МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ВСЕСОЮЗНЫЙ ДОРОЖНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СОЮЗДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ С ДОБАВКОЙ СЕРЫ И ПО ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ИЗ НИХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Утверждены зам.директора Союздорнии
канд.техн.наук В.М.Юмашевым

Одобрены Главдорстроем (письмо №5603/204 от 9.4.85)

Москва 1986

gost.e-ecolog.ru

УДК 625.855.3:661.2(083.131)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ С ДОБАВКОЙ СЕРЫ И ПО ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ИЗ НИХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ. Союздорнии. М., 1986.

Приведены общие сведения о сере, используемой в виде добавки для повышения качества асфальтобетонов; требования к ее свойствам; технология введения серы в битум и непосредственно в минеральный материал.

Показаны особенности технологии приготовления асфальтобетонных смесей с добавкой серы различными способами и устройства из них дорожных покрытий.

Применение серы позволяет снизить расход битума, повысить производительность АБЗ и уплотняющих механизмов, увеличить срок службы асфальтобетонных покрытий.

Табл.4, рис.1.

© Государственный всесоюзный дорожный научно-исследовательский институт, 1986.

УДК 625.855.3:661.2(083.131)

Предисловие

В последние годы в ряде зарубежных стран успешно используется сера в качестве добавки к нефтяным битумам. Добавка серы позволяет снизить расход битума, повысить производительность асфальтосмесителей и уплотняющих механизмов, уменьшить расход условного топлива на 1 т на 1 км, повысить срок службы асфальтобетонных покрытий.

Исследования Союздорнии за последние годы и результаты опытно-экспериментальных работ, проведенных в 1982-1985 гг. в Волынской и Оренбургской областях, а также анализ зарубежного опыта явились основой для разработки "Методических рекомендаций по применению асфальтобетонов с добавкой серы и по технологии строительства из них дорожных покрытий".

В настоящих "Методических рекомендациях" приведены общие сведения о сере, используемой в виде добавки для повышения качества асфальтобетонов, и требования к ней, принцип проектирования состава получаемых асфальтобетонов, технологические способы приготовления асфальтобетонных смесей, особенности технологии строительства, техники безопасности при работе с серой.

"Методические рекомендации" составили кандидаты технических наук И.А.Плотникова, Е.М.Гурарий и инж. И.В.Степанян.

Замечания и предложения по данной работе просьба направлять по адресу: 143900, Московская обл., Балашиха-6, Союздорнии.

I. Общие положения

1.1. В практике дорожного строительства ряда стран в течение последних лет прослеживается тенденция использования серы в асфальтобетоне взамен части нефтяного битума.

Применение серы в качестве добавки позволяет уменьшить расход битума, повысить производительность применяемых асфальтосмесителей и уплотняющих механизмов, снизить температуры нагрева битумов и приготовления асфальтобетонных смесей, повысить водо- и морозостойкость асфальтобетона и, следовательно, долговечность дорожных покрытий.

1.2. Анализ литературных данных по этой проблеме и выполненные исследования дают основание полагать, что сера, введенная в битум, находится в нем в двух агрегатных состояниях - жидком и твердом.

Соотношение между количеством жидкой и кристаллической серы зависит от ряда факторов: химического состава и дисперсной структуры битумов, температуры смеси и времени, прошедшего с момента введения серы.

Сера, введенная в битум при температуре 120-140°С, расплавляется и равномерно распределяется в нем. В процессе перемешивания сера частично растворяется в масляных компонентах битума. Растворенная и расплавленная сера оказывает на битум пластифицирующее действие.

При температуре ниже 120°С расплавленная сера начинает выкристаллизовываться. После охлаждения асфальтобетона до температуры окружающего воздуха процесс кристаллизации серы продолжается еще длительное время (более месяца). Кристаллическая сера играет роль дисперсного наполнителя в асфальтобетоне, повышает его прочность и теплостойкость.

1.3. Разработаны два способа введения серы в асфальтобетонную смесь:

в виде серно-битумного вяжущего (СБВ), полученного предварительным введением серы в битум;

непосредственно в асфальтобетонную смесь в процессе перемешивания всех ее компонентов в смесителе.

Первый способ проще, легче осуществим в производственных условиях при современном серийном оборудовании АБЗ.

Второй способ требует дополнительного оборудования асфальтосмесительных установок линией подачи и дозирования серы в мешалку, однако он более эффективен.

2. Требования к сере и ее свойства

2.1. В качестве добавки в асфальтобетонную смесь рекомендуется использовать техническую серу: комовую, молотую или жидкую (см.приложение к данным "Методическим рекомендациям").

Физико-химические свойства серы должны отвечать требованиям ГОСТ 127-76.

2.2. Техническая сера при обычных условиях находится в твердом состоянии. Она отличается малой теплопроводностью, плохо проводит электрический ток, растворима в сероуглероде, нефти, бензине и многих других органических растворителях. В воде и кислотах сера практически не растворяется.

При 120°С сера плавится и превращается в легкоподвижную жидкость желтого цвета, вязкость которой изменяется с повышением температуры.

При температуре выше 160°С сера темнеет и при 190°С превращается в темно-коричневую вязкую массу. С дальнейшим повышением температуры вязкость массы уменьшается, а при температуре около 300°С расплав серы становится легкоподвижным. Температура кипения серы 444,6°С.

2.3. Комовую серу получают из расплавленной серы, которую при температуре 125°С разливают на откры - тые бетонированные площадки, где она постепенно охлаждается и застывает. Для ускорения застывания серу разливают на большие площади тонким слоем, наращиваемым в течение нескольких суток по мере ее охлаждения. Застывшая сера в блоке высотой 3 м и более разрыхляется экскаватором и складируется в штабели, при этом происходит частичное дробление серы (крупность частиц колеблется в широких пределах).

Требования к зерновому составу серы приведены в табл.1.

Таблица 1

Разновидность серы	Остаток, %, не более, на сите размером, мм		Прохождение через сито 200 мм, %, не менее
	0,14	0,071	
Комовая	-	-	95
Молотая класса			
2	0,1	3,5	-
3	3,0	4,0	-

2.4. Молотая сера является продуктом размола комовой серы, имеет строго определенный зерновой состав (см.табл.1) и отвечает всем требованиям, предъявляемым к физико-химическим свойствам серы. Кроме того, для молотой серы дополнительно регламен - тируется содержание металлов, а именно: железа, марганца, меди.

2.5. Жидкая сера является наиболее перспективным видом серы. При хранении и транспортировке жидкой серы отпадает необходимость в открытых складах, облегчается механизация погрузочно-разгрузочных работ, сохраняется качество серы. Затраты тепла, расходуемого на поддержание серы в расплавленном состоянии,

значительно меньше, чем при расплавлении ее потребителем.

3. Проектирование составов асфальтобетона с добавкой серы

3.1. В основу проектирования составов асфальтобетон с добавками серы заложен принцип сохранения постоянства объема вяжущего, т.е. независимо от количества добавки серы общий суммарный объем серно-битумного вяжущего должен быть равен объему нефтяного битума в асфальтобетон без добавки серы. Только соблюдением этого условия обеспечивается оптимальная поровая структура асфальтобетона.

3.2. Зерновой состав минеральной части асфальтобетонной смеси и оптимальное количество вяжущего (нефтяного битума) проектируют в соответствии с ГОСТ 9128-84.

3.3. После подбора оптимального состава асфальтобетонной смеси на нефтяном битуме устанавливают дозировку серы. Рекомендуемое соотношение по массе между битумом и серой составляет: для битумов марок БНД 40/60, БНД 60/90, БН 60/90, БН 90/130 - 70:30, для битума марки БНД 90/130 - 60:40. Изменять вышеуказанные соотношения можно лишь в сторону уменьшения содержания серы в вяжущем.

3.4. Так как плотность серы в 2 раза превышает плотность битума, необходимо корректировать оптимальное содержание вяжущего B (%) в асфальтобетонной смеси по формуле

$$B = \frac{Б_1 \cdot 100}{\rho_б \left(S_1 / \rho_S + \frac{Б_2}{\rho_б} \right)},$$

где $Б_1$ – оптимальное количество битума в смеси, установленное при проектировании состава, % массы;

S_1 и $б_2$ – доля соответственно серы и битума в вяжущем, %;

ρ'_S и $\rho_б$ – плотность соответственно серы и битума, г/см^3.

3.5. Количество битума (%) в смеси определяют по формуле

$$б = \frac{в \cdot б_2}{100}.$$

Количество серы (%) в смеси определяют по формуле

$$S = \frac{в \cdot S_1}{100}.$$

Пример расчета. Допустим, что при проектировании состава асфальтобетонной смеси установлено оптимальное содержание битума 7%. Назначаем соотношение между битумом и серой 70:30.

Определяем количество вяжущего в смеси:

$$в = \frac{7 \cdot 100}{30:2+70:1} = 8{,}2\%.$$

Содержание нефтяного битума в смеси составляет

$$б = \frac{8{,}25 \cdot 70}{100} = 5{,}7\%,$$

а серы

$$S = \frac{8{,}25 \cdot 30}{100} = 2{,}5\%.$$

На 1 т смеси это составит: битума – 57 кг, серы – 25 кг.

3.6. После расчета состава асфальтобетона с добавкой серы следует приготовить контрольную смесь и определить весь комплекс показателей физико-химических свойств. Асфальтобетон с добавкой серы должен отвечать тем же требованиям, что и асфальтобетон с неф-

тяными битумами без добавки серы в соответствии с ГОСТ 9128-84.

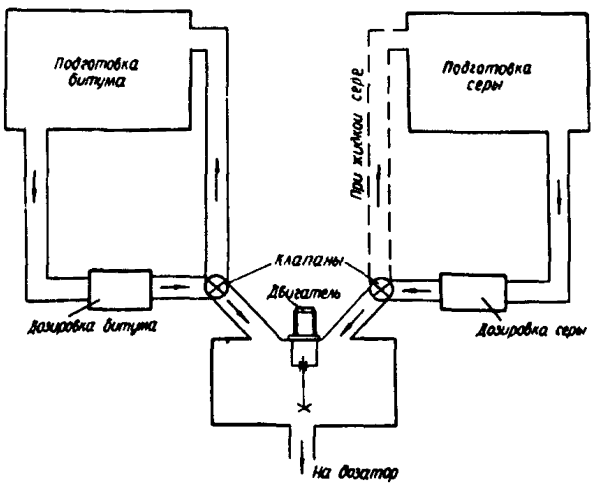
4. Особенности технологии приготовления асфальтобетонных смесей с добавками серы

4.1. Асфальтобетонные смеси с добавками серы следует приготавливать в соответствии с требованиями СНиП 3.06.03-85"Организация, производство и приемка работ. Сооружения транспорта. Автомобильные дороги".

4.2. Добавку серы вводят в асфальтобетонную смесь двумя способами - либо в битум, либо непосредственно в смесь.

4.3. Для введения в битум можно использовать комовую или жидкую серу. Технологический процесс приготовления смесей при введении серы в битум включает приготовление СБВ и подачу его в смеситель через дозатор битума (см.рисунок).

Серу, отдозированную по объему или массе, постепенно вводят в битумный котел, заполненный битумом не более чем на 0,75 его объема.



Технологическая схема приготовления СБВ

4.4. Серу смешивают с битумом в рабочем котле мешалкой пропеллерного или шнекового типа при температуре не выше 130-140°С.

Продолжительность перемешивания при введении жидкой серы в битумный котел - 10 мин, при введении комовой серы - 20 мин.

4.5. Готовое СБВ допускается выдерживать в битумном котле не более одной рабочей смены.

4.6. СБВ можно приготовить также путем введения дозировочным насосом расплавленной и нагретой до 130°С серы в трубопровод, по которому битум подается в дозатор смесителя. В трубопроводе сера перемешивается с битумом и в дозатор уже поступает готовое СБВ.

4.7. Продолжительность перемешивания асфальтобетонных смесей с СБВ приведена в табл.2.

Таблица 2

Асфальтобетонная смесь	Продолжительность, с, перемешивания минеральных компонентов	
	без вяжущего	с вяжущим
Песчаная	15	35-45
Мелкозернистая	15	25-35
Крупнозернистая	15	25-30

4.8. Температура смеси при выпуске из смесителя должна быть 130-140°С.

4.9. При введении серы непосредственно в смесь в качестве самостоятельного компонента можно использовать молотую или жидкую серу.

Молотую серу в холодном состоянии подают элеватором в отдельный отсек бункера по типу минерального порошка.

При использовании жидкой серы смеситель оборудуют дополнительным дозатором, аналогичным битумному.

4.10. Технологический процесс приготовления асфальтобетонных смесей с добавкой серы включает: дозирование минеральных материалов и битума, подачу, перемешивание этих компонентов до полного обволакивания минеральных зерен битумом, введение серы в смесь и окончательное перемешивание смеси.

Ввиду того, что серу вводят в смеситель после предварительного перемешивания битума с минеральными материалами, время приготовления смеси увеличивается на 30-45 с.

4.11. Технологический режим приготовления асфальтобетонной смеси с добавкой серы непосредственно в смесь должен обеспечивать равномерное распределение в ней серы и однородность смеси. Следует строго выдерживать время перемешивания, соблюдать однородность применяемых исходных материалов, точность их дозирования и не нарушать температурного режима подготовки исходных материалов и приготовления асфальтобетонной смеси.

5. Особенности технологии строительства конструктивных слоев дорожных одежд из асфальтобетонных смесей с добавками серы

5.1. Все работы по приготовлению, укладке и уплотнению асфальтобетонных смесей, а также технический контроль следует осуществлять в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

5.2. При укладке асфальтоукладчиками толщина укладываемого слоя должна быть больше проектной на 5-10%, а при ручной укладке - на 15-20%.

5.3. Температура асфальтобетонных смесей при укладке в конструктивный слой дорожной одежды при содержании серы до 2% должна быть не ниже 110°С, при содержании серы свыше 2% - не ниже 120°С согласно ГОСТ 9128-84.

Температуру смеси необходимо проверять в каждом прибывающем автомобиле-самосвале.

5.4. Длина полосы при укладке смеси одним укладчиком в зависимости от температуры воздуха и типа местности приведена в табл.3.

Таблица 3

Температура воздуха, °С	Длина укладываемой полосы, м	
	на защищенных от ветра лесных участках	на открытых участках
5-15	30-80	25-40
15-25	80-120	40-60
Выше 25	120-180	60-80

5.5. Уплотнение конструктивных слоев следует начинать сразу же после укладки смеси, чтобы не допускать ее остывания.

При уплотнении смеси число проходов всех видов катков при содержании серы до 2% может быть уменьшено на 15-20%, а при содержании серы больше 2%- на 25-30% по сравнению с асфальтобетонными смесями на нефтяных битумах без добавки серы.

6. Транспортирование и хранение серы

6.1. Комовую и молотую серу транспортируют по железной дороге в вагонах или полувагонах, а также любым другим видом транспорта согласно действующим правилам перевозки ядохимикатов с соблюдением мер противопожарной безопасности.

6.2. Жидкую серу транспортируют в специально предназначенных для этой цели железнодорожных или автодорожных цистернах с обогревом.

6.3. Жидкую серу хранят в специальных железобетонных, устойчивых к агрессивному воздействию рас-

плавленной серы резервуарах, оснащенных устройствами для обогрева и перекачки, а также измерительными приборами и вытяжными трубами.

Паровой обогрев осуществляется с помощью змеевиков, устанавливаемых у днища и в центральной части резервуара. Перекачка осуществляется с помощью погружных насосов.

6.4. Открытое складирование серы не допускается во избежание ухудшения качества серы в связи с загрязнением ее посторонними примесями (при длительном хранении увеличивается содержание золы). Кроме того, при открытом хранении повышается влажность серы, что приводит к увеличению ее кислотности.

6.5. Транспортное оборудование, используемое для перемещения серы, должно быть полностью укрыто; из-под укрытия должен быть обеспечен отсос воздуха. Высота перепадов материала при перегрузках должна быть минимальной.

7. Техника безопасности при работе с серой

7.1. При использовании серы необходимо руководствоваться "Правилами техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог (М.: Транспорт, 1978).

7.2. В твердом виде сера - горючее вещество, нетоксична, класс опасности 4. Жидкая сера токсична.

Серная пыль взрывоопасна. Нижний предел взрываемости серной пыли фракции 850 мкм - 2,3 г/м^3, температура самовоспламенения - 575°С.

Образующиеся при переливе и хранении жидкой серы пары серы и сероводорода взрывоопасны и могут вызвать отравление. Предельно допустимые концентрации (ПДК) в воздухе рабочей зоны по ГОСТ 12.1.005-76 составляют: для сероводорода 10 мг/м^3, сернистого газа - 10 мг/м^3, серной пыли - 2 мг/м^3. Контроль за

ПДК осуществляется местным отделением санэпидстанции.

7.3. 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.

7.4. Складские площадки и склады должны быть оснащены стационарными системами пожаротушения. Запрещается применение всех видов открытого огня. Тушение горячей серы производится распыленной водой со смачивателем, а также пеной.

7.5. При работе с серой обслуживающий персонал должен быть обеспечен защитными очками, резиновыми перчатками и респираторами.

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

7.7. Использование серы в качестве добавки в асфальтобетонные смеси допускается в условиях строительства дорожных покрытий вне населенных пунктов.

8. Технико-экономическая эффективность использования асфальтобетона с добавками серы

Применение асфальтобетона, модифицированного серой, по сравнению с традиционным асфальтобетоном позволяет:

сэкономить до 30% битума;

повысить производительность асфальтосмесителей на 10% за счет уменьшения времени перемешивания в случае применения СБВ;

увеличить производительность уплотняющих механизмов на 30% за счет уменьшения числа проходов катков;

снизить температуры нагрева вяжущего и минеральных компонентов асфальтобетонных смесей на 20–30°С;

снизить расход условного топлива на 0,672-1 т на 1 км;

увеличить срок службы покрытия на 5%.

Приложение

Вид серы	Характеристика	Завод-изготовитель	Сорт	Цена 1 т, руб.
Комовая	Твердое вещество желтого цвета. Плотность 2,07 г/см^3 при 95,6°С и 1,96 г/см^3 при 119,3°С. Температура плавления 119,3°С	Роздольское ПО "Сера", Яворовское ПО "Сера", Оренбургский ГПЗ, Мубарекский ГПЗ, Гаурдакский серный завод, Медногорский медно-серный комбинат и др.	9998 9990 9985 9920	70 69 65 60
Жидкая	При 119,3-155°С представляет собой легкоподвижную жидкость желтого цвета, вязкость которой изменяется с повышением температуры. Температура кипения серы 444,6°С. Вязкость при 154°С составляет 0,0066 Па.с	Роздольское ПО "Сера", Яворовское ПО "Сера", Гаурдакский серный завод, Оренбургский ГПЗ, Московский НПЗ, Ново-Уфимский НПЗ и др.	9998 9985 9900	72 67 65
Молотая	Продукт размола комовой серы. Порошкообразный материал светло-желтого цвета. Остаток на сите 0,071 мм - не более 3,5%	Роздольское ПО "Сера", Куйбышевский серный завод	9990 9950 9990 9950	94 90 89 85

gost.e-ecolog.ru