

Список литературы

1. Балдин В.А. Об учете пластических деформаций при неравномерном распределении напряжений по сечению // Строительная механика и расчет сооружений. 1977. № 1. С. 29–31.
2. Балдин В.А., Потапов В.Н., Фадеев А.А. О сопротивлении тали деформированию при неравномерном распределении напряжений // Строительная механика и расчет сооружений. 1977. № 1. С.29–31.
3. Фадеев А.А. о переходе малоуглеродистой стали в упруго–пластическое состояние при неравномерном распределении напряжений (при чистом изгибе) // Исследование прочности элементов строительных металлических конструкций: Труды ин-та/ ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М., 1982. С. 85–91.
4. Campus F. Plastification de l'acier doux en flexion plane simple // Bull. de la classe des Sciences de l'Academie R. de Belgique. 1963. Serie 5, 49, 4. P.303–314.
5. Dehousse N.M. Note relative a un phenomene de superelastisite en flexion constate lors d'essais d'un barreau en acier doux // Bull. de la classe des Sciences de l'Academie R. de Belgique. 1962. Serie 5, 48. P.329–334.
6. Гениев Г.А., Калашников С.Ю. Влияние градиентов напряжений, геометрии и масштабов сечений на переход изгибаемых элементов в пластическое состояние // Исследования по строительной механике: Труды ин-та/ ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М., 1985. С. 5–12.
7. Гениев Г.А., Калашников С.Ю. Об учете влияния неоднородности напряженного состояния на переход материала в пластическое состояние // строительная механика и расчет сооружений. 1988. №6. С.12–15.
8. Гениев Г.А., Калашников С.Ю. О построении инкрементальных условий пластичности / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М., 1984. 14 с. Деп. во ВНИИИС 16.02.84. № 4817.
9. Калашников С.Ю. Критерии пластичности, учитывающие влияние неоднородности напряженного состояния // Труды НГАСУ. Новосибирск, 2003. Т.6. № 6(27). С. 142–148.
10. Калашников С.Ю., Левин А.В. О решении задач плоского поперечного изгиба с использованием инкрементального условия пластичности / Волгоградский инж.-строит. ин-т. Волгоград, 1988. 10 с. Деп. во ВНИИИС 13.06.88. №8382.
11. Калашников С.Ю. О решении некоторых двумерных задач с использованием инкрементального условия пластичности / ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко. М., 1984. 16 с. Деп. во ВНИИИС 10.05.84. №5015.
12. Гениев Г.А., Калашников С.Ю. Инкрементальная теория нелинейного деформирования тел в условиях неоднородного напряженного состояния. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. 172 с.
13. Калашников С.Ю. Экспериментальная проверка модели деформирования материала в условиях неоднородного напряженного состояния. Волгоград, Волгогр. гос. техн. ун-т, 2017. 81 с.
14. Калашников С.Ю., Ватанский В.П. Альтернативные аппроксимирующие функции инкрементальной теории нелинейного деформирования тел: материалы ежегодной науч.-практ. конф. профессорско-преподавательского состава и студентов ВолгГАСУ, 2008: в 3 ч. Волгоград: ВолгГАСУ, 2008. С. 270–272.

© С.Ю. Калашников, Е.В. Гурова, С.А. Калиновский

Ссылка для цитирования:

С.Ю. Калашников, Е.В. Гурова, С.А. Калиновский. Учет формы поперечного сечения изгибаемого бруса в инкрементальном условии пластичности // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 33–37.

УДК 666.45

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОГ

Н.А. Страхова¹, Б.Б. Утегенов², Б.Н. Тулепбергенов², Н.А. Белова³,

А.М. Кокарев², Л.П. Кортовенко²

¹Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, г. Новороссийск, Россия

²Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

³НОЧУВО МФПУ «Синергия», г. Астрахань, Россия

Рассмотрено создание модифицированных композиционных материалов улучшенного качества для строительства автомобильных дорог. Изучено влияние добавок на структуру, механические свойства и долговечность материалов для строительства автомобильных дорог.

Предложены принципиально новые технологии производства композиционных материалов, в основе которых используется химическое взаимодействие серы с модификатором в аппарате вихревого слоя, что позволяет получать новые, надежные, долговечные материалы, обладающие всеми необходимыми качественными характеристиками в условиях жесткой дорожной конкуренции, также были проведены исследования по изучению влияния химического и фракционного составов сырья на скорость окисления битума, которые проводили с учетом изменения температуры размягчения полученных образцов от продолжительности окисления, которое проводили по 2-х стадийной схеме окисления. Определение качества вяжущих и создания оптимальной структуры серобитумных материалов проводили на установке по определению компонентного состава битумов.

Ключевые слова: нанотехнологии, качественные, модифицированные композиционные материалы, 2-х стадийное окисление, компонентный состав, новые долговечные материалы для строительства автомобильных дорог.

MODIFIED COMPOSITE MATERIALS FOR ROAD CONSTRUCTION

N.A. Strahova¹, B.B. Utegenov², B.N. Tulebergenov², N.A. Belova³, A.M. Kokarev², L.P. Kortovenko²

¹State Maritime University named after Admiral F. F. Ushakov, Novorossiysk, Russia

²Astrakhan state University of architecture and construction, Astrakhan, Russia

³NOCHUVO MFPU "Synergy", Astrakhan, Russia

The creation of modified composite materials of improved quality for the construction of highways is considered. The influence of additives on the structure, mechanical properties and durability of materials for road construction was studied. Proposed a fundamentally new technology for production of composite materials based on the chemical interaction of sulfur with the modifier in the apparatus of the vortex layer, which allows to obtain new, reliable, durable materials having all the necessary quality characteristics in the conditions of fierce road competition was also conducted researches on studying of influence of chemical and fractional composition of raw materials on the rate of bitumen oxidation, which was carried out taking into account changes in the softening temperature of the obtained samples on the duration of oxidation, which was performed by 2-stage oxidation scheme. The definition of quality binders and create the optimal structure ceramic materials conducted.

Keywords: nanotechnologies, high-quality, modified composite materials, 2-stage oxidation, component composition, new durable materials for road construction.

Создание модифицированных композиционных материалов улучшенного качества используемых для строительства качественных автомобильных дорог расширяет ассортимент применяемых новых видов продукции. Изучение влияние добавок на структуру, механические свойства и долговечность материалов для строительства автомобильных дорог, позволяет увеличивать их срок эксплуатации.

Предложены принципиально новые технологии производства модифицированных композиционных материалов, в основе которых используется химическое взаимодействие серы с модификатором в аппарате вихревого слоя типа В-150К-04, что позволяет получать новые, надежные, долговечные дорожные материалы.

Нами были проведены исследования в направлении модификации серой битумов товарных марок с целью получения новых видов дорожной продукции.

Модификация осуществлялась с использованием аппарата с вихревым слоем типа В-150К-04, обеспечивающим хорошее диспергирование серы в объеме вяжущего. Сера, вводимая таким способом в нефтяное вяжущее, исполняет роль модификатора свойств битумов за счет взаимодействия с активными группами асфальтенов, кроме того, она выступает в роли структурообразующего компонента вяжущего, повышая его теплостойкость [1, 2].

В данной работе в качестве компонентов серо-битумных компаундов использованы образцы промышленного нефтяного битума марки БНД 60/90, техническая сера и высокопарафинистый мазут Астраханского ГПЗ. Остаточные компоненты использованы как в качестве разжижителя вязкого битума, так и пластификатора свойств нефтяного серо-битумного вяжущего.

В качестве типового образца серы принята жидкая сера техническая газовая, получаемая на установках Клаус Астраханского газоперерабатывающего завода. Характеристика газовой серы приведена в табл. 1.

Таблица 1
Показатели качества газовой серы

Наименование показателя	Величина показателя
Массовая доля серы, % масс.	99,9
Плотность при 20 °С, кг/м ³ (сера моноклинная)	1,96
Температура плавления, °С (сера моноклинная)	119,3
Вязкость при 120 °С, мм /с	12,0
Содержание сероводорода, и полисульфидов водорода, % масс.	0,001
Температура кипения, °С	440,6
Плотность жидкой серы, кг/м ³ при 125 °С	1,799
140 °С	1,787
Массовая доля золы, % масс.	
зола	0,02
органических веществ	0,06
воды	0,01
механических загрязнений	отс.

В качестве исходного сырья для получения модифицирующей добавки сополимерной серы использован мазут (ГОСТ 10585) Астраханского газоперерабатывающего завода. Характеристика мазута приведена в табл. 2.

Известно, что парафино-нафтеновые углеводороды обеспечивают хорошие пластичные свойства битумов в широком интервале рабочих температур дорожного покрытия. В то же время, высокое их содержание, ухудшают их адгезионные свойства, сокращая тем самым срок службы асфальтобетона.

В качестве основы для получения модификатора сополимерной серы нами предложен мазут АГПЗ, прошедший специальную обработку в аппарате с вихревым слоем типа В150 К-01, параметры которого приведены в табл. 3.

Таблица 2

Показатели качества мазута	
Показатели качества мазута	Величина показателя
Плотность при 20 °С, кг/м ³	935,0
Вязкость условная, ВУ при 100 °С	10,0
Температура, °С	
вспышки в открытом тигле	110,0
вспышки в закрытом тигле	90,0
застывания	31,0
Содержание, масс. %	
серы	3,18
воды	отс.
водорастворимых кислот и щелочей	отс.
Зольность, %	0,10
Коксуемость, %	0,8
Компонентный состав, углеводороды, масс. %	
парафино-нафтеновые	37,8
ароматические	32,0
смолы	27,8
асфальтены	2,4
Фракционный состав, °С	
н. к.	239
10 %	345
20 %	362
50 %	432
к.к. (88 % об.)	505
Йодное число, г I ₂ /100мг	0,74

Аппарат используется для циклического режима работы. Для его осуществления применяются ампула, изготовленная из нержавеющей стали, с герметически закрывающейся крышкой. В качестве рабочих тел использованы иголки из углеродистой стали с диаметром 0,8–2,5 мм и длиной 10–20 мм. Единовременная загрузка опытной пробы в ампулу составляла 900–1000 см³.

Ампулу с исследуемым продуктом вводили в рабочую зону и закрепляли во избежание её вращения. Затем включали аппарат и выдерживали ампулу в течение определенного времени. После окончания выдержки индуктор выключали, ампулу вынимали из рабочей зоны и охлаждали до комнатной температуры. Из вскрытой ампулы через воронку с сеткой сливали продукт.

Влияние элементной серы на изменение товарных характеристик серобитумных вяжущих, отличающихся соотношением битум: разжижитель, приведено на рис. 1.

Таблица 3

Характеристика аппарата с вихревым слоем В150 К-01

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Параметры	Примечание
1	Производительность	м /ч	до 30	По воде
2	Потребляемая мощность:			
	полная	кВт	63	
	активная	кВт	8,5	
3	Напряжение	В	380	
4	Частота	Гц	50	
5	Число индукторов	шт.	1	
6	Длина активной зоны	мм	120	В рабочей зоне
7	Тип охлаждения		воздушный	
8	Тип режима		периодический	

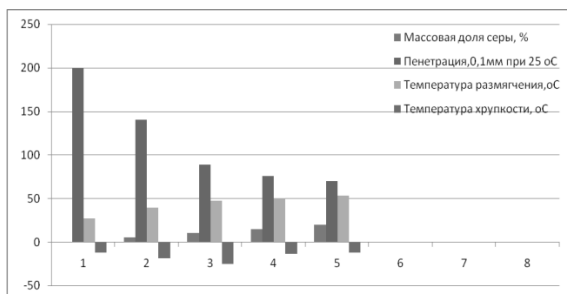


Рис. 1. Компаунд 1, приготовленный на основе битума товарной марки БНД 60/90 и мазута в соотношении 4:1.

Компаунд характеризуется невысоким интервалом работоспособности, что связано с высокой концентрацией в высококипящих фракциях мазута парафино-нафтеновых углеводородов и масел.

Содержание компонентов серо-битумного компаунда 1 приведены в табл. 4.

Таблица 4

Влияние серы на товарные характеристики битума БНД 69/90 и мазута в соотношении 4:1

Показатели	Значения				
	0	5	10	15	20
Массовая доля серы, %	0	5	10	15	20
Пенетрация, 0,1 мм при 25 °С	200	140	89	76	70
Температура размягчения, °С	27	39	47	50	53
Температура хрупкости, °С	-12	-18	-25	-14	-12

Влияние серы на товарные характеристики битума БНД 69/90 и мазута в соотношении 3:1 приведены на рис. 2.

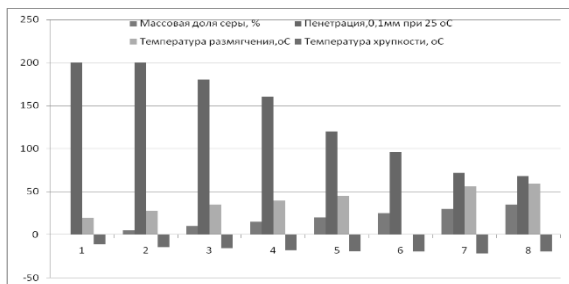


Рис. 2. Компонд 2, приготовленный на основе битума товарной марки БНД 60/90 и мазута в соотношении 3:1

Содержание компонентов серо-битумного компонда 2 приведены в табл. 5.

Влияние серы на товарные характеристики битума БНД 69/90 и мазута в соотношении 2:1 приведены на рис. 3.

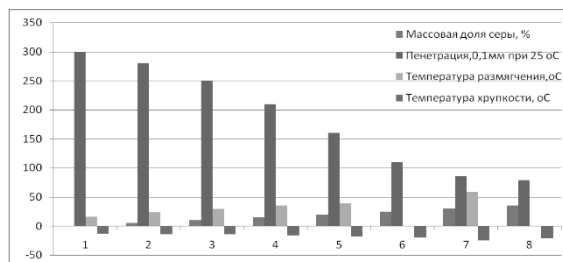


Рис. 3. Компонд 3, приготовленный на основе битума товарной марки БНД 60/90 и мазута в соотношении 2:1

Таблица 5

Влияние серы на товарные характеристики битума БНД 69/90 и мазута в соотношении 3:1

Показатели	Значения								
	0	5	10	15	20	25	30	35	
Массовая доля серы, %	0	5	10	15	20	25	30	35	
Пенетрация, 0,1мм при 25 °С	200	200	180	160	120	96	72	68	
Температура размягчения, °С	10	27,5	35	39,5	45	51,5	56	59	
Температура хрупкости, °С	-11,5	-15	-16	-18	-19	-20	-22	-20	

Таблица 6

Влияние серы на товарные характеристики битума БНД 69/90 и мазута в соотношении 2:1

Показатели	Значения								
	0	5	10	15	20	25	30	35	
Массовая доля серы, %	0	5	10	15	20	25	30	35	
Пенетрация, 0,1 мм при 25 °С	300	280	250	210	160	110	86	79	
Температура размягчения, °С	15,5	24	29	35,5	39	45,5	58,5	61,5	
Температура хрупкости, °С	-13	-14	-14,5	-16	-18	-20	-25	-20,5	

Таблица 7

Влияние серы на товарные характеристики битума БНД 69/90 и мазута в соотношении 1:1

Показатели	Значения							
	0	10	20	30	40	50	60	
Массовая доля серы, %	0	10	20	30	40	50	60	
Пенетрация, 0,1 мм при 25 °С	380	280	220	160	110	89	78	
Температура размягчения, °С	32	41	47	51,5	63,5	65,5	65,7	
Температура хрупкости, °С	-11	-12,5	-18	-22	-24	-26,5	-21	

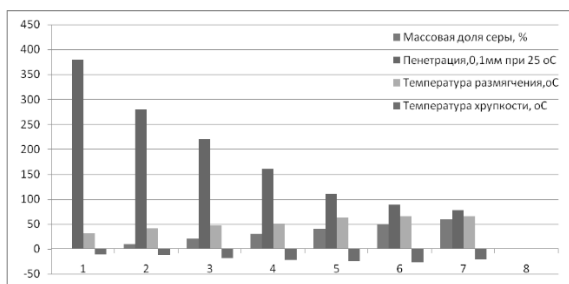


Рис.4. Компонд 4, приготовленный на основе битума товарной марки БНД 60/90 и мазута в соотношении 1:1

Добавка серы до 5,0 % по массе влечет за собой увеличение температуры размягчения и вязкости, вследствие чего понижается пенетрация. Повышение теплостойкости и вязкости среды, очевидно, можно объяснить частичным

растворением серы в дисперсионной среде, а также образования частичками серы дополнительной дисперсной фазы. Снижение температуры хрупкости обусловлено относительным увеличением масляных фракций компонентов за счет частичного растворения в них серы, а также адсорбцией спирто-толуольных смол на частичках серы.

Образцы компонентов с содержанием серы 10,0 масс. % характеризуются более высокой пластичностью и высокой трещиностойкостью и по основным показателям соответствуют битуму марки БНД 60/90 (имея при этом значительный запас прочности по нескольким показателям). При этом температурный интервал работоспособности вяжущего увеличивается и

составляет 72,3 °С. Очевидно, полученный компаунд можно лишь условно отнести к битумам нефтяным дорожных марок, поскольку он представляет новый вид вяжущего, и, следовательно, для его широкого внедрения в практику дорожного строительства необходимо разработать технические условия.

Дальнейшее увеличение концентрации серы (более 10,0 масс. %) приводит к увеличению интервала пластичности битумов. Однако при этом ухудшаются их морозостойкие свойства и по температуре хрупкости серо-битумные вяжущие не отвечают требованиям стандарта на нефтяные битумы. Ухудшение низкотемпературных свойств, по-видимому, можно объяснить выделением серы из масляных фракций в отдельную фазу и образованием агломератов серы с включением вяжущего.

Следовательно, для данного компаунда, где соотношение битум: разжижитель равно 4:1, оптимальное содержание серы в компаунде составляет 10,0 масс. %.

Увеличение содержания мазута (компаунд 2, соотношение битум-мазут равно 3:1) приводит к увеличению дисперсионной среды, в результате чего, процессы пластификации преобладают над структурообразованием, и температура размягчения компаунда невысокая, равная 21 °С [3, 4]. Вяжущее представляет собой, видимо, дисперсную систему, объем которой недостаточен для образования коагуляционного каркаса, и поэтому ее свойства определяются надмолекулярной структурой, образованной спирто-толуольными смолами. Добавка серы до 5,0 % по массе сопровождается увеличением дисперсной фазы, и как результат – повышением теплостойкости системы. Так по мере остывания 10,0–30,0 масс. % композиций сера образует в компаунде мелкую пространственную сетку с включениями отдельных частиц серы. При содержании 0 % по массе серы в вяжущих, фаза, образованная серой, преобладает в композициях. этом не происходит нарушение сплошности распределения вяжущего. Дальнейшее увеличение концентрации серы (до 30,0 % по массе) в компаунде приводит к увеличению теплостойкости дисперсной системы, при чем скачки температуры размягчения при добавлении 5,0 масс. % серы составляют 5–6 °С. температура хрупкости образцов понижается, увеличивая тем самым интервал работы серо-битумного вяжущего. Скачки температуры хрупкости при добавлении 5,0 масс. % незначительны и составляют 1–2 °С. При достижении критической концентрации (серы более 30,0 масс. %), т. е., когда масел в системе недостаточно для того, чтобы обеспечить стабильность системы, частички серы коагулируются из масел, и наблюдается незначительное повышение температуры хрупкости образцов.

На основании проведенных исследований подобрано оптимальное соотношение компонентов в компаундах с использованием битума марки БНД 60/90, мазута и серы. Предлагаемая технология получения компаундированных осерненных битумов в аппарате с вихревым слоем типа В-150К-04, соответствующих товарной марке битумов БНД 60/90 позволяет вовлечь серу до 60 % по массе и использовать мазут в качестве разжижителя.

Нами были проведены исследования по изучению влияния химического и фракционного составов сырья на скорость окисления битума, которые проводили с учетом изменения температуры размягчения полученных образцов от продолжительности окисления.

Окисление проводили по 2-х стадийной схеме окисления. Первая стадия окисления проводилась при температуре 130–140 °С до температуры размягчения битумов по К и Ш равной 35 °С, а вторую стадию проводили при температуре окисления 250 °С до температуры окисления битумов 45 °С и выше. Серу газовую вводили в готовую продукцию при температуре 140 °С, в процесс окисления при 100 °С.

Определение качества вяжущих и создания оптимальной структуры серобитумных материалов проводили на установке по определению компонентного состава битумов.

Определение компонентного (группового) состава битумов проводили методом адсорбционной хроматографии с применением реактивов и аппаратуры: бензол (толуол) изооктан, спирт этиловый ректификат, силикагель марки АСК фракции 0,25–0,5 мм, колбы Эрленмейера на 250 см³, колбы на 150 см³ – 2 шт., колбы на 100 см³, холодильника Либиха, электроплитки с закрытой спиралью, водяной бани и хроматографической колонки (рис. 5).

Выделение асфальтенов проводили по методике [5] – навеска битума 5 г помещалась в колбу Эрленмейера емкостью 250 см³ и растворялась в 10 см³ бензола на водяной бане с обратным холодильником. Массовая доля асфальтенов определяется по формуле:

$$A = \frac{m_2 - m_1}{m_6}, \% \quad (1)$$

где m_2 – вес фильтра с асфальтенами, г; m_1 – вес пустого фильтра, г; m_6 – навеска битума, г.

Разделение мальтенов на фракции осуществляется также в стеклянной хроматографической колонке, заполненной силикагелем.

Перед подачей в колонку фильтрата силикагель смачивают 200 мл изооктаном для снятия теплоты адсорбции. Затем в колонку заливают раствор мальтенов в 10–20 мл изооктана. Элюирование (разделение на узкие фракции) проводят со скоростью 5 мл/мин, регулируя ее краном

внизу колонки. Для десорбции масел и смол применяют растворители изооктан, толуол, этиловый спирт.

Определение компонентов битума проводили по их люминесцирующей способности. Цвет люминесценции фракций связан с коэффициентом преломления, приведенный в табл. 8.

Таблица 8
Зависимость люминесцирующей способности компонентов битума от коэффициента преломления

Цвет люминесценции	Коэффициент преломления при 20 °С
Фиолетовый	До 1,49
Голубой	1,49–1,54
Зеленый	1,54–1,58
Желтый	больше 1,58
Коричневый или оранжевый	Не просвечивается

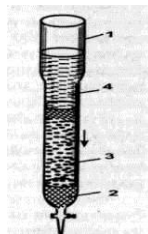


Рис. 5. Хроматографическая колонка
1 – стеклянная трубка, 2 – ватный тампон, 3 – силикагель, 4 – анализируемый раствор масел и смол

Нами были определены технологические условия процесса окисления с добавкой серы. Наиболее оптимальным был расход воздуха 2,5л/кг сырья.

Результаты окисления гудрона по 2-х стадийной схеме окисления с добавкой серы приведены в табл. 9.

Битумы, полученные по двухстадийному окислению, обладают высокими адгезионными свойствами к поверхности минерального наполнителя любой химической природы (карбонатной или кислой пород). Как показали испытания, поверхность мраморного камня и песка после кипячения в воде в течение 30 минут сохраняет слой осерненного битума.

Высокую адгезионную способность серобитумов [6], обеспечивающей прочное и устойчивое сцепление с поверхностью минеральных материалов можно объяснить функциональной особенностью атома серы, строением углеводородного скелета молекулы, взаимодействием сераорганических соединений с поверхностными гидроксильными группами кремнезема.

Таким образом, проведенные исследования по двухстадийному окислению гудрона при температурах 140 и 250 °С с добавкой серы показали, что разработанная технология обеспечивает получение осерненных битумов дорожных марок хорошего качества.

Получены результаты окисления различного по химическому составу битумного сырья. Исследования подтвердили положительное влияние на качество битумов добавление модификатора – газовой серы, как в процессе окисления битумного сырья, так и в готовую продукцию [7–15].

Эффективность процесса получения серобитумного вяжущего повышается при введении в окисляемое сырье полимерной серы. Улучшаются экологические показатели процесса окисления за счет уменьшения продолжительности окисления (тепловое загрязнение) и количества отгона.

Таблица 9
Результаты окисления гудрона по 2-х стадийной схеме окисления

Температура окисления, °С	Количество серы (% масс.)	Продолжительность окисления, ч	Температура размягчения, °С
Исходный образец			24,0
140	–	1,0	32,5
140	–	2,0	35,5
250	–	2,5	41,0
250	–	3,0	56,7
Исходный образец			24,0
140	3 % газовой серы	1,0	29,0
140		2,0	40,5
250		2,15	44,0
250		2,5	62
Исходный образец			24,0
140	5% газовой серы	1,0	38,0
140		2,0	43,0
250		2,15	52,5
250		2,5	58,0
Исходный образец			24,0
140	5% полимерной серы	1,0	29,5
140		2,0	34,5
250		2,15	36,5
250		2,5	64,0

Список литературы

1. Страхова Н.А., Гераськин В.И., Кортovenко Л.П., Павлюковская О.Ю. Серо-битумные компаунды. Газовая промышленность. № 11. 2000. С. 68.
2. Середин Б.Н., Страхова Н.А., Эльмурзаев А.А., Кортovenко Л.П. Производство и использование модифицированной серы в композиционных материалах. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып.45(64). С. 67–75
3. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Белова Н.А., Кокарев А.М., Кортovenко Л.П. Подбор вяжущего для композиционного строительного материала. Материалы VII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования» г. Астрахань, 7–8 мая 2018. С. 55–57.
4. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Кокарев А.М., Кортovenко Л.П. Модификаторы для композиционного строительного материала. Материалы XII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес», г. Астрахань, 10–11 октября 2018 г. С. 89–95.
5. Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Методические указания «Определение группового химического состава битума методом адсорбционной хроматографии», г. Астрахань, АИСИ, 2015 г. С. 15.
6. Середин Б.Н., Страхова Н.А., Кортovenко Л.П. Серные композиционные материалы. Материалы первого Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию Каспия». 21–26 мая 2012 г. С. 56.
7. Янборисов Д.Н., Буйнов Н.В., Страхова Н.А., Маслак А.В., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Разработка технологии вовлечения добавок в сырье для получения битумов. Материалы X Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научно-технического сотрудничества стран-участниц Евразийского экономического союза» г. Астрахань. 9–11 ноября 2016г. С. 200–203.
8. Страхова Н.А., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Добавки в битумы. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. г. Махачкала, том № 45, № 3, 2018. С.175–184.
9. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Белова Н.А., Кокарев А.М., Позднякова В.А., Кортovenко Л.П. Композиционный строительный материал повышенной прочности. Материалы XXVII Международной научно-практической конференции «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования. Материалы VIII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников 23–25 апреля 2019 г. Т. 2. Научный потенциал организационно-управленческого инжиниринга в реализации инвестиционно-строительного и жилищно-коммунального комплекса. С.99–104.
10. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Курманалиев А.В., Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Подбор модификаторов для композиционного строительного материала. Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес», г. Астрахань, 29–31 октября 2019 г. С. 210–212.
11. Утегенов Б.Б., Белова Н.А., Цамаева П.С., Страхова Н.А., Кортovenко Л.П. Битумные материалы для дорожного строительства Материалы V Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников. Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования. г. Астрахань. 2016. С.333–336.
12. Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Модифицирующие добавки в битумы. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Астрахань. Издательство АФ МФПУ «Синергия». 2014. С.331–334.
13. Белова Н.А., Кортovenко Л.П. Получение нефтяных битумов различными способами. VII Международная научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов «Перспективы развития строительного комплекса. Том 1. 28–31 октября 2013г. АИСИ.С. 19–23.
14. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Кортovenко Л.П. Влияние серы на термостабильность битумных композиций. Материалы международной научной конференции «Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. М. Сборник тезисов 16–18 октября 2013. М. С. 307–309.
15. Утегенов Б.Б., Страхова Н.А., Кортovenко Л.П. Влияние добавок на качество битумов на основе гудронов астраханского газоконденсата. Промышленное и гражданское строительство. М. – № 8. 2012. – С.37–38.

© *Н.А. Страхова, Б.Б. Утегенов, Б.Н. Тулепбергенов, Н.А. Белова, А.М. Кокарев, Л.П. Кортovenко*

Ссылка для цитирования:

Н.А. Страхова, Б.Б. Утегенов, Б.Н. Тулепбергенов, Н.А. Белова, А.М. Кокарев, Л.П. Кортovenко. Модифицированные композиционные материалы для строительства дорог // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 4 (34). С. 37–43.

УДК 624.91.024.26

АРОЧНЫЕ ОПОРНЫЕ КОНТУРЫ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ С ВИСЯЧИМИ ПОКРЫТИЯМИ: КОНСТРУКТИВНЫЕ И АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

А.С. Кудасова, М.А. Колотиенко, А.Д. Тютин

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В работе рассматриваются архитектурные особенности и конструктивные параметры большепролетных объектов спорта, здания которых включают различные по конфигурации висячие покрытия, а также замкнутые или открытые опорные контуры. Проведена классификация оптимальных вариантов исполнения покрытия с учетом характера работы конструкций, охарактеризованы стальные, сталебетонные и железобетонные арки. На примере возведенных объектов составлен перечень основных мероприятий по минимизации отрицательного воздействия особенностей исследуемой конфигурации здания на его эксплуатационные характеристики и несущую способность конструкций.

Ключевые слова: *покрытие, опорный контур, висячее покрытие, мембранное покрытие, вантовые покрытия, светопрозрачное покрытие, распорные конструкции, арки, стадионы, уникальные здания, большепролетные здания.*