

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СЕВЕРНЫЙ (АРКТИЧЕСКИЙ)
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

УДК 691.32, 691.328

№ госрегистрации:

АААА-А17-117-112-700049-1

Инв. №

СОГЛАСОВАНО

Советник директора ГКУ
Архангельской области "Дорожное
агентство "Архангельскавтодор"

_____ Е.А.Лобанов

« » _____ 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
САФУ им. М.В. Ломоносова

_____ Б.Ю. Филиппов

« » _____ 2017 г.

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

СРАВНЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ
ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ С
РАЗЛИЧНЫМИ ДОБАВКАМИ

Государственный контракт от 26 июня 2017 г. №399/08

Руководитель темы

доц, канд. техн. наук

_____ А.С. Тутыгин

« » _____ 2017 г.

Ответственный исполнитель

_____ В.А. Бабаева

« » _____ 2017 г.

Архангельск 2017

РЕФЕРАТ

Отчет 50 с., 24 рис., 15 табл., 20 источник, 2 приложения.

Ключевые слова: щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь, асфальтобетон, битум, стабилизирующая добавка, модификатор, дорожное покрытие.

Объектами исследования являются добавки к щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС) различного состава, представляющие собой гранулы определенного диаметра или тонкоизмельченный порошок: модификатор «Унирем» (производитель – ООО «Новые технологии строительства», г. Подольск, Московская область); стабилизатор «Хризопро» (производитель – АО «Оренбургские минералы», г. Ясный, Оренбургская область); стабилизирующая добавка «Гранулит-66» (производитель – ООО «Риминвест», г. Нижний Новгород); стабилизирующая добавка «Стилобит» (производитель - ООО «Производственная компания «Стилобит»», г. Екатеринбург); модификатор «Dorflex®BA» (производитель – ООО «ТД «ИнноТех»», г. Санкт-Петербург); стабилизирующая добавка «Нанобит-СД» (производитель – ООО «Селена», г. Шебекино, Белгородская область).

Целью данной работы является выявление среди опытных образцов добавок к ЩМАС, наиболее оптимальной для северных условий.

Основным назначением ЩМА является устройство верхних слоев дорожного покрытия толщиной от 3 до 6 см автомобильных дорог I-III категории, городских улиц с интенсивным движением, а также скоростных трасс с высокой транспортной нагрузкой.

Выполнялись испытания не менее трех проб смеси с каждой добавкой на соответствие ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия» по ГОСТ 12801-98 «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний».

По результатам работы получены показатели физико-механических характеристик щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) с 5 различными добавками. Данные результаты проверены на соответствие ГОСТ 31015-2002.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ	9
1.1 Щебень и песок из отсевов дробления	9
1.2 Минеральный порошок	9
1.3 Битум	10
1.4 Добавки	11
1.4.1 Гранулированный стабилизатор «Хризопро»	11
1.4.2 Стабилизирующая добавка «Стилобит»	12
1.4.3 Модификатор «Dorflex®ВА»	13
1.4.4 Модификатор «Унирем»	14
1.4.5 Стабилизирующая добавка «Гранулит-66»	15
1.4.6 Стабилизирующая добавка «Нанобит-СД»	16
3 МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ	17
3.1 Определение зернового состава минеральных материалов	17
3.2 Подбор состава ЩМА-20	18
3.3 Определение устойчивости смеси к расслаиванию по показателю стекания вяжущего	18
3.4 Приготовление смесей в лаборатории и формование образцов	19
3.5 Определение водонасыщения	20
3.6 Определение предела прочности при сжатии	21
3.7 Определение предела прочности на растяжение при расколе	22
3.8 Определение сдвигоустойчивости по коэффициенту внутреннего трения и по сцеплению при сдвиге	23
3.9 Определение водостойкости при длительном водонасыщении	25
4 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ	27
4.1 Определение зернового состава минеральных материалов	27
4.2 Подбор состава ЩМА-20	28
4.3 Определение устойчивости смеси к расслаиванию по показателю стекания вяжущего	29
4.4 Приготовление смесей в лаборатории и формование образцов	31

4.5	Определение водонасыщения	32
4.6	Определение предела прочности при сжатии	33
4.7	Определение предела прочности на растяжение при расколе	35
4.8	Определение сдвигоустойчивости по коэффициенту внутреннего трения и по сцеплению при сдвиге	35
4.9	Определение водостойкости при длительном водонасыщении.....	36
5	РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ	37
6	ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ДОБАВОК.....	39
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	41
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	42
	ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	45
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б	48

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время резкое снижение качества и долговечности дорожных покрытий в Российской Федерации обусловлено увеличением количества большегрузных транспортных средств, увеличением скоростного режима, а также повышением осевых нагрузок на дорожное полотно в сочетании с неблагоприятными природно-климатическими факторами.

Все слои и материалы дорожной конструкции чаще всего ведут себя как упруго-вязко-пластические материалы и среды, постепенно накапливая остаточные деформации по законам циклической ползучести, что в итоге и становится причиной образования локальных неровностей покрытий и появлением колеи по полосам наката.

Стоит отметить, что немалая доля остаточных деформаций накапливается в верхних слоях асфальтобетонных покрытий. Для обеспечения расчетных скоростей и безопасности автомобильного движения, особенно на современных скоростных автомагистралях, необходимо иметь высокое эксплуатационное качество в первую очередь верхних «защитных» слоев дорожных покрытий [1]. Обязательным условием долговечности автомобильных дорог является защита от атмосферной влаги нижележащих конструктивных слоев дорожных одежд за счет верхних слоев асфальтобетонных покрытий.

Асфальтобетон представляет собой один из наиболее сложных строительных материалов. Эта сложность обусловлена, главным образом, особенностями его структуры, а также большой зависимостью свойств от многообразных факторов [2]. Так, например, помимо температуры на свойства асфальтобетона большое влияние оказывают гранулометрический состав смеси, тип, сорт и качество битумного или иного вяжущего, качество уплотнения асфальтобетона в покрытии и т. д.

На современном этапе одним из наиболее перспективных материалов с точки зрения качества дорожных покрытий является щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА).

В отличие от горячих асфальтобетонных смесей щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС) обладают повышенным содержанием щебня и

битума (до 80 % и 7,5 % по массе соответственно). Кроме того, ЩМА обладает каркасно-щелевой структурой [3,4], благодаря чему имеет ряд преимуществ, а именно: высокие сдвигоустойчивость, устойчивость к разрушениям под действием транспорта и климатических факторов, повышенный срок службы покрытий, более высокие эксплуатационные характеристики, а также пониженный уровень шума при движении транспорта.

Более высокое и устойчивое сопротивление сдвигу минерального остова ЩМА позволяет снизить требования к когезии и жесткости асфальтового вяжущего и повысить содержание объемного битума в смеси. Таким образом, структура запроектированного ЩМА оптимально сочетает максимальную жесткость минерального остова при сдвиге и высокую пластичность асфальтового вяжущего вещества при растяжении. Предельная относительная деформация растяжения ЩМА примерно в 1,5 раза выше, чем у асфальтобетона типа А [1]. Высокое содержание асфальтового вяжущего вещества (мастики) способствует повышению усталостной стойкости и деформативности асфальтобетона, снижению растягивающих напряжений в покрытии. Очевидно, что и устойчивость к старению ЩМА повышается вследствие более толстых пленок битумного вяжущего и малой величины остаточной пористости в покрытии.

При приготовлении ЩМАС необходимо выдерживать проектный состав с высокой точностью. Превышение содержания щебня в смеси приводит к увеличению показателей остаточной пористости и водонасыщения, что может снизить эрозионную стойкость верхнего слоя и привести в процессе его эксплуатации к образованию выбоин. Недостаток щебня в смеси обычно приводит к потере сдвигоустойчивости и шероховатости устраиваемого покрытия.

Высокое содержание битума в составе ЩМАС предусмотрено с целью обеспечения требуемой долговечности защитного слоя покрытия, за счет максимального заполнения пустот в уплотненном слое. Таким образом, получение оптимальной структуры ЩМА связано с необходимостью создания как можно более толстых пленок битума на поверхности каждой отдельно взятой частицы щебня [4,5]. Для того чтобы такое количество горячего вяжущего в процессе приготовления, транспортировки и укладки находилось на поверхности щебня и не

вытекало из смеси, необходимо присутствие в составе ЩМАС специальных стабилизирующих добавок.

Вид и свойства стабилизирующих добавок имеют большое значение для обеспечения требуемого содержания вяжущего и повышения качества смеси. Стабилизирующее действие проявляется в способности препятствовать изменению состояния смеси и стеканию битумного вяжущего при высоких технологических температурах.

В соответствии с классификацией и номенклатурой добавок по вещественному составу стабилизирующие добавки можно разделить на минеральные, и органические.

В качестве добавок в ЩМАС применяются минеральные волокнистые материалы (асбестовые отходы, хризотил, стекловолокна, волокна из диабазы, и др.).

Введение в битум асбеста даже в небольших количествах вызывает значительное увеличение его вязкости, что указывает на образование в нем вторичной структуры. При этом частицы волокнистого наполнителя, увеличивая степень объемного заполнения системы дисперсной фазой, в тоже время являются центрами структурообразования. Вновь образованная вторичная структура обладает большей структурной прочностью и вязкостью.

Асбестовые волокна так же способствуют возрастанию упругости и эластичности битумно-минеральной массы. Асбестовые волокна и наполнители из частиц плоской формы значительно эффективнее повышают сопротивление удару, чем порошкообразные добавки. Отмечается существенное преимущество волокнистых наполнителей, они обеспечивают более эффективное сопротивление битума сжатию и особенно изгибу.

Помимо добавок асбеста, в ряде случаев применялось стекловолокно. Отличительной чертой получаемого материала является прочность, износостойкость и высокое сопротивление растягивающим напряжениям.

Исследования органических волокнистых добавок из отходов производства, содержащих в составе макромолекулы амидных, аминных, гидроксильных групп показывают, что применение волокон позволяет адсорбировать на своей поверхности значительно большее количество битума и получить ЩМА с

высокими физико-механическими характеристиками, повышается сдвигоустойчивость покрытия [6].

Так же близким по технической сущности является стабилизирующая добавка в виде гранул для ЩМАС, включающая органическое вяжущее и структурообразователь, причем органическое вяжущее выбирают из группы: деготь, битум или битумная эмульсия, а в качестве структурообразователя используют пух подвальный и/или пух распыл, представляющий собой отход хлопчатобумажного производства [7].

К полимерным добавкам следует отнести добавки дробленой резины являющейся продуктом переработки полимерного материала, добавки на основе полипропилена, нитрон полиамида, отходов полиэтиленовой упаковки, полиэфирных волокон и др.

В качестве наполнителей к битуму также используются термопластичные полимеры: эластомеры, полиолефины и т.д. Однако их использование требует обычно приготовления полимербитумной композиции в заводских условиях с последующей доставкой в горячем виде к месту выполнения дорожно-строительных работ [6].

Для проведения научно-исследовательской работы в соответствии с техническим заданием предоставлены 5 различных по составу добавок:

-модификатор «Унирем» (производитель – ООО «Новые технологии строительства», г. Подольск, Московская область);

- стабилизатор «Хризопро» (производитель – АО «Оренбургские минералы», г. Ясный, Оренбургская область);

- стабилизирующая добавка «Гранулит-66» (производитель – ООО «Риминвест», г. Нижний Новгород);

- стабилизирующая добавка «Стилобит» (производитель - ООО «Производственная компания «Стилобит»», г. Екатеринбург);

- модификатор «Dorflex®ВА» (производитель – ООО «ТД «ИнноТех»», г. Санкт-Петербург);

- стабилизирующая добавка «Нанобит-СД» (производитель – ООО «Селена», г. Шебекино, Белгородская область).

1 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

1.1 Щебень и песок из отсевов дробления

Применялся щебень и песок из отсевов дробления ООО «Булат-СБС» с карьера п. Булатово. Карьер расположен в 25 км. Юго-западнее п. Плесецк Архангельской области. Эксплуатация Булатовского месторождения ведется с 2004 года.

Базальтовый щебень – представляет собой измельченную базальтовую породу, полученную из мелкозернистых базальтов Булатовского месторождения (ГОСТ 8267-93). Базальты этого месторождения представляют собой породу кубовидной формы от серого до почти черного цвета.

В соответствии с паспортом щебень имеет следующие основные характеристики: насыпная плотность – 1,6 г/см³; истинная плотность – 2,95 г/см³; содержание глинистых и пылевидных частиц – 0,8 %; содержание глины в комках – 0,00 %; содержание зерен слабых пород – 0,00 %; содержание зерен пластинчатой и игловатой формы – 9,7 %; марка по морозостойкости – F400; марка щебня по дробимости – 1400; марка щебня по истираемости – И1; удельная эффективная активность естественных радионуклидов Бк/кг – 139,41 (Приложение А).

1.2 Минеральный порошок

Минеральный порошок фракции 0-0,1 мм ООО «Добрятинский комбинат минеральных порошков» Владимирской области, п. Добрятино. Химический состав представленный в паспорте (Приложение А) показан в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав минерального порошка

№ п/п	Наименование показателя	Количество, по норме	Количество, по факту
1	Массовая доля окиси кальция (CaO)	не менее 52,0 %	52,1
2	Массовая доля окиси магния (MgO)	не более 5,0 %	0,69
3	Массовая доля окиси алюминия (Al ₂ O ₃)	не более 1,5 %	0,07
4	Массовая доля окислов железа в перерасчете на Fe ₂ O ₃	не более 0,1 %	0,083
5	Массовая доля двуокиси кремния (SiO ₂)	не более 2,0 %	0,62
6	Массовая доля влаги	не более 0,5 %	0,08

1.3 Битум

Битум – твердое или вязкое смолистое вещество черного цвета, природная или искусственная смесь углеводородов, применяемая в дорожном строительстве, производстве изоляционных материалов.

Для приготовления щебеночно-мастичного асфальтобетона использовали битум БНД-У 100/130 «Битурокс». Для его изготовления используется запатентованная технология Битурокс, основу которой составляет процесс концентрирующего окисления нефти методом вакуумной перегонки. В результате получается материал со сложной высокотехнологичной структурой: 75-80 % углеродов, 10-15 % водорода, 5 % кислорода, металлы и азот.

Технические характеристики битума представлены в паспорте (Приложение А) и в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики битума

№	Наименование показателя	Метод испытания	Норма по ТУ 0256-001-50945912-2002	Фактическое значение
1	Глубина проникания иглы при 25 °С, 0,1 мм	ГОСТ 11501	100-130	112
2	Глубина проникания иглы при 0 °С, 0,1 мм	ГОСТ 11501	Не менее 28	29
3	Температура размягчения по кольцу и шару, °С	ГОСТ 11506	Не ниже 44	44
4	Растяжимость при 25 °С, см	ГОСТ 11505	Не менее 90	100
5	Растяжимость при 0 °С, см	ГОСТ 11505	Не менее 5.0	5.7
6	Температура хрупкости, °С	ГОСТ 11507	Не выше -23	-25
7	Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °С	ГОСТ 4333	Не ниже 230	260
8	Изменение температуры размягчения после прогрева, °С	ГОСТ 18180, ГОСТ 11506, по п.5.2.7 ТУ 0256-001-50945912	Не более 5	5
9	Индекс пенетрации	По приложению 2 ГОСТ 22245	От -1.0 до +1.0	-0.8

1.4 Добавки

Сравнение технических характеристик добавок представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Технические характеристики стабилизирующих добавок

Наименование добавки	Цвет	Размер частиц/гранул	Насыпная плотность, г/см ³ , не более	Влажность, % по массе, не более	Термостойкость при температуре 220°С по изменению массы гранул при прогреве, %, не более	Содержание технологической мелочи, %, не более	Суммарная удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг, не более
Хризопро	серый	Длина гранул 5-10 мм, диаметр 4,0±0,5 мм	0,95	3	3	3,50	740
Стилобит	коричн.	Длина гранул 5-20 мм, диаметр 4,5±0,5 мм	0,95	3	3	3,50	740
Dorflex®BA	серый	Диаметр гранул 2-7 мм	0,45-0,60	3	-	-	740
Унирем	серый	Остаток на сите 0,9 мм не более 2 %	0,47±0,05	7	-	-	740
Гранулит-66	коричн.	Длина гранул до 10 мм, диаметр 4 мм	0,55-0,65	3-7	7	-	740
Нанобит-СД	коричн.	Длина гранул до 8 мм, диаметр 4 мм	0,70-0,75	7	7	-	740

1.4.1 Гранулированный стабилизатор «Хризопро»

Производитель – АО «Оренбургские минералы», г. Ясный, Оренбургская область.

Гранулированный стабилизатор (гранулированный в связанном виде) «Хризопро» (Рисунок 1) - стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси, изготовленная на основе хризотилового волокна АО «Оренбургские минералы» (от 85 до 95 %) с применением связующего на основе битумных компонентов (от 5 до 15 %) [8].



Рисунок 1 - Гранулированный стабилизатор «Хризопро»

Хризотил-асбест ($3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) - гидросиликат магния, по химическому составу близкий хорошо известному всем минералу - тальку ($3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$), т.е. с химической точки зрения он абсолютно безвреден для организма. Кристаллы хризотил-асбеста имеют необычное строение: они представляют собой тончайшие полые трубочки-фибриллы диаметром $2,6\cdot 10^{-5}$ мм и длиной до 2...3 см. Такие кристаллы напоминают мягкие целлюлозные волокна хлопковой ваты. В то же время, будучи материалом неорганическим, волокна хризотил-асбеста не горят и выдерживают высокие температуры. Лишь при нагреве до $700\text{ }^\circ\text{C}$ они теряют химически связанную воду и становятся хрупкими. Плавится хризотил при температуре около $1500\text{ }^\circ\text{C}$ [9].

Сертификат соответствия представлен в Приложении Б.

1.4.2 Стабилизирующая добавка «Стилобит»

Производитель - ООО «Производственная компания «Стилобит»», г. Екатеринбург.

По внешнему виду «Стилобит» (Рисунок 2) представляет собой гранулы цилиндрической формы коричневого цвета; длина гранул составляет от 5 до 20 мм включительно, диаметр гранул – 4,5 или 6 мм с допустимым отклонением $\pm 0,5$ мм.



Рисунок 2 - Стабилизирующая добавка «Стилобит»

Стабилизирующая добавка «Стилобит» состоит из хризотилового и базальтового волокна, что положительно сказывается на физико-механических показателях ЩМА на ее основе. При этом стоит отметить, что в состав гранул входит дорожный битум, который зарекомендовал себя в качестве оптимального связующего.

- Уникальное хризотиловое волокно повышает усталостную прочность асфальтобетона.
- Базальтовое волокно создает эффект микроармирования и препятствует процессу образования колее.
- Высокая термостойкость (до 700°C), добавка не меняет своих свойств при перегреве.
- Стабилизатор не меняет свойств от повышенной влажности, что увеличивает срок его хранения и использования [10].

Сертификат соответствия представлен в Приложении Б.

1.4.3 Модификатор «Dorflex®BA»

Производитель – ООО «ТД «ИнноТех»», г. Санкт-Петербург.

«Dorflex®BA» (Рисунок 3) представляет собой сыпучий материал в виде гранул диаметром 2-6 мм, обладающий способностью модифицирования горячего асфальтобетона типа А, Б и щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА).



Рисунок 3 - Модификатор «Dorflex®BA»

В качестве исходного сырья для композиции «Dorflex®BA» применяются полимеры из переработанной пищевой упаковки, что позволяет решить вопрос утилизации твердых бытовых отходов. За счет уникальных свойств полимеров, входящих в состав гранул, модификатор асфальтобетона является стабилизирующей добавкой и одновременно обладает свойствами модификатора битума. В процессе приготовления асфальтобетонной смеси полимер расплавляется и распределяется в виде гомогенной массы, которая при охлаждении смеси ниже температуры уплотнения кристаллизуется. При наполнении смеси дисперсной фазой когезионная прочность асфальтобетона возрастает [11].

1.4.4 Модификатор «Унирем»

Производитель – ООО «Новые технологии строительства», г. Подольск, Московская область.

Модификатор УНИРЕМ-001 (Рисунок 4) – это композиционный материал, предназначенный для модифицирования асфальтобетонных смесей, содержащий в качестве основы активный порошок дискретно-девулканизированной резины, а также стабилизирующую добавку, адгезив и гелеобразователь, представляющий собой тонкоизмельченный порошок серого цвета.



Рисунок 4 - Модификатор «Унирем»

Активный резиновый порошок – резиновый порошок с высокоразвитой удельной поверхностью частиц, полученный методом высокотемпературного сдвигового измельчения в роторном диспергаторе из резиновой крошки изношенных шин и/или вулканизированных отходов резинотехнических изделий и способный к вулканизации при стандартных условиях без применения дополнительных агентов.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 55419-2013, для производства модификатора необходимо применять АПДДР (активный порошок дискретно девулканизированной резины). Обычный резиновый порошок, полученный на ножевых дробилках или вальцах, не подходит для производства качественного модификатора. ООО «НТС» активизирует резиновый порошок, путем переработки на диспергаторах в собственном производстве.

Для производства модификатора УНИРЕМ используется только шинная крошка, полученная путем переработки грузовых импортных и отечественных покрышек [12].

Сертификат соответствия представлен в Приложении Б.

1.4.5 Стабилизирующая добавка «Гранулит-66»

Производитель – ООО «Риминвест», г. Нижний Новгород.

«Гранулит-66» (Рисунок 5) – это целлюлозная стабилизирующая добавка, которая осуществляет функцию «битумоносителя», что исключает стекание вяжущего составляющего при использовании ЩМА и транспортировке. Гранулит-66 содержит поверхностно-активные вещества, которые активизируют вяжущее.

Модификаторы добавляют битуму пластичность и гибкость при низких температурах, что делает ЩМА устойчивым к различным деформациям и к механическим воздействиям, а также наделяет высокой прочностью.



Рисунок 5 - Стабилизирующая добавка «Гранулит-66»

По внешнему виду представляет собой гранулы цилиндрической формы коричневого цвета [13].

1.4.6 Стабилизирующая добавка «Нанобит-СД»

Производитель – ООО «Селена», г. Шебекино, Белгородская область.

«Нанобит-СД» (Рисунок 6) содержит в своем составе целлюлозное волокно, битум, химическое и органическое волокно, термостабилизирующие компоненты, в различных соотношениях в зависимости от марки продукции, за счет чего «связывает» находящийся в ЩМА битум и предотвращает его стекание с поверхности каменных материалов, что повышает качество поверхности, делает дорожные работы более удобными и эффективными [14].



Рисунок 6 - Стабилизирующая добавка «Нанобит-СД»

Добавка представляет собой коричневые гранулы с содержанием целлюлозы 80-85 % длиной до 8 мм и диаметром 4 мм.

3 МЕТОДИКИ ИСПЫТАНИЙ

Щебеночно-мастичные смеси и асфальтобетоны испытывают по основным техническим показателям согласно ГОСТ 12801-98 [15].

3.1 Определение зернового состава минеральных материалов

Гранулометрический состав песка определяется согласно ГОСТ 8735-88 [16], щебня – согласно ГОСТ 8269.0-97 [17], минерального порошка – согласно - ГОСТ Р 52129-2003 [18].

Зерновой состав материалов определяют путем отсева высушенной до постоянной массы пробы на стандартном наборе сит (40; 20; 15; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16; 0,071).

Просеивание производят механическим или ручным способами. Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течение 1 мин через него проходило не более 0,1% общей массы просеиваемой навески. При механическом просеивании его продолжительность для применяемого прибора устанавливают опытным путем.

По результатам просеивания вычисляют:

- частный остаток на каждом сите (a_i) в процентах по формуле (1):

$$a_i = \frac{m_i}{m} \cdot 100, \quad (1)$$

где m_i - масса остатка на данном сите, г;
 m - масса просеиваемой навески, г.

- полный остаток на каждом сите (A_i) в процентах по формуле (2):

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i, \quad (2)$$

где $a_{2,5}$, $a_{1,25}$, a_i - частные остатки на соответствующих ситах.

3.2 Подбор состава ЩМА-20

Рациональное соотношение содержания щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка, битума и стабилизирующей добавки в смеси определяют в соответствии с требованиями к ГОСТ 31015-2002 [19].

Таблица 4 - Потребность в материалах для приготовления смеси

Материал	Потребность в материале, % по массе
Щебень фракций, мм:	
5-10	10-15
10-15	20-30
15-20	30-50
Песок из отсевов дробления	5-15
Минеральный порошок	10-20
Битум или ПБВ	5,5-6,0

Таблица 5 - Зерновой состав минеральной части ЩМА-20

Содержание минеральных зерен, %, мельче данного размера, мм									
20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
90-100	50-70	25-42	20-30	15-25	13-24	11-21	9-19	8-15	8-13

В применяемом щебне основную часть должна составлять крупная фракция. Минеральную часть подбирают таким образом, чтобы кривая зернового состава расположилась в зоне, ограниченной предельными кривыми, и была плавной. Подбор состава смеси осуществляют с помощью компьютерной программы или вручную.

Количество выделенной фракции в минеральной смеси рассчитывают в зависимости от содержания смешиваемых компонентов и их зерновых составов [20].

3.3 Определение устойчивости смеси к расслаиванию по показателю стекания вяжущего

Приготовленную ЩМАС разогревают до температуры 155 °С и тщательно перемешивают.

Пустой стакан взвешивают, помещают в сушильный шкаф и выдерживают при той же температуре 10 минут. Затем стакан ставят на весы и быстро помещают в него 0,9-1,2кг смеси, взвешивают и закрывают покровным стеклом.

Стакан со смесью помещают в сушильный шкаф, где выдерживают при температуре 155 °С в течение (60 ± 1) минут. Затем стакан вынимают, снимают с него покровное стекло и удаляют смесь, перевернув стакан, не встряхивая вверх дном, на (10 ± 1) секунда. После этого стакан вновь ставят на дно, охлаждают в течение 10 минут и взвешивают вместе с остатками вяжущего и смеси, прилипшей на его внутренней поверхности. Испытание на устойчивость повторяют 2 раза.

Стекание вяжущего B , % по массе, определяют по формуле (3):

$$B = \frac{g_3 - g_1}{g_2 - g_1} \cdot 100 \quad (3)$$

где g_1 , g_2 , g_3 -масса стакана соответственно пустого, со смесью и после ее удаления,г.

Показатель стекания для готовой ЦМА должен быть не более 0,20 % по массе. При подборе составов ЦМА рекомендуется, чтобы показатель стекания вяжущего находился в пределах от 0,07 до 0,15 % по массе.

При показателе стекания больше 0,20 % увеличивают содержание стабилизирующей добавки на 0,05-0,10 % или снижают содержание битума в смеси.

3.4 Приготовление смесей в лаборатории и формование образцов

Образцы из ЦМАС готовят в соответствии с ГОСТ 12801-98 [15] в формах диаметром 71,4 мм.

Перед смешиванием компонентов в лабораторных условиях гранулированную добавку необходимо растолочь в лабораторной ступе до потери формы гранул. Минеральные материалы предварительно разогревают в сушильном шкафу до температуры 160 °С, после чего вводят добавку и смесь интенсивно перемешивают в сухом состоянии. Далее в готовую смесь добавляют битум

нагретый до температуры 150 °С и перемешивают его до полного распределения. В процессе приготовления ЦМАС должна поддерживаться температура 140-150 °С. Время, необходимое для перемешивания, устанавливают опытным путем для каждого вида смесей. Перемешивание считают законченным, если все минеральные зерна равномерно покрыты вяжущим и в готовой смеси нет его отдельных сгустков.

При изготовлении образцов из горячих смесей формы и вкладыши нагревают до температуры 90-100 °С. Форму со вставленным нижним вкладышем наполняют ориентировочным количеством смеси, после чего устанавливают на виброплощадку. Вкладыши должны выступать из формы на 2-2,5 см. Смесь в форме вибрируют в течение $(3,0 \pm 0,1)$ минут при частоте (2900 ± 100) мин⁻¹, амплитуде $(0,40 \pm 0,05)$ мм и вертикальной нагрузке на смесь (30 ± 5) кПа, которая передается на смесь грузом, свободно навешенным на верхний вкладыш формы.

По окончании вибрации форму с образцом снимают с виброплощадки, устанавливают на плиту пресса для доуплотнения под давлением $(20,0 \pm 0,5)$ МПа и выдерживают при этом давлении 3 минуты. Затем нагрузку снимают и извлекают образец из формы выжимным приспособлением и измеряют его высоту штангенциркулем с погрешностью 0,1 мм. Высота образца должна соответствовать его диаметру с погрешностью $\pm 1,5$ мм.

3.5 Определение водонасыщения

Готовые образцы испытывают не ранее чем через 12 часов, но не позднее 48 часов.

Образцы взвешивают на воздухе при температуре окружающей среды. Затем образцы из смесей погружают на 30 минут в сосуд с водой, имеющей температуру (20 ± 2) °С, таким образом, чтобы уровень воды в сосуде был выше поверхности образцов не менее чем на 20 мм, после чего образцы взвешивают в воде, следя за тем, чтобы на образцах не было пузырьков воздуха. После взвешивания в воде образцы обтирают мягкой тканью и вторично взвешивают на воздухе при температуре окружающей среды.

Образцы из смесей, взвешенные на воздухе и в воде, помещают в вакуумную установку с температурой воды (20 ± 2) °С, где создают и поддерживают давление не более 2000 Па (15 мм рт. ст.) в течение 1 ч. Затем давление доводят до атмосферного и образцы выдерживают в том же сосуде с водой с температурой (20 ± 2) °С в течение 30 минут. После этого образцы извлекают из сосуда, взвешивают в воде, обтирают мягкой тканью и взвешивают на воздухе.

Водонасыщение образца $W, \%$, вычисляют по формуле (4):

$$W = \frac{g_5 - g}{g_2 - g_1} 100 \quad (4)$$

где g - масса образца, взвешенного на воздухе, г;

g_1 - масса образца, взвешенного в воде, г;

g_2 - масса образца, выдержанного в течение 30 мин в воде и взвешенного на воздухе, г;

g_5 - масса насыщенного водой образца, взвешенного на воздухе, г.

За результат определения водонасыщения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение трех определений.

3.6 Определение предела прочности при сжатии

Перед испытанием образцы термостатируют при заданной температуре: (50 ± 2) °С, (20 ± 2) °С. Образцы из горячих смесей выдерживают при заданной температуре в течение 1 ч в воде.

Предел прочности при сжатии образцов определяют на прессах при скорости движения плиты пресса $(3,0\pm 0,3)$ мм/мин.

Образец, извлеченный из сосуда для термостатирования, устанавливают в центре нижней плиты пресса, затем опускают верхнюю плиту и останавливают ее выше уровня поверхности образца на 1,5-2 мм. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец.

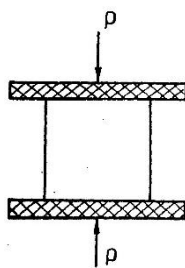


Рисунок 7 – Схема испытания образца на сжатие

Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую нагрузку.

Предел прочности при сжатии $R_{сж}$, МПа, вычисляют по формуле (5):

$$R_{сж} = \frac{P}{F} 10^{-2} \quad (5)$$

где P -разрушающая нагрузка, Н;

F -первоначальная площадь поперечного сечения образца, $см^2$;

10^{-2} -коэффициент пересчета в МПа.

За результат определения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний трех образцов.

3.7 Определение предела прочности на растяжение при расколе

Перед испытанием образцы термостатируют при заданной температуре $(0 \pm 0,5) ^\circ C$ в течение не менее 1 ч в воде.

Предел прочности на растяжение при расколе образцов определяют на прессах при заданной постоянной скорости движения плиты пресса (50 ± 1) мм/мин.

Образец, извлеченный из сосуда для термостатирования, устанавливают в центре нижней плиты пресса на боковую поверхность, затем опускают верхнюю плиту и останавливают ее выше уровня поверхности образца на 1,5-2 мм. Это может быть достигнуто соответствующим подъемом нижней плиты пресса. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец.

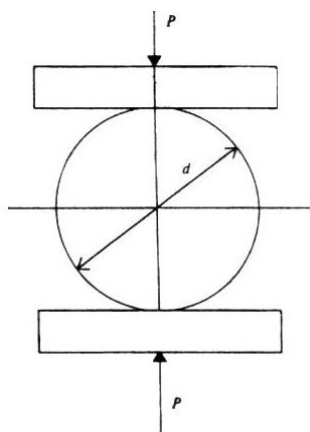


Рисунок 8 – Схема испытания образца на растяжение при расколе

Максимальное показание силоизмерителя принимают за разрушающую нагрузку.

Предел прочности на растяжение при расколе R_p , МПа, вычисляют по формуле (6):

$$R_p = \frac{P}{hd} 10^{-2} \quad (6)$$

где P -разрушающая нагрузка, Н;
 h -высота образца, см;
 d -диаметр образца, см;
 10^{-2} -коэффициент пересчета в МПа.

За результат определения принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение испытаний трех образцов.

3.8 Определение сдвигоустойчивости по коэффициенту внутреннего трения и по сцеплению при сдвиге

Для испытания асфальтобетона на сдвигоустойчивость готовят четное число образцов в количестве не менее бшт.

Перед испытанием образцы и обжимное устройство выдерживают в течение 1 ч при заданной температуре (50 ± 2) °С в воде. Половина образцов предназначается для испытания при одноосном сжатии, другая половина – при сжатии по схеме Маршалла.

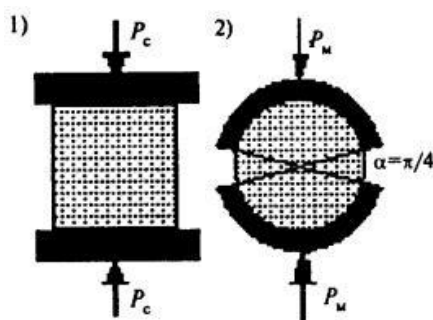


Рисунок 9 -Схемы испытания образцов на сдвигоустойчивость:

1 - при одноосном сжатии; 2 - при сжатии по схеме Маршалла

Максимальные разрушающие нагрузки и соответствующие предельные деформации образцов определяют при двух схемах нагружения: при одноосном сжатии и при сжатии по схеме Маршалла. Скорость нагружения образцов для обеих схем сжатия следует принимать одинаковой и равной $(50,0 \pm 1,0)$ мм/мин.

Образец, извлеченный из термостатирующего устройства, устанавливают в центре нижней плиты пресса при первой схеме сжатия или в нижнюю часть обжимного устройства при второй схеме сжатия.

Верхняя плита пресса должна находиться на расстоянии 5 - 10 мм от верха образца или от верхней части обжимного устройства. После этого включают электродвигатель пресса и начинают нагружать образец.

В процессе испытания образца фиксируют максимальное показание силоизмерителя, которое принимают за разрушающую нагрузку. Одновременно с помощью индикатора перемещений замеряют предельную деформацию, соответствующую разрушающей нагрузке или началу стадии текучести, и время нагружения образца по секундомеру. Допускается определять предельную деформацию по произведению постоянной скорости деформирования на время нагружения образца.

Для каждого образца, испытанного на одноосное сжатие и на сжатие по схеме Маршалла, вычисляют работу A , Дж, затраченную на разрушение, по формуле (7):

$$A = \frac{Pl}{2} \tag{7}$$

где P -разрушающая нагрузка, кН;
 l - предельная деформация, мм.

Среднюю работу деформирования образцов при одноосном сжатии и при сжатии по схеме Маршалла вычисляют с точностью до второго десятичного знака как среднеарифметическое значение результатов испытания не менее трех образцов.

Коэффициент внутреннего трения асфальтобетона $tg\varphi$ вычисляют по формуле (8):

$$tg\varphi = \frac{3(A_m - A_c)}{3A_m - 2A_c} \quad (8)$$

где A_m , A_c - средняя работа деформирования образцов асфальтобетона при испытании соответственно по схеме Маршалла и при одноосном сжатии, Дж.

Сцепление при сдвиге C_n , МПа, вычисляют по формуле (9):

$$C_n = \frac{1}{6}(3 - 2tg\varphi)R_c \quad (9)$$

где R_c - предел прочности при одноосном сжатии.

3.9 Определение водостойкости при длительном водонасыщении

Образцы насыщают в вакуумной установке по методике определения водонасыщения.

Образцы, насыщенные в вакуумной установке, переносят в другой сосуд с водой, в котором выдерживают в течение 15 суток, температуру воды поддерживают в пределах (20 ± 5) °С. По истечении 15 суток образцы извлекают из воды, обтирают мягкой тканью и определяют предел прочности при сжатии.

По результатам испытаний с точностью до второго десятичного знака вычисляют водостойкость $K_{вд}$ после длительного водонасыщения по формуле (10):

$$K_{\text{вд}} = \frac{R_{\text{сж}}^{\text{вд}}}{R_{\text{сж}}^{20}} \quad (10)$$

где $R_{\text{сж}}^{\text{вд}}$ - предел прочности при сжатии при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ образцов после насыщения водой в течение 15 суток, МПа;

$R_{\text{сж}}^{20}$ - предел прочности при сжатии при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ образцов до насыщения водой, МПа.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Перечень используемого оборудования и их основные технические характеристики представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики оборудования

Наименование, марка	Класс точности или погрешность	Предел измерения СИ
Сушильный шкаф Binder FD53	при 70 °С $\pm 0.8^{\circ}\text{C}$; при 150 °С $\pm 2^{\circ}\text{C}$ при 300 °С $\pm 3.7^{\circ}\text{C}$	5-300 °С
Виброплощадка ВПУ-Ф	± 100 кол/мин; $\pm 0,05$ мм	
Пресс гидравлический ПСУ-10	± 2 %	100 кН
Весы Shinko AJ-6200	I	6200 г
Испытательный пресс ДТС-06-50-100	не более 1% в диапазоне от 4 до 100 кН- ± 40 Н при нагрузках менее 4 кН	100 кН
Термокриостат ТКС-20	$\pm 0,1$ °С	от -20 до +80 °С

4.1 Определение зернового состава минеральных материалов

Первым этапом исследований является подбор оптимального состава ЦМАС относительно зернового состава. Щебень, песок из отсеков дробления и минеральный порошок предварительно высушенные в сушильном шкафу (Рисунок 10) просеяли на стандартном наборе сит (Рисунок 11) в количестве 10000, 1000 и 50 г соответственно.



Рисунок 10 – Сушильный шкаф Binder FD53



Рисунок 11 – Набор сит для испытания песка и щебня с размерами ячеек 40; 20; 15; 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16; 0,071

Зерновой состав минеральных компонентов представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Зерновые составы материалов

Наименование материалов	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.										
	40	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень к-ра "Булатово" 5-20 мм	100,0	94,1	50,9	20,5	3,3	2,1	1,8	1,5	1,5	0,6	0,4
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	100,0	100,0	100,0	97,0	73,2	44,2	34,2	24,9	17,4	4,0	2,2
Минеральная часть	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,0	89,9	82,1

4.2 Подбор состава ЩМА-20

В соответствии с определенным зерновым составом материалов и относительно таблицы 3 подобран зерновой состав смеси (Таблица 8) таким образом, что кривая (Рисунок 12) находится в зоне, ограниченной предельными кривыми.

Таблица 8 – Зерновой состав асфальтобетонной смеси

Наименование материалов	Содержание, %	Массовая доля, %, зерен мельче данного размера, мм.									
		20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Щебень к-ра "Булатово" 5-20 мм	78	73,4	39,7	16,0	2,6	1,6	1,4	1,2	1,2	0,5	0,3
Отсев к-ра "Булатово" 0-5 мм	7	7,0	7,0	6,8	5,1	3,1	2,4	1,7	1,2	0,3	0,2
Минеральная часть	15	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	14,8	13,5	12,3
Итого:	100	95,4	61,7	37,8	22,7	19,7	18,8	17,9	17,2	14,2	12,8
Требования ГОСТ 31015-2002	Мин.	90,0	50,0	25,0	20,0	15,0	13,0	11,0	9,0	8,0	8,0
	Макс.	100,0	70,0	42,0	30,0	25,0	24,0	21,0	19,0	15,0	13,0

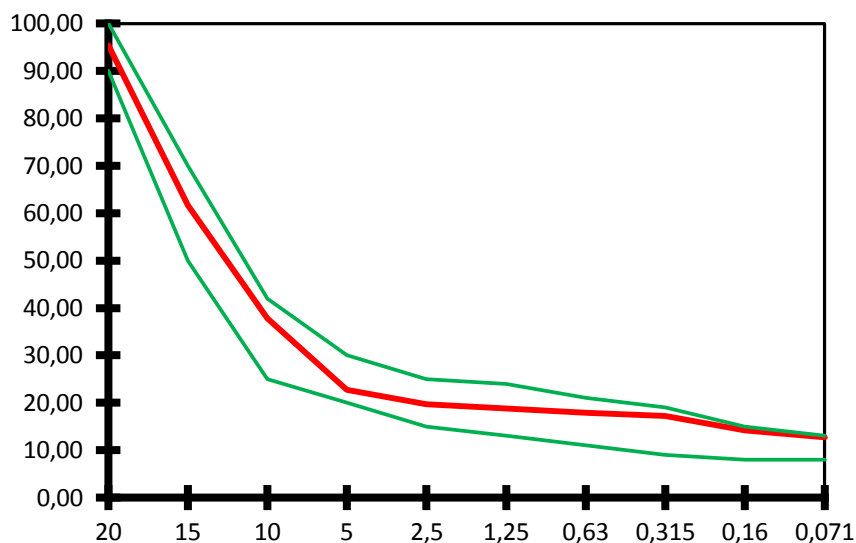


Рисунок 12 – График подбора состава асфальтобетона

4.3 Определение устойчивости смеси к расслаиванию по показателю стекания вяжущего

При подборе содержания битума и добавки в смеси, соотношение определялось исходя из устойчивости смеси к расслаиванию по показателю стекания вяжущего и рекомендаций производителя. Были рассмотрены варианты содержания каждой добавки в составе смеси в количестве 0,3-0,6 % с шагом 0,05 % с различным содержанием битума. При применении в ЦМАС добавок в

количестве 0,3-0,55 %, показатель стекания вяжущего превышал требуемые по ГОСТ 31015-2002 0,20 % по массе.

Подобранный состав ЩМАС с применением стабилизирующих добавок представлен в таблицах 9-11.

Таблица 9 – Состав ЩМАС с применением стабилизирующей добавки «Хризопро» (0,6 % от массы смеси – 14,4 г), модификатора «Dorflex®BA» (0,6 % от массы смеси – 14,4 г.) и стабилизирующей добавки «Нанобит-СД» (0,6% от массы минеральной части – 13,6 г.)

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка на замес, кг
Фракция 0-5 мм	7,7	7,3	0,174
Фракция 5-10 мм	15,1	14,3	0,342
Фракция 10-15 мм	23,9	22,6	0,542
Фракция 15-20 мм	38,3	36,1	0,868
Минеральная часть	15,0	14,2	0,340
Битум	5,9	5,6	0,134

Таблица 10 - Состав ЩМАС с применением стабилизирующей добавки «Стилобит» (0,6 % от массы минеральной части – 13,64 г)

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка на замес, кг
Фракция 0-5 мм	7,7	7,3	0,174
Фракция 5-10 мм	15,1	14,2	0,341
Фракция 10-15 мм	23,9	22,5	0,540
Фракция 15-20 мм	38,3	36,0	0,866
Минеральная часть	15,0	14,2	0,339
Битум	6,2	5,8	0,140

Таблица 11 – Состав ЩМАС с применением модификатора «Унирем» (14 % от массы битума – 16,66 г) и стабилизирующей добавки «Гранулит-66» (0,6 % от массы смеси – 14,4 г)

Наименование материала	Состав а/б смеси, % (битум >100%)	Состав а/б смеси, % (битум в 100%)	Дозировка на замес, кг
Фракция 0-5 мм	7,7	7,3	0,176
Фракция 5-10 мм	15,1	14,4	0,344
Фракция 10-15 мм	23,9	22,7	0,545
Фракция 15-20 мм	38,3	36,4	0,874
Минеральная часть	15,0	14,3	0,342
Битум	5,2	4,9	0,119

4.4 Приготовление смесей в лаборатории и формование образцов

Вторым этапом проведения исследований является формование образцов ЩМА. Готовой горячей смесью в количестве 720 ± 5 г наполнили разогретые до 90-100 °С формы диаметром 71,4 мм (Рисунок 13).



Рисунок 13 – Форма ЛО-275

Уплотнение образцов из горячих смесей производили вибрированием на виброплощадке ВПУ-Ф (Рисунок 14) с последующим доуплотнением прессованием на прессе гидравлическом ПСУ-10 (Рисунок 15). После чего образцы извлекали образец из формы выжимным устройством (Рисунок 16)



Рисунок 14 – Виброплощадка ВПУ-Ф



Рисунок 15 – формирование образцов на прессе гидравлическом ПСУ-10



Рисунок 16 – Выталкиватель образцов асфальтобетона из пресс-форм ВО-30

Все испытываемые образцы соответствовали требуемым размерам к высоте $71,4 \pm 1,5$ мм.

4.5 Определение водонасыщения

Третьим этапом проведения исследований является определение физико-механических характеристик ЦМА.

В первую очередь определялось водонасыщение образцов. Испытание проводилось на трех образцах с применением вакуумной установки ВУ-976а (Рисунок 17) для водонасыщения образцов, а также при помощи весов Shinko

AJ-6200 (Рисунок 18) с возможностью гидростатического взвешивания для определения массы образцов на воздухе и в воде.



Рисунок 17 – Вакуумная установка ВУ-976а



Рисунок 18 – Весы Shinko AJ-6200

4.6 Определение предела прочности при сжатии

Прочность образцов при сжатии определялась при 20 и 50 °С. Перед испытанием образцы термостатировали в течении часа в термостате ТКС-20 (Рисунок 19) при 20 и 50 °С, после чего обтирали мягкой тканью и испытывали на сжатие на испытательном прессе ДТС-06-50-100 (Рисунок 20) при скорости движения плиты пресса $(3,0 \pm 0,3)$ мм/мин.



Рисунок 19 – Термокриостат ТКС-20



Рисунок 20 – Испытательный пресс ДТС-06-50-100

Прочность асфальтобетона характеризуется предельным напряжением, выше которого образец теряет способность сопротивляться внешнему воздействию.

4.7 Определение предела прочности на растяжение при расколе

Трещиностойкость определяется при температуре образцов $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ при скорости движения плиты $(50,0\pm 1,0)$ мм/мин. При низких температурах испытания достижение предела прочности сопровождается нарушением сплошности образца. После нагружения на образце наблюдается характерная трещина (Рисунок 21).



Рисунок 21 – Образец, испытанный на трещиностойкость

4.8 Определение сдвигоустойчивости по коэффициенту внутреннего трения и по сцеплению при сдвиге

Перед испытанием на сдвигоустойчивость образцы и обжимное устройство термостатировали при температуре $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течении часа, после чего обтирали мягкой тканью и испытывали на испытательном прессе при скорости движения плиты $(50,0\pm 1,0)$ мм/мин. Образцы до и после испытания представлены на рисунке 22 и 23.

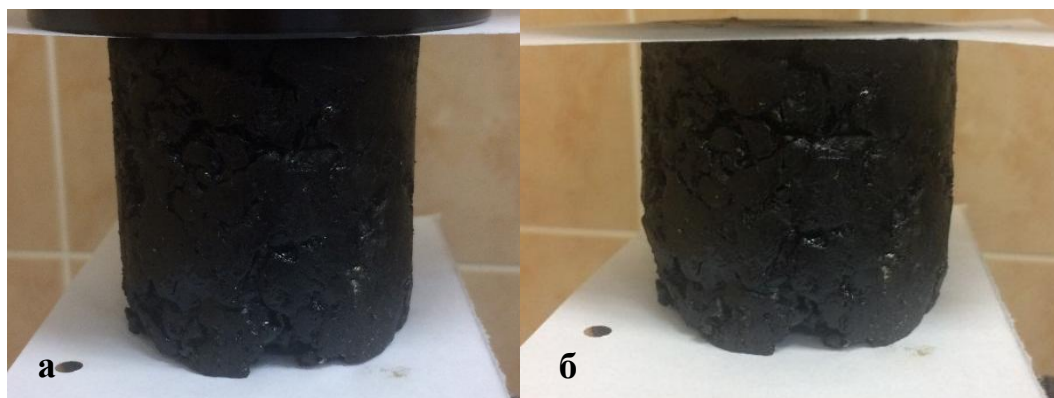


Рисунок 22 – Образец (а) до и (б) после испытания при одноосном сжатии



Рисунок 23 – Образец (а) до и (б) после испытания по схеме Маршалла

При повышенных температурах в материале под нагрузкой возникают значительные пластические деформации (вязкое разрушение) без заметного трещинообразования.

4.9 Определение водостойкости при длительном водонасыщении

Образцы испытанные на водонасыщение поместили в сосуд с водой, в котором выдерживали в течение 15 суток при температуре воды $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ (Рисунок 24).



Рисунок 24 – Образцы при определении водостойкости при длительном водонасыщении.

По истечении 15 суток образцы испытывали на сжатие на испытательном прессе ДТС-06-50-100 при скорости движения плиты прессы $(3,0\pm 0,3)\text{мм/мин}$.

5 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

По результатам испытаний составлена сравнительная таблица показателей определения физико-механических характеристик щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси с 6 различными добавками.

Таблица 12 - Сравнительная таблица физико-механических характеристик ЩМА.

Испытание	нормы по гост 31015-2002	Хризопро – 0,6 % (от массы смеси); битум – 5,6 % (в 100 %)	Унирем – 14 % (от массы битума); битум – 5,2 % (сверх 100 %)	Стилобит – 0,6 % (от массы мин. части); битум – 5,8 % (в 100 %)	Dorflex®BA – 0,6 % (от массы смеси); битум 5,5 % (в 100 %)	Гранулит-66 – 0,6 % (от массы смеси); битум – 5,2 % (сверх 100 %)	Нанобит-СД – 0,6 % (от массы мин. части); битум – 5,6 % (в 100%)
Стекание вяжущего В, % по массе	0,07-0,15	0,11	0,10	0,11	0,14	0,13	0,24
Водонасыщение W, %	1,0-4,0	2,49	2,95	3,78	3,84	3,55	3,34
Водостойкость Квд	не менее 0,85	0,87	0,95	0,98	0,66	0,85	1,49
Предел прочности при сжатии R _{сж} при 20 °С	не менее 2,2	2,84	3,06	2,66	3,66	2,44	1,17
Предел прочности при сжатии R _{сж} при 50 °С	не менее 0,65	1,11	1,45	0,66	1,49	0,96	0,43
Коэффициент внутреннего трения асфальтобетона tgφ	не менее 0,93	0,95	0,96	0,97	0,96	0,97	0,98
Сцепление при сдвиге Сл, МПа	не менее 0,18	0,35	0,32	0,18	0,36	0,26	0,18
Предел прочности на растяжение при расколе R _p МПа	2,5-6,0	3,2	2,9	3,2	3,3	3,2	2,8

Образцы ЩМА с добавками «Хризопро» и «Стилобит» отвечают требованиям ГОСТ 31015-2002 по всем показателям. Соответственно, добавки полностью выполняют свое предназначение и могут быть рекомендованы для применения в составе щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

Образцы ЩМА с добавкой «Dorflex®BA» не соответствуют ГОСТ 31015-2002 по показателю водостойкости при длительном водонасыщении. Остальные показатели демонстрируют очень хорошие результаты.

Образцы ЩМА с добавками «Унирем» и «Гранулит» по физико-механическим показателям соответствуют требованиям ГОСТ 31015-2002, однако

содержание битума в смесях составляет 5,2 %, что является меньше требуемых 5,5-6,0 %.

Образцы ЩМА с добавкой «Нанобит-СД» не соответствуют требованиям ГОСТ 31015-2002 по показателям стекания вяжущего и прочности при 20 и 50 °С. В целях повышения прочности необходимо увеличить в допустимых пределах содержание минерального порошка.

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА И СТОИМОСТИ ДОБАВОК С УЧЕТОМ ЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТИРОВКУ НА УСТРОЙСТВО 1 КМ ДОРОГИ

Необходимо рассчитать расход добавок для укладки ЦМАС на участке протяженностью 1 км.

Исходные данные представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Исходные данные

Наименование	Значение
Толщина слоя ЦМА, h, м	0,05
Ширина полосы, a, м	3,5
Протяженность участка, l, м	1000
Плотность ЦМА, ρ , кг/м ³	2600

Объем необходимой ЦМАС определяем по формуле (11)

$$V = h \cdot a \cdot l \quad (11)$$

$$V = 1000 \cdot 3,5 \cdot 0,05 = 175 \text{ м}^3$$

Требуемую массу смеси находим по формуле (12):

$$m = V \cdot \rho \quad (12)$$

$$m = 175 \cdot 2600 = 455000 \text{ кг} = 455 \text{ т}$$

Требуемое количество добавок представлено в таблице 14.

Таблица 14 – Расход добавок

Наименование добавки	Расход, %	Количество, т
Хризопро	0,6 % (от массы смеси)	2,73
Унирем	14 % (от массы битума)	3,15
Стилобит	0,6 % (от массы мин. части)	2,57
Dorflex®BA	0,6 % (от массы смеси)	2,73
Гранулит-66	0,6 % (от массы смеси)	2,73
Нанобит-СД	0,6 % (от массы мин. части)	2,57

Наименьший расход представляет стабилизирующая добавка «Стилобит» и «Нанобит-СД».

В соответствии со Сборником ССЦ (средних сметных цен) Архангельской области (3 квартал 2017 года) перевозка 1 тн груза 1 класса на 200 км составляет 1628,73 руб. Свыше 200 км за каждый км прибавляется по 15,24 руб.

Для расчета стоимости добавок с учетом затрат на транспортировку необходимо знать их отпускную цену, а также дальность перевозки. Данные параметры и итоговая стоимость представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Стоимость добавок с учетом затрат на транспортировки

Наименование добавки	Отпускная цена, руб/т	Дальность перевозки, км	Требуемое количество, т	Стоимость доставки, руб	Итоговая стоимость, руб
Хризопро, (г. Ясный, Оренбургская область)	35 000	2582	2,73	103 550,02	199 100,02
Унирем (г. Подольск, Московская область)	136 000	1287	3,15	57 313,02	480 713,02
Стилобит (г. Екатеринбург)	39 500	1965	2,57	73 315,24	174 830,24
Dorflex®ВА (г. Санкт-Петербург)	160 000	1118	2,73	38 193,57	474 993,57
Гранулит-66 (г. Нижний Новгород)	37 000	1274	2,73	44 683,98	145 693,98
Нанобит-СД (г. Шебекино, Белгородская область)	42 000	1939	2,57	68 111,06	176 051,06

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работ по Государственному контракту от 26 июня 2017 г. №399/08 были полностью решены все экспериментальные и методические задачи, поставленные в техническом задании:

1. Подобраны составы щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС) с добавками «Хризопро», «Унирем», «Dorflex®ВА», «Стилобит», «Гранулит-66» и «Нанобит-СД».

2. Проведены испытания образцов щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) на соответствие ГОСТ 31015-2002. По результатам испытаний стабилизирующая добавка «Хризопро» считается наиболее оптимальной для применения в северных условиях. Волокна хризотил-асбеста, адсорбирующие на своей поверхности значительно большее количество битума, позволяют получить ЩМА с высокими физико-механическими характеристиками, в особенности повышая сдвигоустойчивость (0,35 МПа) и предотвращая поступление влаги в структуру асфальтобетонного покрытия по результатам определения водонасыщения (2,49 %).

3. Определен расход и стоимость добавок с учетом затрат на транспортировку на устройство 1 км дороги. Наименьшую стоимость представляет стабилизирующая добавка «Гранулит-66», которая составляет 145 693,98 руб.

4. Настоящие выводы носят исключительно рекомендательный характер.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Арутюнов В., Кирюхин Г., Юмашев В. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России//Дороги России XXI века. - 2002. - № 3. - с. 58 - 61

2 Чернов С.А., Чирва Д.В., Леконцев Е.В. «Влияние полимерно-битумного вяжущего на процессы колееобразования в верхних слоях покрытий автомобильных дорог». // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». - 2012. - №4;

3 Ульмгрен Н., Дымов С. «Зарубежный опыт применения щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей (на примере шведского концерна NCC)». // Материалы и конструкции. Дорожная техника. – 2003. – с. 22-31;

4 Борисенко Ю.Г., Казарян С.О., Ресть Е.В. «Эффективность применения стабилизирующих добавок из порошковых пористых материалов в щебеночно-мастичном асфальтобетоне» // Наука. Инновации. Технологии.–2013.-№3. – с. 50-56;

5 Стебаков А.П., Кирюхин Г.Н., Гопин О.Б. «Щебеночно-мастичный асфальтобетон – будущее дорожных покрытий». // Строительная техника и технологии. – 2002. - №3. – с. 25-29;

6 Баранов И.А. «Оценка эффективности стабилизирующих добавок для улучшения структуры и свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона»: диссертация кандидата технических наук: 05.23.05 / Баранов Игорь Александрович; [Место защиты: Ивановский государственный политехнический университет - ФГБОУ ВПО].- Иваново, 2015.- 176 с.;

7 Пат. 2273615 Российская федерация,МПК С04В26/26, С08L95/00. Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальтобетона / Джазанян Э.С., Григорян А.Р., Мутафян К.С. - № 2004117759/03; заявл. 15.06.2004; опубл. 10.04.2006;

8 СТО 05029994-001-2016 Стабилизатор гранулированный (гранулированный в связанном виде) "Хризопро" для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Технические условия. - Введ. 2016-04-12. – г. Ясный.: ОАО "Оренбургские минералы";

9 Хризотилковое волокно [Электронный ресурс] – URL: <http://orenmin.ru/mineral/hrizotil/>;

10 Стилобит [Электронный ресурс] – URL: <http://www.stilobit.ru/production/stilobit/>;

11 О применении модификатора асфальтобетона «DORFLEX ВА» на объекте: «Кольцевая автомобильная дорога вокруг Санкт-Петербурга»: технический отчет / Санкт-Петербург, 2013. – 12 с.;

12 О модификаторе Унирем [Электронный ресурс] – URL: <http://ntstroy.com/o-modifikatore-unirem.html>;

13 «Гранулит-66» стабилизирующая добавка для ЦМА [Электронный ресурс] – URL: <https://www.granulit66.ru/>;

14 СТО 22320188-002-2011 Добавка стабилизирующая «Нанобит-СД» для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Технические условия. - Введ. 2011-06-06. – г. Шебекино.: ООО «Селена»;

15 ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний (с Изменением N 1). – Введ. 1999-01-01. – М.: ФГУП «Союздорнии»

16 ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний. - Взамен ГОСТ 8725-75, ГОСТ 25589-83; введ.1989-07-01. - М.:Стандартиформ, 1989. – 6 с.;


17 ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний (с Изменениями N 1, 2). - Взамен ГОСТ 3344-83, ГОСТ 7392-85, ГОСТ 8269-87 ; введ.1998-07-01. - М.: ФГУП «Союздорнии», 1998

18 ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия. – Введ. 2003-06-27. – М.: ФГУП «Союздорнии»

19 ГОСТ 31015-2002. Смесей асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. – Введ. 2003-05-01. – М.: ФГУП «Союздорнии»

20 Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) / ФГУП «Союздорнии». - М., 2002. - 36 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Паспорта на материалы



ООО "Булат - СБС"

164 260, п. Плесецк,
Архангельской обл. Плесецкого
района, ул. Слепяна д. 6-а
Тел.8(81832)7-45-10

ПАСПОРТ

На щебень базальтовый ГОСТ 8267-93

Выдан : « 1 » Февраля 2017 г.


Щебень фракции (мм): 5-20 мм

1.Зерновой состав (в % по массе)

Размеры отверстий контрольных сит (мм)	Частные остатки (% по массе)	Полные остатки (% по массе)	Требования ГОСТ полные остатки (% по массе)
25	-	-	До 0,5
20	3,0	3,0	До 10
12,5	54,7	57,7	От 30 до 60
5	40,2	97,9	От 90 до 100
2,5	2,1	100	-

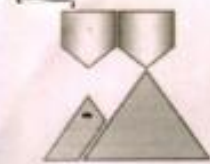
2.Насыпная плотность (объемный вес t/m^3)	1,6
3.Истинная плотность (t/cm^3)	2,95
4.Содержание пылевидных и глинистых частиц (%)	0,8
5.Содержание глины в комках (%)	0,00
6.Содержание зерен слабых пород (%)	0,00
7.Содержание зерен пластинчатой и игольчатой формы (%)	9,7
8.Марка по морозостойкости	F400
9.Марка щебня по прочности (дробимости)	1400
10.Марка щебня по истираемости	И1
11.Удельная эффективная активность естественных радионуклидов Бк/кг	139,41

Контролер КП и ТП



Родионова Н.В.

Рисунок А.1 – Паспорт на щебень базальтовый



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

“ДОБРЯТИНСКИЙ КОМБИНАТ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ”

ИНН 3314007436

КПП 331401001

ОГРН 1123304000170

ДКМП

601580, Владимирская область, Гусь-Хрустальный р-н, п.Добрятино, ул. Новая Стройка, д.2
Тел. +7 (49241) 54648, +7 (49241) 54640, +7(49241) 54614, e-mail: dkmp@karbonat.ru

ПАСПОРТ КАЧЕСТВА № 348

Известняк молотый 0-0,1

ДАТА ОТГРУЗКИ 5.09.2017г

№ ТРАНСПОРТА 60971464

ВЕС 60,10

Архангельск

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ:

№ п/п	Наименование показателя	Количество, по норме	Количество, по факту
1.	Массовая доля окиси кальция (CaO)	Не менее 52,0%	52,1
2.	Массовая доля окиси магния (MgO)	Не более 5,0%	0,69
3.	Массовая доля окиси алюминия (Al ₂ O ₃)	Не более 1,5%	0,07
4.	Массовая доля окислов железа в перерасчете на Fe ₂ O ₃	Не более 0,1%	0,083
5.	Массовая доля двуокиси кремния (SiO ₂)	Не более 2,0%	0,62
6.	Массовая доля влаги.	Не более 0,5%	0,08

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Более 0,1 мм % не более	5,0	4,8
Проход через сито 0,1мм, %, не менее	95,0	95,2

Паспорт качества соответствует ТУ 5716-001-37479474-2014 от 17.06.2014г.

Изменение №3 зарегистрировано 28.10.2016г.

Тара осмотрена и загружена Гусев И
Майков П
Майшова А



Рисунок А.2 – Паспорт на известняк молотый 0-0,1



Открытое акционерное общество «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез»
Юридический адрес и место производства:
Росенбургская Федерация, 150023, г. Ярославль, Московский проспект, дом 130;
e-mail: post@yafnos.slavneft.ru;
телефон/факс: (4852)49-81-00/40-76-76

Сертификат соответствия системы менеджмента качества
ISO 9001:2008 №14.0729.026, срок действия до 11.07.2017

Испытательная лаборатория нефтепродуктов ЦЭЛ
150023, г. Ярославль, Московский проспект, дом 130;
Открытое акционерное общество «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез»
e-mail: post@yafnos.slavneft.ru; телефон/факс: (4852)49-81-00/40-76-76
Аттестат аккредитации № RA.RU.22HX06
Срок действия аттестата аккредитации: не ограничен



ПАСПОРТ № 931

Битум БНД-У 100/130 "Битурокс"

Обозначение документов, устанавливающих требования к продукции:
ТУ 0256-001-50945912-2002 с изменением 1 "Битум нефтяной
дорожный улучшенный "Битурокс". Технические условия"
Код ОКПД 2 19.20.42.121

Сертификат соответствия № РОСС RU.HX10.H03364 №1816963
Срок действия - по 16.12.2018

Номер партии: 189
Дата изготовления: 07 июля 2017 г.
Размер партии (масса): 305 т
Место отбора пробы (по ГОСТ 2517): Е-04
Дата отбора пробы: 07 июля 2017 г.
Дата проведения испытаний: 07 июля 2017 г.
Паспорт выдан на основании протокола испытаний № 734457 от 07 июля 2017 г.



2008

№	Наименование показателя	Метод испытания	Норма по ТУ 0256-001-50945912-2002	Фактическое значение
1.	Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	ГОСТ11501	100 - 130	112
2.	Глубина проникания иглы при 0°C, 0,1 мм	ГОСТ11501	не менее 28	29
3.	Температура размягчения по кольцу и шару, °C	ГОСТ11506	не ниже 44	44
4.	Растяжимость при 25°C, см	ГОСТ11505	не менее 90	100
5.	Растяжимость при 0°C, см	ГОСТ11505	не менее 5.0	5.7
6.	Температура хрупкости, °C	ГОСТ11507	не выше -23	-25
7.	Температура вспышки, определяемая в открытом тигле, °C	ГОСТ4333	не ниже 230	260
8.	Изменение температуры размягчения после прогрева, °C	ГОСТ18180, ГОСТ11506, по п.5.2.7 ТУ 0256-001-50945912	не более 5	5
9.	Индекс пенетрации	по приложению 2 ГОСТ 22245	от -1.0 до +1.0	-0.8

Заключение: Битум нефтяной дорожный вязкий улучшенный БНД-У 100/130 "Битурокс" **соответствует требованиям:**
- ТУ 0256-001-50945912-2002 с изменением 1 "Битум нефтяной дорожный улучшенный "Битурокс". Технические условия"

Дополнительная информация:

- транспортирование и хранение по ГОСТ 1510;
- гарантийный срок хранения - 1 год с даты изготовления;
- область применения битума в соответствии с пунктом 5 Статьи 1 Технического регламента Таможенного союза "Безопасность автомобильных дорог" (ТС 014/2011)



Дата выдачи паспорта

И.А. Смирнова
Г.И. Фомичёва

И.А. Смирнова

Г.И. Фомичёва

08 июля 2017 г.

Рисунок А.3 – Паспорт на битум

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Сертификаты соответствия

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ	
	СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
№	РОСС RU.СЛ84.Н01249
Срок действия с	15.04.2016 по 15.04.2019
	№ 1986872
ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ	РОСС RU.0001.11СЛ84
Строительных материалов, изделий и конструкций «НВ-Стройсертификация» Россия, 140050, Московская обл., Люберецкий р-н, п. Красково, ул. К.Маркса, 117; телефон (499) 501-19-49, факс (495) 557-30-88	
ПРОДУКЦИЯ	код ОК 005 (ОКП):
Гранулированный стабилизатор (гранулированный в связанном виде) «ХРИЗОПРО» для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей Выпускается по СТО 05029994-001-2016 Серийный выпуск	57 1611
СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ	код ТН ВЭД России:
СТО 05029994-001-2016	2530 90 000 9
ИЗГОТОВИТЕЛЬ	
Акционерное общество Кiemбаевский горно-обогатительный комбинат "ОРЕНБУРГСКИЕ МИНЕРАЛЫ". Россия, 462781, Оренбургская обл., г. Ясный, ул. Ленина, д. 7; ИНН 5618000027; телефон (35368) 2-01-60, факс 2-03-44	
СЕРТИФИКАТ ВЫДАН	
Акционерное общество Кiemбаевский горно-обогатительный комбинат "ОРЕНБУРГСКИЕ МИНЕРАЛЫ"	
НА ОСНОВАНИИ	
Протокола сертификационных испытаний № 17 (с прил.1) от 15.04.2016 г., проведенных ИЛ «НВ-Стройиспытания» (рег. № РОСС RU.0001.21СА07 от 25.06.2012 г.); Решения органа по сертификации № 17 от 15.04.2016 г. о выдаче сертификата соответствия.	
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ	
Сертификация проведена по схеме 3с Коды: ЕТСНГ 233190, ГНГ 25309000, ОКС 93.080.20	
	Руководитель органа _____ Эксперт _____
	Четников Ю.Ю. инициалы, фамилия Корюшнин А.И. инициалы, фамилия
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	

Рисунок Б.1 – Сертификат соответствия гранулированный стабилизатор

«Хризопро»



Рисунок Б.2 – Сертификат соответствия стабилизирующая добавка «Стилобит»

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.АЮ64.Н08392

Срок действия с 23.06.2016 по 22.06.2019

№ 2091329

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ продукции и услуг «Полисерт» АНО «Электросерт». Место нахождения: 129226, Российская Федерация, г. Москва, ул.Сельскохозяйственная, дом 12а. Фактический адрес: 129110, Российская Федерация, г. Москва, ул. Щепкина, дом 47, стр.1. Телефон:(495)995-10-26, факс: (495) 995-10-26. Адрес электронной почты: info@certif.ru. Аттестат аккредитации № RA.RU.10АЮ64 от 21.07.2015 выдан Федеральной службой по аккредитации.

ПРОДУКЦИЯ Материалы композиционные "УНИРЕМ" на основе активного резинового порошка: модификация "УНИРЕМ-001" (порошок), модификация "УНИРЕМ-002" (гранулы)
Серийный выпуск по СТО 44419355-001-2015

код ОК 005 (ОКП):

25 1918

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ
СТО 44419355-001-2015, СанПиН 2.6.1.253-09 (НРБ 99/2009)

код ТН ВЭД России:

4005 10 000 0

ИЗГОТОВИТЕЛЬ ООО "Новые технологии строительства" (ООО "НТС").
Адрес: 117036, Россия, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 10А, пом. 13.
ОП: 142100, Московская область, г. Подольск, ул. Комсомольская, д. 1 ИНН: 7728226912.

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН ООО "Новые технологии строительства" (ООО "НТС").
Адрес: 117036, Россия, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, д. 10А, пом. 13. Телефон: (495) 542-89-35.
Факс: (495) 542-89-35. Адрес электронной почты: office@ntstroy.com. ИНН: 7728226912, ОКПО: 44419355.

НА ОСНОВАНИИ Протоколы испытаний № 203-54/5-16 и № 203-55/5-16 от 08.06.2016г.
ИЦ "КАРБЭКОТЕСТ" ОАО "КОМПОЗИТ", аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.22АЯ18,
адрес: 141070, Московская обл., г. Королев, ул. Пионерская, д. 4,
Протоколы испытаний № 827 от 17.05.2016г. и № 828 от 18.05.2016г. Поста радиационного контроля Центра по совершенствованию технологии производства АО "Воскресенские минеральные удобрения, аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21ГА33. адрес: 140200, Московская обл., г. Воскресенск, ул. Заводская, д. 1,
Экспертное заключение санитарно-эпидемиологической экспертизы ФГУЗ ЦГЭМО № 2164-6 от 17.06.2016 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Схема сертификации 3



Руководитель органа

А.И. Мальцев
подпись

А.И. Мальцев
инициалы, фамилия

Эксперт

А.Р. Эмирджанов
подпись

А.Р. Эмирджанов
инициалы, фамилия

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

Рисунок Б.3 – Сертификат соответствия модификатор «Унирем»