОЙ 2.25.18.3–2011 [3]. Асфальтобетонная смесь была приготовлена на стационарном асфальтобетонном заводе КА-160 башенного типа Колокшанского агрегатного завода с паспортной производительностью 160 т/ч (фактическая производительность до 120 т/ч). Слой покрытия из ЩМАС устраивали в основном при температуре

окружающего воздуха выше +10 °С (пониженные температуры воздуха наблюдались 26, 27 и 30 сентября из 8 дней укладки, средняя температура воздуха в эти дни составляла +7 °С). Для предотвращения остывания смеси все машины были снабжены специальными тентами. При поступлении смеси на объект контролировали температуру смеси в кузове автомобилей самосвалов (от +150 до +170 °С) и в бункере асфальтоукладчика при укладке (от +138 до +145 °С).

Перед началом укладки смеси выполнены разбивочные работы для следящей системы асфальтоукладчика, а также очистка выравнивающего слоя от пыли и грязи, розлив вяжущего (ЭБК-1) для подгрунтовки.

В состав основных работ по устройству покрытия из ЦМАС входили следующие технологические операции:

- приёмка доставленной асфальтобетонной смеси и выгрузка в бункер асфальтоукладчика. При поступлении асфальтобетонной смеси на объект проверялись сопроводительные документы (паспорт-накладная), визуально оценивалась смесь в кузове автосамосвала на сегрегацию (расслаивание), проверялась температура смеси;

- укладка смеси асфальтоукладчиком «VOGEL SUPER»-1800 с автоматической системой задания поперечного уклона и ровности, ёмкостью бункера 13 т, шириной 3265 мм и высотой 594 мм;

- уплотнение уложенного слоя катками.

Для уплотнения покрытия из щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси применяли катки НАММ-110 массой 10–13 т – 2 шт., РАСКАТ-1, тандемный каток MITSUBER.

Замечания по ходу выполнения работ, отмеченные устно или отражённые в журнале производства работ:

- на первых этапах работ водители при разворотах допускали выезд на обочину, в результате чего происходило загрязнение покрытия;

- при подъезде автосамосвалов к асфальтоукладчику для разгрузки в бункер не выдерживалась их скорость движения, а после частичной разгрузки автосамосвал отходил от асфальтоукладчика, что, на наш взгляд, привело к снижению ровности;

- на первой захватке и первых проходах был применён мотокаток РАСКАТ с движением пневмошинами вперёд, в результате чего наблюдался отрыв смеси от слоя, каток заменили на тандемный каток MITSUBER.

Замечания, отмеченные в ходе производства работ, были оперативно устранены.

В основном подготовительные работы, температура воздуха, режимы укладки и уплотнения ЦМАС соответствовали требованиям нормативной документации.

Для измерения упругого прогиба дорожной одежды применяли длиннорычажный рычажный прогибомер КП-204. При испытаниях, в соответствии с требованиями ОДН 218.1.052–2002 [4], применяли грузовой двухосный автомобиль МА3-504, у которого нагрузка на задние колеса находится в пределах 30–50 кН, а давление воздуха в шинах – 0,5–0,6 МПа.

Результаты определения фактического и требуемого модуля упругости представлены на рис. 1.

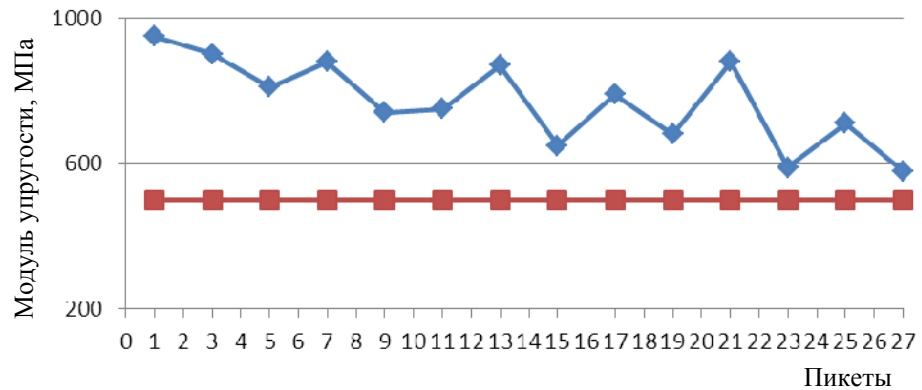


Рис. 1. Результаты сравнения фактического и требуемого модуля упругости:

—♦— фактический модуль упругости, МПа; —■— требуемый модуль упругости, МПа

Измерение ровности покрытия по показателю «просвет под рейкой длиной 3 м» показывает, что 97,3 % измерений имеют просвет до 3 мм, а 2,7 % до 6 мм, что соответствует требованиям СП 78.13330.2012 [2].

Измерения поперечного уклона покрытия показали, что этот показатель соответствует требованиям СП 78.13330.2012 [Там же].

Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь (ЩМАС-15) на основе ПБВ-90, отобранная из бункера асфальтоукладчика, по своему зерновому составу, остаточной пористости и водонасыщению, прочностным характеристикам и водостойкости соответствует требованиям ГОСТ 31015–2002. Однако показатель «водонасыщение» близок к предельному значению, что следует из сравнительной таблицы.

#### Сопоставительные результаты характеристик щебеночно-мастичного асфальтобетона и щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС-15), приготовленной на БНД-90/130 и ПБВ-90

Наименование показателя	Сентябрь – Октябрь 2014 год		Оценка		Требования ГОСТ 31015–2002
	БНД-90/130	ПБВ-90	БНД-90/130	ПБВ-90	
Средняя плотность кернов, г/см <sup>3</sup>	2,49	2,47	–	–	–
Водонасыщение в керне, % по объёму	3,3	3,2	–	+	Не более 3,5
Средняя плотность сформованных образцов из смеси, % по объёму	2,49	2,50	–	–	–

Окончание таблицы

Наименование показателя	Сентябрь – Октябрь 2014 год		Оценка		Требования ГОСТ 31015– 2002
	БНД- 90/130	ПБВ-90	БНД- 90/130	ПБВ-90	
Пористость минеральной части, %	16,7	16,3	+	+	От 15 до 19
Водонасыщение сформованных образцов из смеси, % по объёму	1,82	1,54	+	+	От 1,0 до 4,0
Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, МПа	1,26 (из смеси)	2,28 (из смеси)	–	+	Не менее 0,65
Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С, МПа	3,45 (из смеси)	4,30 (из смеси)	–	+	Не менее 2,2
Трещиностойкость – предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа	3,2 (из смеси)	2,8 (из смеси)	+	–	От 2,5 до 6
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении	0,85 (из смеси)	0,87 (из смеси)	–	+	Не менее 0,85

Сравнительный анализ смесей на основе ПБВ-90 и БНД-90/130 свидетельствует, что прочностные характеристики, «водостойкость» и «водонасыщение» выше у смеси на основе ПБВ-90 (таблица).

Все вырубki, отобранные из покрытия, соответствуют ГОСТ 31015–2002 по показателю «водонасыщение». Однако все значения водонасыщения ЩМА имеют значения, близкие к предельному требованию, что может свидетельствовать о недостаточном уплотнении. Пробное уплотнение перед началом работ не проводилось, а окончание уплотнения определялось по косвенным признакам (отсутствие следов укатки катками, рекомендуемое количество проходов).

Дополнительно необходимо отметить, что средняя плотность вырубok однородна во всех определениях, что косвенно может свидетельствовать о выдерживании технологии при производстве работ.

Производители работ указывали, что смесь на ПБВ-90 немного более вязкая, отсюда возможно снижение качества выполнения сопряжений штроб сменных захваток, а также на коротких криволинейных участках (остановочные карманы) по ровности покрытия.

Визуальная оценка вида покрытия на смежных участках после открытия движения отличий не выявила (рис. 2 и 3).

По результатам испытаний кернов из покрытия (ЩМА-15) и щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси на опытно-экспериментальном участке, а также кернов и смеси из покрытия эталонного участка прослеживается явное преимущество щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси на ПБВ-

90 практически по всем показателям за исключением «предела прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С» (таблица).

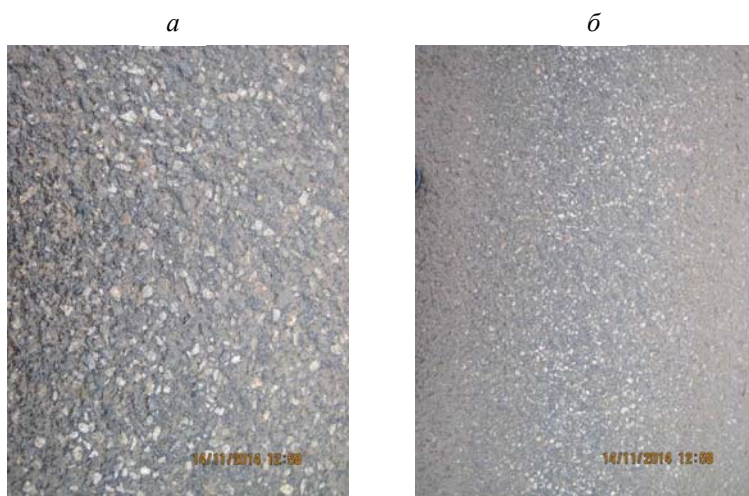


Рис. 2. Общий вид покрытия из ЩМА-15 на основе БНД-90/130:  
а – фотография с высоты 0,5 м; б – фотография с высоты 1,2 м

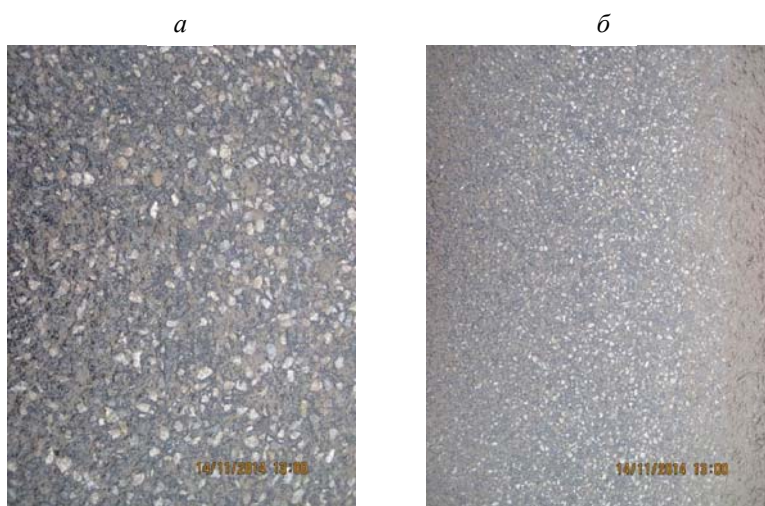


Рис. 3. Общий вид покрытия из ЩМА-15 на основе ПБВ-90:  
а – фотография с высоты 0,5 м; б – фотография с высоты 1,2 м

На всех этапах производства работ контроль качества осуществляли сотрудники кафедры «Автомобильные дороги» ТГАСУ и лаборатория производителя работ ГУП ТО «Областное ДРСУ».

Таким образом, результаты испытаний щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси, приготовленной с применением полимерно-битумного вяжущего (ПБВ-90) и кернов из покрытия на опытно-экспериментальном участ-

ке, показывают преимущество щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси на ПБВ-90 практически по всем показателям. Результаты испытаний щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси, приготовленной с применением немодифицированного битума (БНД-90/130) и кернов из покрытия на эталонном участке, показывают незначительное преимущество щебёночно-мастичной асфальтобетонной смеси на БНД-90/130 по показателю «трещиностойкость – предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С» (таблица).

Для выявления преимуществ асфальтобетонов на ПБВ и БНД в процессе эксплуатации необходим дальнейший мониторинг состояния покрытия во времени, например, выявление образования колеиности и причин её образования (истирание покрытия, пластические деформации), проявления трещин и их «залечивания» в летний сезон, исследование асфальтобетона в покрытии, а также асфальтобетонной смеси из переформованных вырубков.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Полимерно-битумные вяжущие материалы* на основе СБС для дорожного строительства / Л.М. Гохман, Е.М. Гурарий, А.Р. Давыдова, К.И. Давыдова // Обзорная информация 4. Информавтодор. – М., 2002. – 112 с.
2. *СП 78.13330.2012* Автомобильные дороги (Актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85\*).
3. *СТО НОСТРОЙ 2.25.18.3–2011* Автомобильные дороги. Устройство асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 3. Устройство асфальтобетонных покрытий из щебёночно-мастичного асфальтобетона.
4. *ОДН 218.1.052–2002* Оценка прочности нежёстких дорожных одежд / Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. – Москва, 2003 – 80 с.

#### REFERENCES

1. *Gohmann L.M., Gurary E.M., Davydova A.R., Davydova K.I.* Polimerno-bitumnye vyazhushchie materialy na osnove SBS dlya dorozhnogo stroitel'stva [SBS-based polymeric and bituminous binders for road construction]. Moscow, Informavtodor Publ., 2002. 112 p. (rus)
2. *SNiP 78.13330.2012* 'Automobile roads' (Updated version 3.06.03–85\*). (rus)
3. *Corporate Standard NOSTROI 2.25.18.3–2011* 'Automobile roads'. Ustroistvo asfal'tobetonnnykh pokrytii avtomobil'nykh dorog. Chast' 3. Ustroistvo asfal'tobetonnnykh pokrytii iz shchebenochno-mastichnogo asfal'tobetona. [Asphalt concrete pavements. Pt. 3. Asphalt concrete pavements of crushed stone asphalt concrete]. (rus)
4. *ODN 218.1.052–2002* 'Strength analysis of non-rigid pavements'. Gosudarstvennaya sluzhba dorozhnogo khozyaistva ministerstva transporta Rossiiskoi Federatsii [Road Facilities Public Sector of the Ministry of Transport of the Russian Federation]. Moscow. 2003. 80 p. (rus)