



## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МОДИФИЦИРОВАННОЙ СЕРЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ (ДЛЯ ОПЫТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА)

Приказ Председателя Комитета автомобильных дорог Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 22 января 2019 года № 20

### Предисловие

- 1 **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Акционерным обществом " "Казахстанский дорожный научно-исследовательский институт" (АО "КаздорНИИ")
- 2 **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** Приказом Председателя Комитета автомобильных дорог Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан № 20 от "22" января 2019 г.
- 3 **СОГЛАСОВАН** Акционерным обществом "НК "КазАвтоЖол" № 03/14-2-2669-И от "21" декабря 2018 г.
- 4 **СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ** 2024 г.  
**ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ** 5 лет
- 5 **ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

### Содержание

### Введение

В Казахстане запасы серы встречаются в виде сульфидных руд, прежде всего, свинцовых, цинковых, медных и железных. При извлечении металлов от серы освобождаются обычно обжигом в присутствии кислорода, при этом образуется диоксид серы. Кроме сульфидных руд достаточно много серы встречается в виде сульфатов, например, сульфата кальция (гипс), сульфата бария (барит).

В последние годы основным источником серы становятся отходящие газы нефтегазовой промышленности, цветной металлургии и коксовых батарей, содержащие заметное количество диоксида серы. При этом сера, получаемая как ассоциированный продукт, при меньшей себестоимости производства вытесняет с рынка серу, получаемую как основной продукт, и еѰ производство зависит, в первую очередь, от программ выпуска газа, нефти и т.д.

Большая часть запасов казахстанских углеводородов является высокосернистыми. Основной особенностью углеводородов казахстанского месторождения Кашаган и других подсолевых структур КСКМ (Казахстанского сектора Каспийского моря) является высокое (до 19%) содержание сероводорода.

Исследования модифицированной серы и еҮ применение в дорожном строительстве в лаборатории АО "КаздорНИИ" за последние годы и результаты опытно-экспериментальных работ, проведенных в 2016 - 2018 гг. в г. Астана и Алматы, а также анализ зарубежного опыта явились основой для разработки "Рекомендаций по применению модифицированной серы в дорожном строительстве".

В настоящих "Рекомендациях" приведены общие сведения о сере, используемой в виде "частичного и полного замещения" вяжущего на серу, для повышения качества асфальтобетонов, бетонов и требований к ним, принцип проектирования состава получаемых сероасфальтобетонов, щебҮнчно – мастичных серосфальтобетонов и серобетоннов технологические способы приготовления смесей, особенности технологии строительства, техники безопасности при работе с серой.

## **1 Область применения**

Настоящие Рекомендации распространяются на смеси сероасфальтобетонные, и щебеночно - мастичные сероасфальтобетонные, предназначенные для строительства верхних слоев сероасфальтобетонных покрытий проезжей части автомобильных дорог вне населенных пунктов и ремонта покрытий из сероасфальтобетона и асфальтобетона, и устанавливают требования к выполнению комплекса работ по устройству покрытия комплектом машин.

Так же, настоящие рекомендации распространяются на серобетонные смеси и серобетоны, применяемые в транспортной, гидротехнической, и других областях строительства. Рекомендации устанавливают общие технические требования показателей качества серобетонных смесей и серобетонов, правила приемки и методы испытаний. Требования настоящих рекомендаций должны соблюдаться при разработке проектной и технологической документации на серобетонные смеси, для серобетонных конструкций и изделий.

## **2 Нормативные ссылки**

Для применения настоящих рекомендаций необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СТ РК 1210-2003 Битумы и битумные вяжущие. Метод определения кинематической вязкости.

СТ РК 1211-2003 Битумы и битумные вяжущие. Метод определения динамической вязкости.

СТ РК 1212-2003 Битумы и битумные вяжущие. Термины и определения.

СТ РК 1213-2003 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.

СТ РК 1218-2003 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.

СТ РК 1221-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Методы испытаний.

СТ РК 1224-2003 Битумы и битумные вяжущие. Методы определения устойчивости к старению под воздействием прогрева и воздушной среды.

СТ РК 1225-2013 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.

СТ РК 1226 - 2003 Битумы и битумные вяжущие. Метод определения глубины проникания иглы.

СТ РК 1227 - 2003 Битумы и битумные вяжущие. Определение точки размягчения методом кольца и шара.

СТ РК 1228-2003 Битумы и битумные вяжущие. Метод определения растворимости.

СТ РК 1229 - 2003 Битумы и битумные вяжущие. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу.

СТ РК 1230-2003 Битумы нефтяные. Методы определения содержания парафина.

СТ РК 1276-2004 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органических минеральных смесей. Технические условия.

СТ РК 1284-2004 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

СТ РК 1288-2004 Битумы и битумные вяжущие. Методы отбора проб и приготовления образцов для испытаний.

СТ РК 1373-2013 Битумы и битумные вяжущие. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

ГОСТ 127.1-93 Сера техническая. Технические условия.

ГОСТ 127.2-93 Сера техническая. Методы испытания.

ГОСТ 3344-83 Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия.

ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 9533-81 Кельмы, лопатки и отрезовки. Технические условия.

ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости.

ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

ГОСТ 10181-2014 Смеси бетонные. Методы испытаний.

ГОСТ 12730.1-84 Бетоны. Методы определения плотности.

ГОСТ 12730.3-84 Бетоны. Метод определения водопоглощения.

ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.

ГОСТ 12801-98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.

ГОСТ 13087-81 Бетоны Методы определения истираемости.

ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.

ГОСТ 22685-89 Формы для изготовления контрольных образцов бетона. Технические условия

ГОСТ 25192-2012. Бетоны. Классификация и общие технические требования.

ГОСТ 26633-2012. Бетоны тяжёлые и мелкозернистые. Технические условия.

ГОСТ 27006-86. Бетоны. Правила подбора состава.

ГОСТ 31015-2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия.

ГОСТ 31383-2008 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний.

ГОСТ 31424-2010. Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия.

ГОСТ 32703-2014 Щебень и гравий из горных пород. Технические требования.

ГОСТ 32724-2014 Песок дробленый Технические требования.

ГОСТ 32761 Порошок минеральный Технические требования.

ГОСТ 32824-2014 Песок природный Технические условия.

ГОСТ 21790-2005 Ткани хлопчатобумажные и смешанные одежные. Общие технические условия.

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 17.2.4.02-81 Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

ГОСТ 12.4.137-2001 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия.

ГОСТ 12.4.253-2013 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты глаз. Общие технические требования.

ГОСТ 12.4.028-76 Система стандартов безопасности труда. Респираторы ШБ-1 "Лепесток". Технические условия.

Г. 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.4.011-89 (СТ СЭВ 1086-88) Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

ГОСТ 17.2.3.02-2014 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

Примечание - При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по указателю "Нормативные документы по стандартизации", составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

### **3 Термины и определения**

В настоящих рекомендациях применяются следующие термины, с соответствующими определениями:

3.1 Сероасфальтобетонная смесь: Рационально подобранная смесь из минерального заполнителя, природного или дробленого песка, минерального порошка, модифицированной серы и модифицированного битума, взятых в определенных пропорциях и перемешанных в смесительных установках принудительного действия.

3.2 Сероасфальтобетон (САБ): Уплотненная сероасфальтобетонная смесь.

3.3 Энергосберегающая добавка: Комплексная химическая добавка класса полиаминов типа "Сулфотекс-Т", энергосберегающая, адгезионная, повышающая сцепления между вяжущим и минеральным материалом, сцепление между слоями покрытия, а также между основанием, позволяющая снизить температуру укладки и уплотнения смесей без снижения качества.

3.4 Щебеночно-мастичная сероасфальтобетонная смесь (ЩМСАС): Рационально подобранная смесь из щебня, песок из отсевов дробления горных пород, минерального порошка с комплексным вяжущим, состоящим из битума и модифицированной технической серы, выполняющей в том числе роль стабилизирующей добавки, и при необходимости, с добавлением иных стабилизирующих компонентов.

3.5 Щебеночно-мастичный сероасфальтобетон (ЩМСА): Материал, получаемый в результате уплотнения щебеночно-мастичной сероасфальтобетонной смеси.

3.6 Модифицированная техническая сера: Комплексный материал, получаемый из технической серы путем ее модификации и стабилизации с превращением в сополимерную серу.

3.7 Серобетонная смесь (СБС): Рационально подобранная смесь заполнителей (щебня или гравия, песка, тонкого наполнителя), и технической модифицированной серы.

3.8 Серобетон: Твердый композиционный строительный материал, в состав которого входит серное вяжущее, инертные заполнители и наполнители.

3.9 Проектный возраст: Время, в течение которого должно быть обеспечено достижение серобетоном заданных требований по прочности.

## **4 Общие положения**

При проектировании дорожных конструкций с применением модифицированной серы в составе асфальтобетона и цементабетона должны соблюдаться следующие требования.

4.1 Состав смеси подбирается специализированной лабораторией любым методом, принятым в практике дорожного строительства, при условии получения смеси требуемого качества.

4.2 Смеси должны быть однородными. Однородность смесей оценивают по коэффициенту вариации не более 0,18 показателей предела прочности при сжатии при температуре 50 С.

4.3 В качестве "энергосберегающих" добавок могут применяться комплексные химические добавки типа "Сулфотекст-Т" повышающие сцепление между вяжущим и минеральным материалом, позволяющие снизить температуру укладки и уплотнения смесей без снижения качества.

4.4 Температура при выпуске смеси из смесителя не более 160° С, *запрещается нагревать смесь свыше 160° С.*

4.5 При строительстве автомобильных дорог с применением сероасфальтобетонных смесей протяженность дороги не должно превышать 60 километров.

4.6 В ходе эксплуатации сероасфальтобетонной дороги необходимо проводить мониторинг с замером вредных выбросов в атмосферном воздухе с остро направленным механизмом действия, требующие автоматического контроля за их содержанием в воздухе;

## **5 Технические требования**

5.1 Технические требования к сероасфальтобетонным смесям и сероасфальтобетону

5.1.1 Смеси сероасфальтобетона всех типов, должны соответствовать требованиям и изготавливаться по технологическому регламенту.

5.1.2 Смеси сероасфальтобетона всех типов должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящих рекомендаций и по технологической документации, утвержденной в установленном порядке предприятием-изготовителем.

5.1.3 Зерновые составы минеральной части смесей и сероасфальтобетона должны соответствовать требованиям СТ РК 1225.

5.1.4 Температура смеси при выпуске из смесителя, в зависимости от температуры воздуха, принимается по таблице 1.

**Таблица 1 - Температура смеси при выпуске**

Наименование	Температура выпускаемой смеси в зависимости от температуры воздуха			
	менее +10	От +10 до +15	От +15 до +20	Более +20
Температура смеси, °С без энергосберегающей добавки/с добавкой	160/140	150/130	145/125	140/125

5.1.5 Для понижения температуры смеси при выпуске и уплотнении рекомендуется применение энергосберегающей добавки позволяющей снизить температуру укладки и уплотнения смеси без снижения качества, а так же повысить сцепление битума с каменным материалом.

5.1.6 Смеси должны быть однородными. Однородность смесей оценивают коэффициентом вариации предела прочности при температуре 50° С для горячих асфальтобетонных смесей по СТ РК 1225.

5.1.7 Показатели физико-механических свойств сероасфальтобетонов должны соответствовать требованиям, предусмотренным в таблице 2.

**Таблица 2 - Физико-механические свойства сероасфальтобетона**

Показатели свойств смеси	Нормы для смеси	Методика проведения испытания
Пористость минеральной части, % не более	18	СТ РК 1218
Остаточная пористость, %	св. 2,5 до 5,0	СТ РК 1218
Водонасыщение, % по объему образцов отформованных из смесей Вырубок и кернов отобранных из покрытий, не более	От 1,5 до 4,0 От 1,0 до 4,5	СТ РК 1218
Предел прочности при сжатии при температуре, МПа, не менее: при температуре 20 С при температуре 50 С	2,7 1,6	СТ РК 1218
Сдвигоустойчивость: Коэффициент внутреннего трения, не менее Сцепление при сдвиге при температуре 50° С, МПа, не менее	0,83 0,41	СТ РК 1218
Трещиностойкость- предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0° С, МПа, не менее	3,5 6,0	СТ РК 1218

Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,75	СТ РК 1218
Стойкость к колееобразованию, мм	3,5	СТ РК EN 12697

## 5.2 Требования к исходным материалам, применяемым в сероасфальтобетонной смеси

### 5.2.1 Щебень

При приготовлении смесей следует использовать щебень из природного камня, получаемый дроблением изверженных горных пород, соответствующий требованиям СТ РК 1284 ГОСТ 8267, ГОСТ 32703 и значениям показателей указанных в таблице 3 настоящих рекомендаций.

**Таблица 3- Физико-механические свойства щебня**

Наименование показателя	Нормативное значение	Методика проведения испытания
Марка по дробимости горной породы, не ниже	1000	СТ РК 1213 ГОСТ 33030
Марка по истираемости горной породы	И I	СТ РК 1213 ГОСТ 33057
Морозостойкость	F 50	СТ РК 1213 ГОСТ 33109
Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, не более, %	15	СТ РК 1213 ГОСТ 33053
Содержание зерен слабых пород, не более, %	5	СТ РК 1213 ГОСТ 33054
Содержание пылеватых, илистых и глинистых частиц не более, %	1,0	СТ РК 1213 ГОСТ 33055

### 5.2.2 Песок

Песок - из отсевов дробления и обогащенный из отсевов дробления; природный и обогащенный по зерновому составу не ниже средней группы, отвечающий требованиям ГОСТ 8736, ГОСТ 31424, ГОСТ 32824. Для смесей типа II рекомендуется использование смеси природного и дробленого песков в соотношении от 1:1 до 1:2.

### 5.2.3 Минеральный порошок

Минеральный порошок - неактивированный и активированный, отвечающий требованиям СТ РК 1276, ГОСТ 32761.

### 5.2.4 Битум

Применяют нефтяные вязкие дорожные битумы, удовлетворяющие требованиям СТ РК 1373. Требования к серобитумному вяжущему представлены в таблице 4.

**Таблица 4 - Физико-механические свойства серобитума**

Наименование показателей	Норма для битума марки		Метод испытания
	БНД 100/130	БНД 70/100	

Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С	101-130	71-100	СТ РК 1226
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	47	49	СТ РК 1227
Растяжимость, см: - при температуре 25 °С	Не менее 28	Не менее 20	СТ РК 1374
Температура вспышки, С	180	180	СТ РК 1804
Температура хрупкости по Фраасу, °С,	-22	-20	СТ РК 1229
Устойчивость к старению после прогрева			
Растяжимость при 25 С, не менее, см	10	10	СТ РК 1374
Глубина проникновения иглы при 25 С от исходной, не менее, %	50	60	СТ РК 1226
Изменение температуры размягчения, не более	12	13	СТ РК 1227

### 5.2.5 Сера

При производстве сероасфальтобетонной смеси в соответствии с настоящими рекомендациями используют техническую серу по ГОСТ 127.1. Физико-механические показатели модифицированной серы используемой при выпуске данной смеси приведены в таблице 5.

**Таблица 5 - Физико-механические показатели модифицированной серы**

Наименование показателя	Значение	Методика проведения испытания
Внешний вид	Гранулы сферической, полусферической и других геометрических форм . Не допускается присутствие механических загрязнений (бумага, дерево, песок и др.)	Визуально
Массовая доля серы, %, не менее	90.0	ГОСТ 127.2
Модифицирующих веществ, %, не более	10.0	ГОСТ 127.2
Влажность, %, не более	0.3	ГОСТ 127.2

Примечание – Значения показателей 2 и 3 даны в пересчете на сухое вещество.

В таблице 6 приведены предельно допустимые концентрации вредных веществ.

**Таблица 6 - Предельно допустимая концентрация вредных веществ**

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>			ОБУВ, мг/м <sup>3</sup> [10]	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007 [10]
	в воздухе рабочей зоны (СанПиН 168-2015)	в атмосферном воздухе населенных мест [10]			
		средне-суточная (с.с)	максимальная разовая (м.р).		
Азот диоксид	2	0,04	0,2	-	II

Бенз(а)пирен	0,00015	0,1мкг/100 м <sup>3</sup>	–	–	I
Пыль неорганическая с содержанием двуокси кремния SiO <sub>2</sub> менее 20%	-	0,154	0,5	-	III
Серы диоксид	0,1	0,125	-	–	III
Углеводороды предельные (ароматические)	300	–	1,0	–	IV
Толуол	50	0,6	-	-	III
Фенол	0,3	0,003	0,01	-	II
Углерода оксид	20	3,0	5,0	–	IV
Сероводород	10	0,008	0,008		III

### 5.3 Приготовление сероасфальтобетонной смеси

Предлагается два способа приготовления серобитумного вяжущего по рекомендации разработчика.

#### 5.3.1 Введение модифицированной серы в битум.

5.3.2 Модифицированная сера, может вводиться как в битум, так и напрямую в смесительную установку. Модифицированную серу в гранулированном виде вводят в нагретый битум, в резервуар, где она плавится и вместе с битумом поступает в рабочую емкость, после чего дозируется и поступает в смеситель для перемешивания с каменным материалом.

#### 5.3.3 Недостатком такого способа является следующее:

смесь не подлежит хранению и должна быть уложена сразу после приготовления.

5.3.4 Приготовление серобитумного вяжущего по мокрому способу, т.е. предварительное растворение в битуме серы ограничивает время "жизни" вяжущего. При хранении подобной смеси в ёмкости через 1,5-2 часа начинается процесс вулканизации смеси с обильным выделением сероводорода, что категорически не допустимо.

5.3.5 Количество вводимой модифицированной серы соответствует требованиям нормативной и (или) технической документации, согласованной в установленном порядке, и уточняется в процессе лабораторных испытаний.

#### 5.3.6 Введение модифицированной серы на каменные материалы.

5.3.7 Отдозированная весовым способом модифицированная сера вводится в смесительную установку на разогретые до температуры от 155° С до 165° С каменные материалы. Смесь перемешивается в течение от 40 с до 60 с ("сухое" перемешивание).

Далее в смесительную установку подается минеральный порошок, стабилизирующая добавка и битум согласно технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке предприятием-изготовителем.

5.3.8 Продолжительность перемешивания смесей устанавливают в соответствии с техническими характеристиками используемой смесительной установки.

5.3.9 Допускаемая погрешность дозирования компонентов смеси не должна превышать  $\pm 2\%$  по массе каждого компонента минеральной части и  $+1\%$  по массе для битума и серы.

5.3.10 Температура смеси при выпуске из смесителя должны соответствовать требованиям таблицы 1.

5.3.11 Уплотнение сероасфальтобетонной смеси может быть проведено при температуре 100С.

#### **5.4 Методы контроля (испытаний)**

5.4.1 Испытания сероасфальтобетонной смеси и сероасфальтобетона осуществляются по СТ РК 1218.

#### **5.5 Правила приемки**

5.5.1 Готовая смесь принимается отделом технического контроля (лабораторией) предприятия-изготовителя.

5.5.2 Приемку смеси производят партиями. Размер партии устанавливается в количестве сменной выработки одной смесительной установки при постоянном составе, из одних и тех же материалов и по одной и той же технологии.

5.5.3 Для проверки соответствия физико-механических свойств сероасфальтобетона, требованиям настоящих рекомендаций пробы отбирают в момент выгрузки смеси из смесителя в транспортные средства. Отбор проб осуществляется в соответствии с СТ РК 1218. Испытания осуществляют в соответствии с п. 5.4.1 настоящих рекомендаций.

5.5.4 Потребитель имеет право проводить контрольную проверку качества смеси, применяя для этой цели правила отбора и отбраковки в соответствии с СТ РК 1218 и методы испытаний, предусмотренные настоящими рекомендациями.

#### **5.6 Маркировка**

При отгрузке потребителю предприятие-изготовитель обязано каждую транспортную единицу, обеспечить накладной (паспортом), где указываются:

- наименование предприятия-изготовителя;
- обозначение продукции и температура смеси;
- номер, дата и время выдачи накладной (паспорта);
- наименование и адрес потребителя.

#### **5.7 Транспортирование и хранение**

5.7.1 Смесей транспортируют к месту укладки автомобилями, сопровождая каждый автомобиль транспортной документацией. Котлами термосами (Кохерами) доставляют только литые смеси.

5.7.2 При транспортировании уплотняемой смеси на заднюю часть кузова автомобиля дополнительно наносятся знаки опасности по ГОСТ 19433 (класс 9, подкласс 9.2, категория 1, классификационный шифр 9.2.1) и согласно СТ РК ГОСТ Р

12.4.026 "Запрещается пользоваться открытым огнем и курить" (код знака Г02) и "Осторожно. Горячая поверхность" (код знака Д25).

5.7.3 Продолжительность транспортирования допускается:

- литые сероасфальтобетонные смеси 3 часа,
- уплотняемые смеси в зависимости от температуры окружающего воздуха. При 20С до суток при использовании добавки "Сулфотекс-Т" и (или) уточняется предприятием изготовителем.

## **6 Технические требования к щебеночно-мастичным сероасфальтобетонным смесям и щебеночно-мастичному сероасфальтобетону**

6.1 Смеси должны соответствовать требованиям настоящих рекомендаций и изготавливаться по технологическому регламенту, утвержденному организацией-изготовителем и настоящих рекомендаций.

6.2 Зерновой состав минеральной части смеси подбирается на ситах с круглыми отверстиями и должен соответствовать требованиям ГОСТ 31015.

6.3 Для понижения температуры при выпуске и уплотнении щебеночно-мастичных сероасфальтобетонных смесей необходимо обязательное применение энергосберегающей добавки позволяющей снизить температуру укладки и уплотнения смеси без снижения качества, а так же повысить сцепление битума с каменным материалом.

6.4 Температура смеси при выпуске из смесителя, в зависимости от температуры воздуха, принимается по таблице 7.

**Таблица 7 - Температура смеси при выпуске из смесителя, в зависимости от температуры воздуха**

Наименование	Температура выпускаемой смеси в зависимости от температуры воздуха			
	менее +10	От +10 до +15	От +15 до +20	Более +20
Температура смеси, °С	150	150	140	130

6.5 Показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичных сероасфальтобетонных смесей применяемых в конкретных дорожно-климатических зонах, должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 8.

**Таблица 8 - Физико-механические свойства щебеночно-мастичной сероасфальтобетонной смеси**

	Нормы для смеси с учетом дорожно-климатических зон	

Показатели свойств смеси	IV	V	Методика проведения испытания
	Пористость минеральной части, % не более	15 - 19	
Остаточная пористость, % не более: образцов отформованных из вырубков и кернов отобранных из покрытий	св.1,5 до 4,5 4,5	св.2,0 до 4,5 4,5	СТ РК 1218
<i>Продолжение таблицы</i>			8
Водонасыщение, % по объему не более: образцов отформованных из вырубков и кернов отобранных из покрытий	От 1,0 до 4,0 3,5	От 1,5 до 4,0 3,5	СТ РК 1218
Предел прочности при сжатии при температуре, МПа, не менее: при температуре 20 С при температуре 50 С	2,7 0,80	3,0 0,90	СТ РК 1218
Показатели свойств смеси	Нормы для смеси с учетом дорожно-климатических зон		Методика проведения испытания
	IV	V	
Сдвигоустойчивость, не менее: Коэффициент внутреннего трения tg φ, Сцепление при сдвиге при температуре 50° С, МПа,	0,93 0,20	0,94 0,25	СТ РК 1218
Трещиностойкость- предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0° С, МПа, не менее	2,5 6,0	3,0 6,5	СТ РК 1218
Устойчивость смеси к расслоению по показателю стекания вяжущего,%	0,2	0,2	СТ РК 1218
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,85	0,85	СТ РК 1218
Стойкость к колееобразованию, мм, не более	3,0	3,0	СТ РК EN 12697

## 6.1 Требования к материалам для производства щебеночно-мастичных сероасфальтобетонных смесей

6.1.1 Для приготовления щебеночно-мастичной сероасфальтобетонной смеси применяют щебень в соответствии с требованиями СТ РК 1284 и настоящих рекомендаций. Для приготовления смесей применяют щебень следующих фракций от 5 мм до 10 мм; от 10мм до 15 мм: свыше 10 мм до 20 мм; свыше 15 мм до 20 мм, а также

смеси этих фракций. В щебне не должно быть посторонних засоряющих примесей. Марка щебня по дробимости из изверженных и метаморфических горных пород должна быть не менее 1200, из осадочных горных пород, щебня из гравия и металлургических шлаков не менее 1000; марка щебня по истираемости в полочном барабане — И1; марка по морозостойкости — не ниже F50. Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в щебне не должно превышать 15 % по массе. Содержание пылевидных и глинистых частиц — не более 2 % по массе.

6.1.2 Пески из отсевов дробления горных пород должны соответствовать требованиям ГОСТ 31424; марка по прочности песка должна быть не ниже 1000: содержание глинистых частиц, определяемых методом набухания – не более 0,5 %, при этом содержание зерен мельче 0,16 мм (в том числе пылевидных и глинистых частиц в этой фракции) не нормируется.

6.1.3 Для приготовления ШМСАС применяют минеральный порошок активированный и неактивированный, соответствующий требованиям СТ РК 1221 и СТ РК 1225. Допускается применение технической пыли уноса из системы пылеулавливания смесительных установок в количестве не более 20 % общей массы минерального порошка. Значения показателей пыли уноса должны соответствовать требованиям СТ РК 1221 для порошка марки МП-2.

6.1.4 Для приготовления смеси в качестве вяжущего применяют битумы по СТ РК 1373, а также по иной нормативной и технической документации, согласованной с заказчиком в установленном порядке при условии обеспечения показателей качества сероасфальтобетона из этих смесей не ниже, чем установленные настоящими рекомендациями.

6.1.5 При производстве смеси в соответствии с настоящими рекомендациями используют модифицированную техническую серу по ГОСТ 127.1. Физико-механические показатели модифицированной серы приведены в таблице 9, а предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест [9] и в воздухе рабочей зоны (ГОСТ 12.1.005) приведены в таблице 10

**Таблица 9 - Физико-механические показатели модифицированной серы**

Наименование показателя	Значение	Методика проведения испытания
Внешний вид	Гранулы сферической, полусферической и других геометрических форм. Не допускается присутствие механических загрязнений  (бумага, дерево, песок и др.)	Визуально

Массовая доля серы, %, не менее	90,0	ГОСТ 127.2
Модифицирующих веществ, %, не более	10,0	ГОСТ 127.2
Влажность, %, не более	0,3	ГОСТ 127.2

**Таблица 10 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест**

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>			ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007
	В воздухе рабочей зоны (СанПиН 168-2015)	В атмосферном воздухе населенных мест			
		Средне-суточная (с.с)	Максимальная разовая (м.р).		
Азот диоксид	2	0,04	0,2	-	II
Бенз(а)пирен	0,00015	0,1мкг/100 м <sup>3</sup>	-	-	I
Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>			ОБУВ, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007
	В воздухе рабочей зоны (СанПиН 168-2015)	В атмосферном воздухе населенных мест			
		Среднесуточная (с.с)	Максимальная разовая (м.р).		
Пыль неорганическая с содержанием двуоксида кремния SiO <sub>2</sub> менее 20%	-	0,154	0,5	-	III
Серы диоксид	0,1	0,125	-	-	III
Углеводороды предельные (ароматические)	300	-	1,0	-	IV
Толуол	50	0,6	-	-	III
Фенол	0,3	0,003	0,01	-	II
Углерода оксид	20	3,0	5,0	-	IV
Сероводород	10	0,008	0,008	-	III

## **6.2 Требования к технологии производства щебеночно-мастичной сероасфальтобетонной смеси**

6.2.1 При производстве щебеночно-мастичной сероасфальтобетонной смеси в битум добавляется энергосберегающая добавка, повышающая сцепление между вяжущим и минеральным материалом, позволяющая снизить температуру укладки смеси и еУ уплотнения без снижения качества, в количестве 0,3 % от массы битума.

6.2.2 Способ введения модифицированной серы при производстве может быть реализован по двум схемам:

-модифицированную серу вводят в смеситель после введения щебня и песка затем добавляется минеральный порошок перед подачей битума;

-модифицированную серу вводят в нагретый битум, в результате чего она плавится и вместе с битумом поступает в рабочую емкость, после чего дозируется и поступает в смеситель. Щебеночно-мастичная сероасфальтобетонная смесь, приготовленная по этому способу хранению не подлежит и укладывается сразу после приготовления.

6.2.3 В соответствии с технологическим регламентом температура минеральных материалов на момент подачи модифицированной серы не должна превышать 155 С.

6.2.4 Температура готовой смеси при выпуске из смесителя должна соответствовать температуре приведенной в таблице 7.

### **6.3 Методы контроля**

6.3.1 ЩМСАС испытывают по СТ РК 1218, ГОСТ 31015, а также соблюдая нижеследующие положения настоящих рекомендаций.

6.3.2 Среднюю глубину колеи определяют по СТ РК EN12697. При этом испытания осуществляют на образцах, изготовленных на любом уплотняющем оборудовании при условии обеспечения параметров водонасыщения, приготовленных по СТ РК 1218.

6.3.3 Предел прочности на растяжение при изгибе и предельную относительную деформацию растяжения определяют по СТ РК 1218.

### **6.4 Правила приемки**

6.4.1 Приемку щебеночно-мастичных сероасфальтобетонных смесей производят партиями.

6.4.2 Выпущенной партией считается любое количество смеси произведенной по одному проектному составу (рецепту) на одной смесительной установке в течение одной смены, с использованием сырья одной поставки, направляемой в один адрес и сопровождаемой одним документом о качестве, но весом не более 1200 т.

6.4.3 Количество поставляемой смеси определяют по массе. Смесь при отгрузке в автомобиле взвешивают на автомобильных весах.

6.4.4 Для оценки соответствия смесей требованиям настоящих рекомендаций проводят приемо-сдаточный периодический и операционный контроль качества.

6.4.5 При приемо-сдаточных испытаниях отбирают одну объединенную пробу в соответствии с ГОСТ 10181 от партии и определяют:

- температуру отгружаемой смеси при выгрузке из смесителя или накопительного бункера;

- зерновой состав минеральной части смеси;

- водонасыщение;

- предел прочности при сжатии при температурах 50 С и 20 С;

- устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего для щебеночно-мастичной смеси.

6.4.6 При периодическом контроле качества смесей определяют;

- остаточную пористость;
- состав смеси;
- водостойкость при длительном водонасыщении;
- сцепление битума с минеральной частью;
- однородность смеси;
- водонасыщение;
- остаточную пористость и пористость минеральной части;
  - устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего для щебеночно-мастичной смеси;

6.4.7 Периодический контроль осуществляют не реже одного раза в 2 дня, а также при каждом изменении видов материалов, применяемых при их приготовлении.

### **6.5 Маркировка**

Маркировка щебеночно-мастичной сероасфальтобетонной смеси осуществляется по п.5.5 настоящих рекомендаций.

### **6.6 Транспортирование и хранение**

6.6.1 Хранение ЩМСАС в накопительном бункере допускается до 18 часов при использовании добавки "Сулфотекс-Т". Хранение ЩМСАС в бункере-накопителе при использовании других добавок регламентируется заводом изготовителем.

6.6.2 Продолжительность транспортирования смеси следует устанавливать исходя из условия обеспечения требуемой температуры при укладке ЩМСАС в соответствии п. 6.6 "Транспортирование и хранение" настоящих рекомендаций.

6.6.3 ЩМСАС транспортируют автомобилями-самосвалами, снабженными специальными защитными тентами.

6.6.4 Температура при уплотнении щебеночно-мастичной сероасфальтобетонной смеси должно быть ниже не более чем на 30 С от температуры при выпуске смеси, приведенной в таблице 7.

## **7 Технические требования к серобетону и изделиям из серобетона**

### **7.1 Требования к серобетонным смесям**

7.1.1 Серобетонные смеси готовят на технологическом оборудовании асфальтобетонного завода в соответствии с требованиями настоящих рекомендаций по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке производителем, и условиями договора на поставку.

7.1.2 Серобетонные смеси характеризуются следующими технологическими показателями качества:

- удобоукладываемость;
- температура.

7.1.3 Удобоукладываемость серобетонных смесей определяют по осадке конуса, приведенной в таблице 11.

**Таблица 11 - Удобоукладываемость серобетонных смесей**

Группа серобетонной смеси	Осадка конуса, см
Ж	Не менее 1
П	1-16

7.1.4 Температура серобетонной смеси при выпуске из смесителя или накопительного бункера не должна превышать 155 °С.

## 7.2 Требования к серобетонам

7.2.1 Основные требования к показателям качества серобетонных смесей и серобетонов должны устанавливаться в соответствии с требованиями настоящих рекомендаций в зависимости от их назначения и условий работы в конструкциях:

7.2.2 Основные физико-механические показатели серобетонов приведены в таблице 12.

**Таблица 12- Физико-механические показатели серобетонов**

Наименование показателя	Среднее значение показателя для серобетона	Методика проведения испытания
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	2000—3000	ГОСТ 12730.1
Прочность на сжатие, МПа	10—100	ГОСТ 10180
<i>Продолжение таблицы 12</i>		
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	2—20	ГОСТ 10180
Водопоглощения, %, не более	0,8	ГОСТ 12730.3
Водостойкость, не менее	0,9	П о приложению А
Изменение прочности на сжатие при температуре 80 °С, %, не более	10	П о приложению Б
Марка по морозостойкости (по второму базовому методу), не ниже	F <sub>2</sub> 500	ГОСТ 10060
Истираемость, г/см <sup>2</sup> , не более	0,40	ГОСТ 13087
Марка по водонепроницаемости, не ниже	W20	ГОСТ12730.5
Примечание: Срок набора марочной прочности: 80% заданных свойств по мере остывания материала до 50С и 100% по истечении 11 суток.		

7.2.3 Серобетон должен обладать стойкостью к воздействию агрессивных сред. Стойкость к кислотным и щелочным воздействиям определяется типом модификатора с помощью которого сера переводится в сополимерное состояние.

## 7.3 Требования к исходным материалам, применяемым в серобетоне

7.3.1 Требования к материалам для приготовления серобетонных смесей (заполнителям, тонким наполнителям, модифицированной сере) и к составу смеси должны устанавливаться в нормативных или технических документах, а также в технологической документации на изготовление изделий и конструкций из серобетона конкретного вида.

7.3.2 Для приготовления серобетонных смесей применяют: - модифицированную серу; - заполнители (плотные, пористые); - мелкодисперсный наполнитель.

7.3.3 Требования к модифицированной сере приведены в таблице 13, а значения предельно допустимой концентрации вредных веществ приведены в таблице 14.

Для изготовления серобетонных смесей, предназначенных для производства не армированных и армированных серобетонных изделий и конструкций.

**Таблица 13 - Требования к модифицированной сере**

Наименование показателя	Значение	Методика проведения испытания
Внешний вид	Гранулы сферической, полусферической и других геометрических форм. Не допускается присутствие механических загрязнений ( бумага, дерево, песок и др.)	Визуально
Массовая доля серы, %, не менее	75	ГОСТ 127.2
Модифицирующих веществ, %, не более	25	ГОСТ 127.2
Влажность, %, не более	0.3	ГОСТ 127.2

**Таблица 14 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ**

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>			ОБУВ, мг/м <sup>3</sup> [10]	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007 [10]
	в воздухе рабочей зоны (СанПиН 168-2015)	в атмосферном воздухе населенных мест [10]			
		Средне-суточная (с.с)	Максимальная разовая (м.р).		
Азот диоксид	2	0,04	0,2	-	II
Бенз(а)пирен	0,00015	0,1мкг/100 м <sup>3</sup>	-	-	I
Пыль неорганическая с содержанием двуоксида кремния SiO <sub>2</sub> менее 20 %	-	0,154	0,5	-	III

Серы диоксид	0,1	0,125	-	-	III
Углеводороды предельные (ароматические)	300	-	1,0	-	IV
Толуол	50	0,6	-	-	III
Фенол	0,3	0,003	0,01	-	II
Углерода оксид	20	3,0	5,0	-	IV
Сероводород	10	0,008	0,008	-	III

7.3.4 В качестве крупного заполнителя для тяжелых серобетонов применяют щебень из горных пород или щебень из гравия по СТ РК 1284, шлаковый щебень по ГОСТ 3344. Максимальная крупность зерен заполнителя должна быть не более 40 мм. Применение щебня из осадочных горных пород допускается в случае отсутствия в нормативных документах и технической документации на конкретный вид изделий и конструкций из серобетона требований по коррозионной стойкости.

7.3.5 В качестве мелкого заполнителя для серобетонов следует применять песок по ГОСТ 8736. Кислотостойкость песка не регламентируется.

7.3.6 В качестве тонкого наполнителя для приготовления серобетонов следует применять продукты, получаемые измельчением горных пород или твердых отходов промышленного производства. Кислотостойкость тонкого наполнителя не регламентируется.

#### **7.4 Приготовление серобетонной смеси**

7.4.1 Серобетонные смеси приготавливают на технологическом оборудовании асфальтобетонного завода в соответствии с требованиями настоящих рекомендаций по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке производителем, и условиями договора на поставку.

7.4.2 Серобетонные смеси характеризуют следующими технологическими показателями качества:

- удобоукладываемость;
- температура.

7.4.3 Температура серобетонной смеси при выпуске из смесителя или накопительного бункера не должна превышать 155 °С.

7.4.4 Серобетонная смесь приготавливается при температуре 145-155 С.

#### **7.5 Методы контроля серобетонной смеси и испытаний серобетона**

7.5.1 При отборе проб следует соблюдать требования ГОСТ 10181.

7.5.2 При изготовлении контрольных образцов объем пробы должен превышать требуемый в 2 раза.

7.5.3 Температура пробы серобетонной смеси от момента ее отбора до момента начала изготовления образцов должна поддерживаться в диапазоне от 145 °С до 155 °С.

7.5.4 При контроле на производстве пробу серобетонной смеси отбирают непосредственно из выгрузочного устройства смесителя после окончания замеса.

7.5.5 Формы и формование контрольных образцов следует применять в соответствии с требованиями ГОСТ 10180. Металлические формы для изготовления образцов серобетона должны быть предварительно разогреты до температуры  $(125 \pm 5)$  °С в сушильном шкафу и смазаны тонким слоем машинного масла.

7.5.6 При производственном контроле формование контрольных образцов следует проводить по той же технологии и с теми же параметрами уплотнения, что и при изготовлении изделий и конструкций из серобетона.

7.5.7 При проведении испытаний все образцы следует изготавливать в одинаковых условиях из одной пробы серобетонной смеси. Средняя плотность образцов одной серии, изготовленных из одной пробы серобетонной смеси, не должна отличаться более чем на  $50 \text{ кг/м}^3$ .

7.5.8 Образцы из тяжелого серобетона при лабораторных исследованиях, а также при производственном контроле в случаях, когда условия в 7.5.6 не могут быть выполнены, формируют следующим образом: формы заполняют серобетонной смесью слоями высотой не более 100 мм. Каждый слой уплотняют штыкованием, стержнем из композитного материала диаметром 16 мм с закругленным концом. Число нажимов стержня рассчитывают из условия, чтобы один нажим приходился на  $10 \text{ см}^2$  верхней открытой поверхности образца, штыкование выполняют равномерно по спирали от краев формы к ее середине.

При изготовлении образцов из подвижных серобетонных смесей форму с уложенной смесью жестко закрепляют на лабораторной виброплощадке и дополнительно уплотняют.

При изготовлении образцов из жестких серобетонных смесей на форме закрепляют насадку. Форму с насадкой жестко закрепляют на лабораторной виброплощадке, устанавливают на поверхность смеси пригруз, обеспечивающий давление  $(4 + 0,5)$  кПа, и вибрируют до прекращения оседания пригруза плюс дополнительно 5 – 10 с.

7.5.9 По окончании уплотнения верхние поверхности образцов заглаживают нагретой кельмой по ГОСТ 9533 вровень с краями формы.

При остывании утепляют только верхнюю, открытую часть формы, для обеспечения направленного процесса кристаллизации. Нижнюю и боковые части формы утеплять не требуется.

7.5.10 После остывания образцы распалубливают, маркируют и дополнительно выдерживают в условиях окружающей среды не менее 4 ч до начала испытания.

До момента остывания 50 С образец набирает 80 % прочности. Испытания серобетонных образцов необходимо проводить после 11 суток, до момента окончания полного процесса перекристаллизации.

## **8 Правила приемки**

8.1 Приемку серобетонных смесей проводят партиями.

8.2 Партией считают любое количество серобетонной смеси одного вида и состава, произведенной на предприятии на одной смесительной установке в течение одной смены, с использованием сырья одной поставки.

8.3 Количество поставляемой серобетонной смеси определяют по массе. Смесь при отгрузке в автомобили взвешивают на автомобильных весах.

8.4 Для оценки соответствия серобетонных смесей требованиям настоящих рекомендаций проводят приемо-сдаточный и операционный контроль.

8.5 Приемо-сдаточные испытания проводят для каждой партии серобетонной смеси. При приемо-сдаточных испытаниях серобетонных смесей отбирают по ГОСТ 12801 одну объединенную пробу от партии и определяют:

- температуру отгружаемой смеси при выпуске из смесителя или накопительного бункера;

- предел прочности при сжатии серобетона при температуре  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ;

- изменение прочности при сжатии серобетона при температуре  $80 ^\circ\text{C}$ .

8.6 Приемку серобетона по прочности проводят для каждой партии сборных изделий и монолитных конструкций по ГОСТ 18105.

8.7 Приемку серобетона по нормируемым показателям качества проводят при подборе нового номинального состава серобетона, (морозостойкости, водонепроницаемости, водостойкости, истираемости, водопоглощению, химической и коррозионной стойкости) далее периодически в соответствии с техническими условиями.

8.8 Приемку сборных серобетонных изделий и конструкций по всем нормируемым показателям качества проводят по ГОСТ 13015 на месте их изготовления

8.9 На каждую партию отгруженной серобетонной смеси потребителю выдают документ о качестве, в котором указывают:

- наименование предприятия-изготовителя и его адрес;

- номер и дату выдачи документа;

- наименование и адрес потребителя;

- номер заказа (партии) и количество (массу) смеси

- обозначение настоящих рекомендаций;

- предел прочности серобетона при сжатии при температуре  $(20 + 5) ^\circ\text{C}$ ;

- изменение прочности при сжатии серобетона при температуре  $80 ^\circ\text{C}$ ;

8.10 При отгрузке изделий из серобетона потребителю выдают документ о качестве в соответствии с требованиями нормативных документов на конкретный вид изделий.

8.11 Потребитель имеет право проводить контрольную проверку соответствия серобетонных смесей требованиям настоящих рекомендаций, с учетом соблюдения правил отбора проб и изготовления образцов, установленных настоящими рекомендациями.

## 9 Транспортирование и хранение

9.1 Серобетонные смеси транспортируют в специализированных термосах-бункерах типа "Кохер".

9.2 Температура серобетонной смеси не должна превышать 155С.

9.3 Бункер накопитель для серобетона должен быть теплоизолирован и оборудован перемешивающим устройством во избежание расслоения смеси и обеспечивать равномерность температур по всему объёму. Предпочтительно данную смесь выгрузить из АБЗ в автомобиль Кохер и отправить потребителю.

9.4 Время хранения серобетонных смесей в бункере-накопителе не должно превышать 2 ч.

## 10 Техника безопасности при работе с серой

10.1 При использовании серы необходимо руководствоваться положениями СНиП РК 1.03–05–2001.

10.2 В твердом виде сера - горючее вещество, нетоксична, четвёртый класс опасности. Жидкая сера токсична IV класс опасности. Серная пыль взрывоопасна. Нижний предел взрываемости серной пыли фракции 850 мкм при плотности - 2,05 г/см<sup>3</sup>, температура самовоспламенения 575 °С.

Контроль за ПДК осуществляется территориальными подразделениями охраны общественного здоровья.

10.3 Производственные помещения и лаборатории, где ведутся работы с серой, должны быть оборудованы приточно-вытяжной механической вентиляцией, обеспечивающей соблюдение в воздухе рабочей зоны ПДК вредных веществ.

10.4 Складские площадки и склады должны быть оснащены стационарными системами пожаротушения. Запрещается применение всех видов открытого огня. Тушение горячей серы производится распыленной водой.

10.5 При работе с серой рабочий персонал должен быть обеспечен специальной одеждой и средствами индивидуальной защиты:

- халатами или комбинезонами по ГОСТ 21790;
- хлопчатобумажными рукавицами;
- спецобувью по ГОСТ 12.4.137;
- средствами для защиты глаз по ГОСТ 12.4.253;
- респираторами ШБ-1 типа "Лепесток" по ГОСТ 12.4.028.

10.6 Лица моложе 18 лет к работе с серой не допускаются.

10.7 Использование серы в качестве добавки в асфальтобетонные смеси всех видов и типов в условиях строительства дорожных покрытий вне населенных пунктов.

10.8 Удельная эффективная активность естественных радионуклидов в применяемых минеральных материалах для смесей и асфальтобетонов согласно [2] не должна превышать значений, предусмотренных в таблице 15.

10.9 При приготовлении смесей и устройстве из них дорожных покрытий необходимо обеспечение требований техники безопасности, предусмотренных ГОСТ 12.1.005 [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7].

10.10 При приготовлении и использовании смесей необходимо соблюдать требования по предотвращению пожара, противопожарной защите и организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности в соответствии с [1] и ГОСТ 12.1.004.

10.11 В радиусе 50 м от установки по приготовлению смесей не допускается ведение работ с использованием открытого источника огня или вызывающих искрообразование.

**Таблица 15 - Удельная эффективная активность естественных радионуклидов**

Класс радиационной опасности материалов	Удельная эффективная активность ( $A_{эфф.}$ ), Бк/кг, не более	Область применения
II	740	Строительство дорог и аэродромов в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки
III	1500	Строительство дорог вне населенных пунктов и зон перспективной застройки.

10.12 Производственные помещения, в которых производится работа с со смесями, должны соответствовать требованиям [8] и быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с ГОСТ 12.4.021 и знаками безопасности и цветами сигнальными.

10.13 Лица, занятые в производстве и укладке смесей, должны быть обеспечены средствами индивидуальной защиты.

10.14 Обслуживающий персонал должен быть обеспечен необходимыми санитарно-бытовыми условиями.

10.17 Все лица, занятые в производстве и укладке смесей должны проходить предварительный, при поступлении на работу, и периодические медицинские осмотры в установленном порядке.

## **11 Требования к охране окружающей среды**

11.1 При проведении работ по производству смесей и изделий из серы следует соблюдать весь комплекс природоохранных мероприятий в соответствии с ГОСТ 12.1.005, а также [3] и [4].

11.2 ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест по гигиеническим нормативам [5] не должны превышать требований приведенных в таблицах 6, 10, 14.

11.3 Россыпи технической и модифицированной технической серы смачивают водой, собирают в закрытые металлические емкости или другую герметичную тару и направляют на утилизацию.

11.4 С целью охраны атмосферного воздуха от загрязнения выбросами вредных веществ должен быть организован контроль содержания предельно допустимых выбросов. Правила установления содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны определяется по ГОСТ 12.1.014. Периодичность проверки ПДК вредных веществ по ГОСТ 12.1.005 - не реже 1 раза в квартал.

11.5 Контроль содержания вредных веществ в атмосферном воздухе проводят периодически в соответствии с утвержденным графиком по ГОСТ 17.2.3.02. Согласно [12] расстояние точек отбора не должно быть менее 0,5 м от источника выделения.

## 12 Экономическая эффективность

12.1 Экономическая эффективность применения сероасфальтобетонных, щебеночно-мастичных сероасфальтобетонных смесей значительно превышает аналогичные асфальтобетонные, щебеночно-мастичные асфальтобетонные по ряду причин.

Во-первых, дает возможность на основе имеющихся отечественных минеральных материалов и промышленных нефтяных битумов среднего класса качества получать сероасфальтобетоны, щебеночно-мастичные сероасфальтобетоны превосходящие по своим эксплуатационным и техническим характеристикам традиционные по составу асфальтобетоны.

Во-вторых, сероасфальтобетонные, щебеночно-мастичные сероасфальтобетонные смеси позволяют достичь улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств:

- понизить водонасыщение в среднем на 15 %;
- увеличить предел прочности при сжатии при 20 °С на 20 %, при 50 °С на 45 %;
- увеличить прочность при сдвиге при 50 °С от 10 % до 30 %;
- увеличить прочность при расколе при 0 °С на 10 %;
- увеличить устойчивость к колееобразованию от 1,5 до 8 раз;
- увеличить устойчивость к трещинообразованию в два раза;
- увеличить предел прочности при сжатии на 10 %;

Проведенный сравнительный анализ зарубежных и отечественных достижений исследований позволяет сделать следующие выводы:

- для производства работ по приготовлению и применению серобитумных вяжущих, сероасфальтобетонов, щебеночно-мастичных сероасфальтобетонов

используется широко распространенное недорогое отечественное оборудование, которое имеется на всех асфальтобетонных заводах;

- сероасфальтобетонные, щебеночно-мастичные сероасфальтобетонные смеси прекрасно укладываются всеми имеющимися в распоряжении дорожников укладчиками, как отечественных, так и зарубежных производителей;

- не требуют использования специального транспортного и укладочного оборудования, а перевозятся обычными самосвалами и укладываются стандартными укладчиками, предназначенными для обычного асфальтобетона. Тем самым в несколько раз повышается производительность труда;

- кроме того, решаются экологические проблемы загрязнения окружающей среды.

Количество вводимых добавок приведено для приготовления сероасфальтобетонной и щебеночно – мастичной сероасфальтобетонной смесей приведен в таблице 16.

**Таблица 16 - Количество вводимых добавок**

Наименование добавки	Стоимость 1 кг добавки в смеси, тг	Расход адгезионных добавок и резиновой крошки		Стоимость на 1 т смеси, тг	
		Сероасфальтобетон, % от массы битума (кг на 1 тн смеси)	Щебеночно-мастичный сероасфальтобетон % от массы смеси (кг на 1 тн смеси)	Сероасфальтобетон, % от массы битума (кг на 1 тн смеси)	Щебеночно-мастичный сероасфальтобетон % от массы смеси (кг на 1 тн смеси)
Модифицированная сера	42	39,71	41,57	1668	1746
Энергосберегающая добавка	2307	0,35	0,35	807	807
Итого:	2349			2529	2553

**П р и м е ч а н и я**

- 1 В таблице представлены стоимости и потребность материала без учета транспортных расходов.
- 2 При современных мощностях асфальтосмесительных установок нет удорожания стоимости энергозатрат (или они не значительны).

По предоставленным данным ТОО "АДСК" традиционная асфальтобетонная смесь типа Б имела стоимость 12900 тг за 1 тонну, стоимость щебеночно – мастичной асфальтобетонной смеси 16400 тг за 1 тонну, стоимость модифицированной серы (производства РФ) составляла 42 тг за 1 кг. и стоимость адгезионной добавки для серы 2357тг за 1кг (стоимость по курсу Национального Банка на состояние 15.10.2018г. )

Расчет затрат на применение добавок приведен в таблице 17, соответственно стоимость сероасфальтобетонной смеси составила 13711 тг., (с учетом НДС) удорожание составило 6,3 %, а щебеночно – мастичной сероасфальтобетонной смеси 15751 тг. (с учетом НДС) по сравнению с традиционной. Удешевление составило 4 %.

Экономическая эффективность покрытий при прочих равных условиях достигается так же сокращением межремонтных сроков службы сероасфальтобетонного покрытия, которые по рекомендациям разработчика составляют 3-7 лет эксплуатации, щебеночно – мастичной сероасфальтобетонной смеси по рекомендациям разработчика 7-12 лет эксплуатации.

Пример сравнения устройства слоя из асфальтобетонных, щебеночно – мастичных асфальтобетонных горячих смесей толщиной 5 см (ед.изм.1 м<sup>2</sup>) и сероасфальтобетонных, щебеночно – мастичных сероасфальтобетонных смесей толщиной 5 см (ед.изм.1 м<sup>2</sup>) представлен в таблице 16 (стоимость дана без учета НДС, в ценах на 01.09.2018.)

**Таблица 17 - Расчет затрат на применение добавок**

Наименование показателей	Наименование материала			
	А/б тип Б	ЩМА 20	САБ тип Б	ЩМСАС
Затраты на приготовление смесей и их укладку, тг				
Стоимость одной тонны смеси, тг	13262	15903	12242	14063
Стоимость работ, с учетом стоимости материалов, тг/м <sup>2</sup>	1952	2297	1822	2060
Удорожание (+), удешевление (-), тг/м <sup>2</sup>			-130	-237
Межремонтные сроки, год	1-5	5-10	5-10	8-14

Экономическая эффективность обоих видов смеси (САБ тип Б и ЩМСАС) наблюдается при укладке смеси и при межремонтных сроках, которые продляются от 3 до 5 лет.

12.2 Экономическая эффективность применения серобетонных смесей значительно превышает аналогичные цементобетонные по ряду причин.

Во-первых, дает возможность на основе имеющихся отечественных минеральных материалов среднего класса качества получать серобетоны превосходящие по своим эксплуатационным и техническим характеристикам.

Во-вторых, серобетонные смеси позволяют достичь улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств:

- водостойкость - на 15 %;
- водонепроницаемость – 50 %;
- предел прочности при сжатии, МПа - от 30 % до 60 %;
- предел прочности при растяжении, МПа – в 1,3 раза;
- истираемость, г/см<sup>2</sup> - уменьшается на 50 %;
- морозостойкость - увеличивается на 57 %.

Проведенный сравнительный анализ зарубежных и отечественных достижений и исследований позволяет сделать следующие выводы:

-для производства работ по приготовлению и применению серобетонов используется широко распространенное недорогое отечественное оборудование, которое имеется на всех асфальтобетонных заводах;

- серобетонные смеси прекрасно укладываются всеми имеющимися в распоряжении дорожников укладчиками, как отечественных, так и зарубежных производителей;

- не требуют использования специального укладочного оборудования, а укладываются стандартными укладчиками, предназначенными для обычного асфальтобетона. Тем самым в несколько раз повышается производительность труда;

-кроме того, решаются экологические проблемы загрязнения окружающей среды.

Расчет затрат на применение добавок для приготовления серобетонной смеси приведен в таблице 18.

**Таблица 18 - Расчет затрат на применение добавок для приготовления серобетонной смеси**

Наименование добавки	Стоимость 1 кг добавки в смеси, тг	Расход адгезионных добавок и серы модифицированной	С т о и м о с т ь на 1 т смеси, тг
		Серобетон, % от массы инертных материалов (кг на 1 м <sup>3</sup> смеси)	Серобетон, % от массы инертных материалов (кг на 1 м <sup>3</sup> смеси)
Модифицированная сера	42	311	13062
Энергосберегающая добавка	2307	0,47	1084
<b>Итого:</b>	<b>2399</b>		<b>14146</b>

По предоставленным данным ТОО "Асфальтобетон 1" традиционная цементобетонная смесь имела стоимость 20055 тг за 1м<sup>3</sup>, стоимость модифицированной серы (производства РФ) составляла 42 тг за 1 кг. и стоимость адгезионной добавки для серы 2357тг за 1кг (стоимость по курсу Национального банка на состояние 15.10.2018г.), соответственно стоимость серобетонной смеси составила 20965 тг. (с учетом НДС).

Экономическая эффективность покрытий при прочих равных условиях достигается при межремонтном сроке службы серобетонного покрытия, который по рекомендациям разработчика проводится после 15 лет эксплуатации.

Пример сравнения устройство слоя из цементобетонных смесей толщиной 20 см (ед.изм.1 м<sup>3</sup>) и серобетонных смесей толщиной 20 см (ед.изм.1 м<sup>2</sup>) приведены в таблице 19 (стоимость дана без учета НДС, в ценах на 01.09.2018.).

**Таблица 19- Затраты на приготовление смесей**

--	--

Наименование показателей	Наименование материала	
	Цементобетон	Серобетон
Затраты на приготовление смесей и их укладка, тг		
Стоимость 1м <sup>3</sup> смеси, тг	20055	20965
Стоимость работ, с учетом стоимости материалов толщиной 20 см, тг/м <sup>3</sup>	4651	4356
Удорожание (+), удешевление (-), тг/м <sup>2</sup>		+ 295
Межремонтные сроки, год	5-10	10-15

Экономическая эффективность серобетона наблюдается при укладке смеси и при межремонтных сроках, которые продляются до 5 лет.

## Приложение А

### (обязательное)

#### Метод определения водостойкости серобетона

А.1 Для определения водостойкости серобетона изготавливают две серии образцов в соответствии с 7.5 настоящих рекомендаций в количестве не менее 3 шт. в каждой серии. Образцы перед испытанием выдерживают при комнатной температуре  $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$  в течение  $(24 \pm 0,5)$  ч, после чего образцы первой серии (контрольные образцы) испытывают на сжатие по ГОСТ 10180, образцы второй серии — на водопоглощение по ГОСТ 12730.3.

А.2 После извлечения из воды образцы второй серии выдерживают при комнатной температуре в течение  $(1 \pm 0,1)$  ч и подвергают испытанию на сжатие в соответствии с ГОСТ 10180.

А.3 Прочность серобетона на сжатие вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле:

$$R = aF/A \quad (\text{A.1})$$

где  $a$  – масштабный коэффициент для приведения прочности серобетона к прочности серобетона в образцах базовых размеров и формы, определяют по ГОСТ 10180;

$F$  – разрушающая нагрузка, Н;

$A$  – площадь рабочего сечения образца, мм<sup>2</sup>.

А.4 Прочность серобетона в каждой серии образцов определяют как среднеарифметическое значение прочности испытанных образцов.

А.5 Водостойкость серобетона  $W$ , %, определяют по формуле:

$$W = (R_{20}^w \setminus R_{20}) * 100 \quad (\text{A.2})$$

где  $R_{20}^w$  – прочность серобетона в серии образцов, насыщенных водой в соответствии с ГОСТ 12730.3 и испытанных по ГОСТ 10180, МПа;

$R_{20}$  – прочность серобетона в серии контрольных образцов, испытанных по ГОСТ 10180, МПа.

## **Приложение Б**

**(обязательное)**

### **Метод определения изменения прочности на сжатие серобетона при температуре 80 °С**

Б.1 Для определения изменения прочности на сжатие серобетона при температуре 80 °С изготавливают две серии образцов в соответствии с 7.5 настоящих рекомендаций в количестве не менее 3 шт. в каждой серии. Образцы первой серии (контрольные образцы) испытывают на прочность при сжатии по ГОСТ 10180. Образцы второй серии через 24 ч после изготовления помещают в термошкаф, в котором выдерживают при температуре  $(80 \pm 1)^\circ\text{C}$  в течение  $(3 \pm 0,5)$  ч, после чего не позднее чем через 5 мин после извлечения из термошкафа испытывают на прочность при сжатии по ГОСТ 10180.

Б.2 Прочность серобетона на сжатие  $R$ , МПа, вычисляют с точностью до 0,1 МПа по формуле:

$$R = aF/A, \quad (\text{Б.1})$$

где  $a$  — масштабный коэффициент для приведения прочности серобетона к прочности серобетона в образцах базовых размеров и формы, определяют по ГОСТ 10180;

$F$  — разрушающая нагрузка, Н;

$A$  — площадь рабочего сечения образца,  $\text{мм}^2$ .

Б.3 Прочность серобетона в серии образцов определяют как среднеарифметическое значение прочности испытанных образцов в серии.

Б.4 Изменение прочности серобетона при температуре 80 °С  $\Delta R$ , %, определяют по формуле:

$$\Delta R = (R_{80} / R_{20}) * 100 \quad (\text{Б.2})$$

где  $R_{80}$  – прочность серобетона образцов, нагретых до температуры 80 °С, МПа;

$R_{20}$  — прочность серобетона контрольных образцов, МПа.

## **Библиография**

[1] Технического регламента Таможенного союза: ТС 014/2011 "Безопасность автомобильных дорог" от 18.10.2011 года № 827.

[2] ГН "Санитарно – эпидемиологические требования к обеспечению радиационной безопасности", утвержденные приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 27.02.2015 г. № 155

[3] Санитарные правила "Санитарно-эпидемиологические требования по установлению санитарно-защитной зоны производственных объектов". утвержденные приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан № 237 от 20.03.2015 г.

[4] "Гигиенические нормативы к атмосферному воздуху в городских и сельских населенных пунктах, утвержденные приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28. 02. 2015 года № 168

[5] Экологический кодекс Республики Казахстан № 212-III от 09.01.2007 г.(с изменениями и дополнениями по состоянию на 05.10.2018 г.)

[6] СН РК 3.03-101-2013, СН РК 3.03-01-2013 Автомобильные дороги

[7] СН РК 3.03-19-2013, СП РК 3.03-117-2013 Аэродромы.

[8] СН РК 3.03-03-14, СП РК 3.03-103-2014 Проектирование жестких дорожных одежд.

[9] СН РК 1.03–05–2011, СП РК 1.03-106-2012 Охрана труда и техника безопасности в строительстве.

[10] СНиП РК 1.03–05-2001 Охрана труда и техника безопасности в строительстве

[11] ПР РК 218–21–02 Инструкция по охране окружающей среды при строительстве , ремонте и содержании автомобильных дорог в Республике Казахстан. Утверждены Министерством транспорта и коммуникаций Республики Казахстан.

[12] Отраслевой стандарт СССР ОСТ 51.140—86 Система стандартов безопасности труда. Организация и проведение контроля воздуха рабочей зоны на объектах газовой промышленности. Общие требования безопасности.

**Ключевые слова:** щебеночно-мастичная сероасфальтобетонная смесь, щебеночно-мастичный сероасфальтбетон, модифицированная техническая сера, технические условия

Серобетонные смеси, серобетоны, транспортное строительство, гидротехническое строительство, гидромелиоративное строительство, классификация; общие технические требования, правила приемки, методы испытаний

## **Исполнители:**

Ответственный

исполнитель:

к.т.н.

Д.К. Саканов

Исполнители

Н.М.

Борщова

Генеральный  
ООО МИП "МАДИ-ДТ" (Россия)

директор

А.А. Кирнозаров

Ю.Э. Васильев

© 2012. РГП на ПХВ «Институт законодательства и правовой информации Республики Казахстан»  
Министерства юстиции Республики Казахстан