



**Краевое государственное казенное учреждение  
«Хабаровское управление автомобильных дорог»**

---

## **СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

**Хабаровск 2011 г.**

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены федеральным законом от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения стандартов организации – ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

### СВЕДЕНИЯ О СТАНДАРТЕ ОРГАНИЗАЦИИ

**1. РАЗРАБОТАН** Сотрудниками Тихоокеанского государственного университета и ООО «Прогресс»:

А. И. Ярмолинский – д-р техн. наук, профессор;

В. А. Ярмолинский – д-р техн. наук, профессор;

Т. Л. Лазарева – канд. техн. наук, доцент;

И. С. Украинский – инженер.

**2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** приказом КГУ «Хабаровскуправтодор» от « \_\_ » \_\_\_\_\_ 201 г. №

**3. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

---

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен и распространен в качестве официального издания без разрешения КГКУ «Хабаровскуправтодор».

---

С Т А Н Д А Р Т   О Р Г А Н И З А Ц И И

---

ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ  
ПОКРЫТИЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

---

Дата введения – .

Раздел 1. Область применения

Неблагоприятные природно-климатические условия Хабаровского края оказывают отрицательное воздействие на асфальтобетонные покрытия автомобильных дорог. Низкие отрицательные температуры воздуха в зимнее время обуславливают образование различных пучинных и температурных деформаций, приводящих к значительному снижению транспортно-эксплуатационных характеристик и сокращению срока службы автомобильных дорог. Высокие эксплуатационные расходы, связанные с ремонтом автомобильных дорог, определяют необходимость внедрения инновационных методов для повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий, работающих в суровых природно-климатических условиях Хабаровского края.

Устойчивость асфальтобетона против образования трещин определяется его деформативной способностью при низких температурах, которая зависит от свойств битума, степени структуризации битума минеральным порошком, наличия в составе вяжущего когезионных и полимерных добавок и специальных армирующих волокон.

Деформативная способность асфальтобетона определяется двумя основными показателями свойств битума: температурой хрупкости и температурой размягчения. Эти показатели находятся в противоречии друг с другом, поэтому повышение деформативности асфальтобетона снижает его сдвигоустойчивость в летнее время.

Решение указанной проблемы представляет исключительный интерес.

В настоящем регламенте нашли отражение результаты исследований авторов в наиболее эффективной области повышения трещиностойкости

асфальтобетонных покрытий, которые можно классифицировать следующим **СТО 06-2011**

1. Повышение растяжимости битума за счет введения пластифицирующих добавок и эластомеров.
2. Повышение деформативной способности асфальтобетона за счет дисперсного армирования фиброй из специальных материалов органического и минерального происхождения.
3. Повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий за счет их армирования геосетками.

Выбор конкретного способа повышения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий осуществляется на основании технико-экономического сравнения вариантов с учетом специфических условий работы (расчетные минимальные температуры воздуха, состав и интенсивность движения, возможность получения пластифицирующих добавок и эластомеров, межремонтные сроки работы покрытий и др.)

Использование предлагаемых решений позволит проектировщикам сократить время на поиск оптимального варианта, а эксплуатационникам значительно снизить эксплуатационные затраты на ремонт и содержание автомобильных дорог.

## Раздел 2.

### Нормативные ссылки

1. ОДМ 218.5-002-2008 «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов».

2. ОДМ 218.5-003-2010 «Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог».

3. ОДМ 218.5-001-2009 «Методические рекомендации по применению геосеток и плоских георешеток для армирования асфальта усовершенствованных видов покрытий при капитальном ремонте и ремонте автомобильных дорог» СТО 06-2011 ;

4. ГОСТ Р 50275-92 «Материалы геотекстильные. Метод отбора проб».

5. ГОСТ Р 50276-92 «Материалы геотекстильные. Метод определения толщины при определенных давлениях».

6. ГОСТ Р 50277-92 «Материалы геотекстильные. Метод определения поверхностной плотности».

7. ГОСТ Р 52608-92 «Материалы геотекстильные. Методы определения водопроницаемости».

8. ГОСТ Р 53238-2008 «Материалы геотекстильные. Метод определения характеристик пор».

9. ГОСТ Р 53225-2008 «Материалы геотекстильные. Термины и определения».

10. ГОСТ 6943.10-79 «Материалы текстильные стеклянные. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве».

11. ГОСТ Р 52398-2005 «Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования».

12. Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог: утв. распоряжением Минтранса РФ от 2003-08-01 № ИС-666-р – М., 2003. – 93 с.

13. Методические рекомендации по применению армирующих сеток из стекловолокна при строительстве нежестких дорожных одежд с зернистым основанием. – М.: СоюздорНИИ, 1988. – 14 с.

14. ОДМ 218-5-002-2008 «Методические рекомендации по применению полимерных геосеток (георешеток) для усиления слоев дорожной одежды из зернистых материалов».

15. ВРДС МО РФ 32-12-08 «Руководство по устройству аэродромных оснований и дорожной одежды с армирующими прослойками из геосинтетических материалов».

16. Ярмолинская Н. И., Украинский И. С. Влияние стеклосеток и геосеток из базальтового волокна на свойства асфальтобетона // Дальний Восток. Автомобильные дороги и безопасность движения: международный сборник научных трудов. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2009. - № 9. С. 378–384.

17. ГОСТ 12023-66 «Материалы текстильные. Методы определения толщины».

18. ГОСТ 13587-77 «Полотна нетканые и изделия штучные текстильные. Правила приемки и метода отбора проб».

19. ГОСТ 15902.1-80 «Полотна нетканые. Методы определения линейных размеров и поверхностной плотности».

20. ГОСТ 15902.3-79 «Полотна нетканые. Методы определения прочности».

21. ОСТ 63.8-81 « Сырье вторичное полимерное (полиамидное, полипипилхлоридное, полистирольное, полиэтиленовое, необработанное)».

22. ТУ 6-06-28-2-82 «Отходы полиэфирные волокнистые».

23. ТУ 6-06-34-22-81 «Отходы нитронового волокна».

24. ТУ 63-178\*-115-87 «Волокнит».

25. ТУ 17-09-91-80 «Отходы трикотажного производства».

26. ТУ 63-178-122-88 «Смесь текстильная регенирированная».

27. ТУ 63-032-1-89 «Сырье полимерное вторичное необработанное».

28. ОДН 218.046-01 Проектирование нежестких дорожных одежд.

29. ГОСТ 12.3.002-75 (СТ СЭВ 1728-79) Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.

30. ГОСТ 12.4.028-76\* ССБТ. Респираторы ШБ-1 "Лепесток". Технические условия ГОСТ 12.4.103-83 ССБТ. Одежда специальная защитная. Средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация.

31. ГОСТ 12.4.153-85 ССБТ. Очки защитные. Номенклатура показателей качества.

32. ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

33. ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

34. ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов.

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

36. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

37. ГОСТ 8269.0-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний.

38. ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний.

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

40. ГОСТ 9128-2009 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.

41. ГОСТ Р 52056-2003 Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия.

42. ГОСТ Р 52129-2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия.

43. СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги.

44. СНиП 2.05.02-85 Автомобильные дороги.

45. ТУ 2272 - 006 - 82666421-2011 Фибра полиакрилонитрильная.

### Раздел 3.

#### Термины и определения

В настоящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями :

**Органические вяжущие материалы (ОВМ):** Битумы, полимерно-битумные вяжущие.

**Полимерно-битумное вяжущее (ПБВ):** Вяжущее, полученное введением блоксополимера типа СБС, пластификатора и ПАВ в вязкие дорожные битумы.

**Эластичность:** Способность к большим обратимым деформациям в широком диапазоне температур.

**Асфальтобетонная смесь:** Рационально подобранная смесь минеральных материалов [щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него] с битумом, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

**Полимерасфальтобетонная смесь:** Рационально подобранная смесь минеральных материалов [щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него] с полимерно-битумным вяжущим, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

**Асфальтобетон:** Уплотненная асфальтобетонная смесь.

**Полимерасфальтобетон:** Уплотненная полимерасфальтобетонная смесь.

**Теплостойкость:** Устойчивость материала к образованию и накоплению необратимых (остаточных) деформаций под действием высоких эксплуатационных температур и нагрузки, возникающей от автомобилей.

**Трещиностойкость:** Устойчивость материала к образованию трещин при отрицательных температурах и деформаций, возникающих при движении автомобилей.

**Поверхностная обработка:** Слой, состоящий из высокопрочных труднополируемых каменных материалов, приклеенный с помощью ОВМ требуемого качества к верхнему слою покрытия.

**Дорожная одежда:** Многослойное искусственное сооружение, ограниченное проезжей частью автомобильной дороги, состоящее из дорожного покрытия, слоев основания и подстилающего слоя, воспринимающее многократно повторяющиеся воздействия транспортных средств и погодноклиматических факторов и обеспечивающее передачу транспортной нагрузки на верхнюю часть земляного полотна.

**Прочность (несущая способность) дорожной конструкции:** Свойство, характеризующее способность дорожной конструкции воспринимать воздействие движущихся транспортных средств и погодноклиматических факторов.

**Надежность дорожной одежды:** Вероятность безотказной работы дорожной одежды в пределах расчетного (нормативного) межремонтного срока службы.

**Слои усиления дорожной одежды:** Конструктивные слои, необходимые для обеспечения требуемой капитальности дорожной одежды, выполняемые перед устройством покрытия в процессе ремонта или реконструкции автомобильной дороги.

**Нагрузка расчетная:** Устанавливаемая нормами расчетная нагрузка, на которую рассчитывают сооружение, принимая ее равной произведению нормативной нагрузки на коэффициент надежности (перегрузки).

**Полимерно-битумная композиция (ПБК):** Вяжущее, полученное на основе битумов марок БН 70/30 или БНД 40/60 введением блоксополимеров типа СБС в количестве 1,5%; 2,8% и 3,5%.

**Армирующая прослойка** – конструктивный элемент дорожной одежды из геосетки, георешетки, геокомпозита, располагаемый в асфальтобетонном покрытии для увеличения его прочности за счет восприятия и перераспределения растягивающих напряжений от воздействия транспортных

средств и температурных деформаций или в слоях из зернистых материалов, позволяющая снизить толщину конструктивного слоя.

**Геосинтетические материалы** – класс строительных материалов, как правило, синтетических, а также из другого сырья (минерального, стекло- или базальтовые волокна и др.), поставляемых в сложенном компактном виде (рулоны, блоки, плиты и др.), предназначенных для создания дополнительных слоев (прослоек) различного назначения (армирующих, дренирующих, защитных, фильтрующих, гидроизолирующих, теплоизолирующих) в строительстве (транспортном, гражданском, гидротехническом) и включающий следующие группы материалов: геотекстильные материалы, георешетки, геокомпозиаты, геоболочки, геомембраны, геоплиты и геоэлементы.

**Георешетка** - плоский рулонный материал с ячейками линейных размеров от 1 см (геосетка), выполняющий преимущественно армирующие функции, или объемный материал с ячейками высотой от 3 см, поставляемый в виде блоков слоев со сложенными ячейками (пространственная георешетка), выполняющий преимущественно защитные функции по отношению к заполнителю ячеек (грунту; крупнопористым минеральным материалам: - щебню, гравию, шлаку; материалам, обработанным вяжущим и др.).

**Дисперсно-армированная асфальтобетонная смесь с фиброй из специального ПАН волокна (ДААБС)** – рационально подобранная смесь с равномерно распределенными в объеме минеральными материалами, дорожным битумом (с полимерными или другими добавками и без них) и фиброй из ПАН волокна.

**(ДААБ)** – уплотненная дисперсно-армированная асфальтобетонная смесь с фиброй из специального ПАН волокна.

**Дисперсно-армированная асфальтобетонная смесь с базальтовой фиброй** – рационально подобранная смесь с равномерно распределенной в объеме базальтовой фиброй.

**Дисперсно-армированный асфальтобетон** – уплотненная дисперсно-армированная асфальтобетонная смесь с фиброй из синтетических или минеральных волокон.

**Дисперсное армирование** – равномерное распределение в смеси армирующего компонента.

**Трещинопрерывающая прослойка** – высокодеформативная прослойка из геосинтетического материала, расположенная, как правило, между блочным основанием (старое покрытие со швами или разделенное трещинами на отдельные участки – блоки) и вновь устраиваемым покрытием, препятствующая передаче усилия, возникающего от температурной деформации основания к вновь устраиваемому покрытию.

**Трещины температурные** – трещины в покрытии, возникающие в материале от напряжений, появляющихся от температурных деформаций.

**Трещины отраженные** – трещины в покрытии, дублирующие швы или трещины нижележащего слоя дорожной одежды.

**Трещины усталостные** – трещины в покрытии, образующиеся под воздействием многократных нагрузок в результате усталостного разрушения асфальтобетона.

**Срок службы дорожной конструкции** – период времени, в пределах которого происходит снижение ее прочности и надежности до расчетного уровня, предельно допустимого по условиям дорожного движения.

**Коэффициент армирования  $K_A$**  – показатель увеличения модуля упругости конструктивного слоя дорожной одежды, армированной ГМ.

## Раздел 5.

### Рекомендации по применению дисперсно-армированного асфальтобетона

#### 5.1. Общие положения

Применение дисперсно-армированного асфальтобетона позволяет направлено регулировать процесс структурообразования с приданием материалу требуемых прочностных и деформативных свойств. Основной проблемой для широкого применения этого метода является обеспечение равномерного распределения армирующего компонента – фибры в смеси.

Могут быть использованы несколько способов введения фибры в замес асфальтобетонной смеси.

Выбор способа зависит от вида используемой фибры, состава и требуемых физико-механических показателей асфальтобетона.

Рекомендуемое содержание фибры устанавливается опытным путем.

## 5.2. Армированные асфальтобетонные смеси фиброй из специального ПАН волокна

### 5.2.1. Требования к составляющим материалам смеси

Материалы, используемые для приготовления дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей должны соответствовать ГОСТ 9128.

Фибра должна соответствовать требованиям технической документации предприятия – изготовителя (ОАО «НПК» Химпром инженеринг) согласно ТУ 2272-006-82666421-2011.

При введении в смесь фибра должна соответствовать следующим требованиям:

- линейная плотность, текс – 0,17; 0,33; 0,56; 0,68; 0,77;
- длина нарезки, мм –  $6 \pm 0,5$ ;  $12 \pm 1,1$ ;  $18 \pm 1,6$ ;
- влажность, % не более – 1,5;
- узлы, скрутки, посторонние примеси и загрязнения – не допускаются.

### 5.2.2. Требования к готовой продукции

Дисперсно-армированный асфальтобетон должен удовлетворять показателям физико-механических свойств соответствующего типа и марки. Кроме этих показателей материал должен обеспечивать дополнительно следующие показатели:

1. Сдвигоустойчивость по:

- коэффициенту внутреннего трения, не менее 0,81;
- сцеплению при сдвиге при температуре 50°С, не менее 0,37.

2. Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С и скорости деформирования 50 мм/мин, МПа:

- не менее 3,2;
- не более 6,0.

### 5.2.3. Подбор состава смеси

Подбор состава смеси заключается в установлении рационального соотношения между компонентами. При этом на основании проведенных исследований рекомендуемое содержание фибры в смеси составляет 0,05-0,1 % от массы смеси.

Точная величина расхода фибры устанавливается опытным путем в зависимости от состава минеральной части. При этом необходимо увеличивать количество битума из расчета на 1 часть фибры 2 части битума.

### 5.2.4. Технологические особенности приготовления дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей фиброй из специального ПАН волокна

Технология приготовления асфальтобетонных смесей аналогична используемой в соответствии с СНиП 3.06.03.

Предпочтительнее использовать асфальтосмесительные установки циклического действия с принудительным перемешиванием.

В зависимости от способа введения фибры, АБЗ необходимо оснащать дополнительным оборудованием.

Рекомендуется использовать следующие способы введения фибры в смесь:

1. Вдуванием предварительно вспушенной фибры в «сухой» замес до введения вяжущего. При этом используется фибра длиной  $18 \pm 1,6$  мм.
2. Вдуванием вспушенной фибры в «мокрый» замес. Длина нарезки фибры в этом случае составляет так же  $18 \pm 1,6$  мм.
3. Введение фибры через бункер подачи минеральных материалов. При этом способе используется фибра длиной нарезки  $6 \pm 0,5$  мм. При большей длине нарезки возникает опасность образования комьев и сгустков фибры в смеси. Для равномерного распределения фибры в смеси необходимо увеличивать время перемешивания замеса на 10-40 секунд.
4. Введение фибры через систему подачи минерального порошка. Этот метод применим при содержании минерального порошка более 5%, а фибра используется длиной нарезки  $6 \pm 0,5$  мм. На АБЗ, в которых минеральный порошок технологически объединяется с «пылью уноса» для использования в составе смеси, этот способ не используется.

5.2.5. Операционный контроль за качеством приготовления смеси и укладки смеси

Готовая смесь должна быть однородной, не содержать комков, зерен и волокон, не покрытых битумом.

Минимальное время перемешивания компонентов смеси зависит от конструкции АБЗ и для смеси без фибры ориентировочно составляет:

- сухое смешивание 15 сек.;
- мокрое смешивание 45 сек.

При приготовлении смесей с фиброй, в зависимости от способа внесения, время перемешивания составляет:

- 1) при вдувании вдушенной фибры в "сухой" замес
  - сухое смешивание при вдувании вдушенной фибры 40 сек;
  - мокрое перемешивание 45 сек.
- 2) при вдувании вдушенной фибры в "мокрый" замес
  - сухое смешивание 15 сек;
  - мокрое перемешивание 75 сек; включая - внесение битума 15 сек.;
  - вдувание фибры 40 сек.
  - перемешивание 20 сек.

Время перемешивания компонентов необходимо уточнять при выпуске пробных замесов.

Температура компонентов при приготовлении смеси должна находиться в пределах, °С:

- битум, поступающий в смеситель 130-150;
- щебень, песок, отсев дробления при выходе из сушильного барабана 165-185;
- смеси при выпуске из смесителя 140-160.

Контроль физико-механических показателей смеси осуществляется в соответствии с правилами приёмки по п.7 ГОСТ 9128, один раз в квартал, а также при каждом изменении материалов, применяемых для приготовления смесей.

Потребитель имеет право проводить контрольную проверку соответствия поставляемой смеси требованиям настоящего стандарта, соблюдая методы отбора проб и приготовления образцов, предусмотренные ГОСТ 12801 и п.6.11

ГОСТ 9128. Отбор проб потребителем осуществляется из кузовов автомобилей-самосвалов, из бункера или шнековой камеры асфальтоукладчика. Масса объединённой пробы на весь перечень испытаний составляет 35 кг.

Укладку смесей следует производить весной и летом при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С, осенью - не ниже 10 °С.

Технологические операции по укладке и уплотнению смеси должны соответствовать требованиям приведённым в СНиП 3.06.03.

Особый контроль следует уделять температуре смеси при укладке и уплотнении:

- приёмка смеси, предварительное уплотнение вибробрусом и разглаживание выглаживающей плитой асфальтоукладчика 120-140°С;
- уплотнении лёгкими катками 125-130 °С;
- уплотнении средними катками 105-110 °С;
- уплотнении средними катками с виброрежимом или тяжёлыми катками 85-90 °С.

Отклонение в температурном режиме при укладке и уплотнении смеси не допустимы, так как оно влечет за собой снижение коэффициента ее уплотнения.

Минимальная толщина слоя из ДААБ должна быть не менее 4 см. Необходимая толщина определяется расчетами на прочность в соответствии с ОДН 218.046-01.

### 5.3. Перспективы применения дисперсно-армированных покрытий с базальтовой фиброй

Существенным отличием дисперсного армирования базальтовой фиброй от армирования фиброй из ПАН волокна является характер взаимодействия материалов армирования с массивом асфальтобетона. При армировании

фиброй из ПАН волокна в результате взаимодействия армирующего компонента с минеральным вяжущим асфальтобетона создается объемно-решетчатая структура, обеспечивающая повышение сдвигоустойчивости асфальтобетона во всех направлениях. Эта отличительная особенность позволяет использовать дисперсно-армированный фиброй из ПАН волокон асфальтобетон в верхних слоях дорожной одежды, работающих в условиях континентального и резко континентального климата.

При использовании базальтовой фибры отмеченного эффекта не наблюдается, картина армирования носит выраженный плоскостной характер, то есть соответствует схеме армирования асфальтобетонных слоев геосетками.

Учитывая значительную сложность, связанную с достижением однородности дисперсного армирования базальтовой фиброй, практического применения это направление пока не получило.

## Раздел 6.

Повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий за счет их армирования геосетками

### 6.1. Общие положения

Многообразие геосинтетических материалов (ГМ) затрудняет их выбор для эффективного использования в дорожной конструкции.

Повышение трещиностойкости асфальтобетона за счет его армирования ГМ возможно только при соблюдении следующих условий:

- обеспечение прочного сцепления арматуры с армируемым материалом для обеспечения перераспределения возникающих напряжений;
- прочность арматуры на растяжение должна быть значительно выше прочности армируемого материала с учетом усталостных явлений от

многократных кратковременных силовых воздействий (в противном случае теряется смысл армирования материала);

- модуль упругости арматуры должен быть намного выше, чем у армируемого материала (иначе армируемый материал может получить избыточные горизонтальные деформации раньше, чем арматура воспримет и перераспределит растягивающие напряжения);

- прочность и деформативность армирующего материала должны быть стабильны во времени как при высоких положительных, так и при низких отрицательных температурах, при высокой влажности и агрессивных воздействиях (только в этом случае можно гарантировать длительный положительный эффект от армирования покрытия);

- арматура не должна обладать чрезмерной ползучестью для восприятия длительных напряжений (иначе арматура может не выдержать значительных длительных температурных напряжений, возникающих в асфальтобетоне при низких отрицательных температурах, либо релаксировать эти напряжения, утратив свое предназначение);

- арматура должна располагаться в слое армирующего материала с наибольшими растягивающими напряжениями;

- коэффициент температурного расширения армируемого и армирующего материалов должны иметь близкие значения для выполнения первого условия.

Обеспечение отмеченных условий является задачей достаточно сложной. Проведенные авторами исследование работы различных геосеток в дорожной конструкции свидетельствуют о многочисленных недостатках, основными из которых являются следующие:

- отслаивание геосинтетического материала от минеральных зерен асфальтобетона;

- выпирание геосинтетического материала на поверхность покрытия;

- деструкция армированной поверхности покрытия.

Эти типичные деформации обусловлены недостаточным сцеплением геосинтетического материала с минеральными зёрнами асфальтобетона.

**По этому повышение адгезионных качеств асфальтового вяжущего является основополагающим условием применения геосинтетических материалов для армирования асфальтобетонных покрытий.**

## 6.2. Требования к материалам

В соответствии с рекомендациями [3] дополнительные требования к зерновому составу асфальтобетонных смесей, предназначенных для устройства слоев усиления дорожных одежд, не предъявляются.

Рекомендуется соблюдать определённое соотношение между крупностью зёрен каменного материала в асфальтобетоне и размером ячеек геосетки (армирующего материала):

$$0,8 (d + D) < A , \quad (6.1)$$

где  $d$  – наименьший номинальный размер зёрен каменного материала в асфальтобетоне;

$D$  – наибольший номинальный размер зёрен каменного материала в асфальтобетоне;

$A$  – средний размер ячейки (среднее между значениями размера вдоль и поперек ячейки).

Выполнение этого соотношения улучшает совместную работу армируемого и армирующего материалов, а также обеспечивает минимальную повреждаемость геосеток при уплотнении вышележащего слоя смеси в процессе устройства покрытия.

Геосинтетические материалы, применяемые для армирования асфальтобетонных покрытий, должны отвечать рекомендациям по наличию технической документации, показателям свойств и методам их определения и контроля. Эффективность применения геосинтетических материалов

определяется их прочностью, деформативностью, технологичностью, повреждаемостью и долговечностью.

Применение армирующих материалов возможно при наличии:

1) стандартов организаций, подготовленных в соответствии с ГОСТ Р 1.5-2004 и содержащих область применения, нормативные ссылки, термины и определения, технические требования, требования безопасности окружающей среды, правила приёмки, методы контроля, правила транспортирования и хранения, указания по эксплуатации, гарантии изготовителя;

2) документов, регламентирующих область применения материалов конкретной марки, составленных на основе оценки показателей свойств, разработанных или согласованных организациями, представляющими отрасль потребителя (заключение, рекомендации по применению и др.);

3) сертификатов соответствия, выданных на основании испытаний организаций, представляющих отрасль потребителя.

Геосетки, в том числе служащие для создания геокомполитов, применяемые для армирования асфальтобетонных покрытий при капитальном ремонте и ремонте капитальных видов покрытий, должны отвечать рекомендациям, представленным в таблице 6.1.

Геосетки (плоские георешётки), имеющие прочность ниже, чем указано в таблице 6.1, обладающие повышенной деформативностью, но отвечающие рекомендациям остальных показателей свойств могут использоваться в качестве трещинопрерывающих прослоек, а также для уменьшения колееобразования на асфальтобетонных покрытиях.

Таблица 6.1

Регламентируемые показатели свойств геосинтетических материалов, применяемых для армирования (усиления) асфальтобетонных покрытий

Показатель свойств	Значение показателя	Методика контроля
<b>1. Механические свойства</b>		
а) Прочность при растяжении в продольном (поперечном) направлении $R_{LR}$ ( $R_{TR}$ ), кН/м, не менее	50	По DIN EN ISO 10319 или по методу приложения Б <sup>I</sup> [3]
б) Усилие в образце в направлении длины (ширины) материала $R_{LR}(\varepsilon)$ и $R_{TR}(\varepsilon)$ , отнесённое к ширине образца, кН/м, возникающее при относительной деформации $\varepsilon = 2\%$ , не менее	25	По DIN EN ISO 10319 или по методу приложения Б <sup>I</sup> [3]
в) Длительная прочность, % от кратковременной прочности $R_{LR}$ ( $R_{TR}$ ), не менее	70	По методу приложения Б <sup>V</sup> [3]
г) Относительная прочность узловых соединений геосетки $R_{JR}$ , % от прочности рёбер, не менее	5	По DIN EN ISO 10321 или по методу приложения Б <sup>II</sup> [3]
<b>2. Стойкость к агрессивным воздействиям</b>		
а) Уменьшение прочности $R_{LR}$ ( $R_{TR}$ ), после нагрева до 160 °С (теплостойкость), %, не более	10	По методу приложения Б <sup>III</sup> [3]
б) Потеря прочности (повреждаемость) материала в процессе укладки асфальтобетона, % от исходной прочности $R_{LR}$ ( $R_{TR}$ ), не более	40	По методу приложения Б <sup>VI</sup> [3]
в) Уменьшение исходной прочности $R_{LR}$ ( $R_{TR}$ ), в агрессивных средах, %, не более	25	ГОСТ 12020 или DIN EN 14030
г) Уменьшение исходной прочности $R_{LR}$ ( $R_{TR}$ ) после 25 циклов замораживания – оттаивания, %, не более	10	По методу приложения Б <sup>IV</sup> [3]
<b>3. Геометрические параметры</b>		
а) Размер ячеек геосетки, мм, не менее - для мелкозернистого асфальтобетона - для крупнозернистого асфальтобетона	25 x 25 35 x 35	ГОСТ 29104.7
б) Ширина рулона, м	от 1,5 до 4	ГОСТ 3811 и ГОСТ 6943.17
в) Длина материала в рулоне, м	от 20 до 100	

6.3. Рекомендации по повышению адгезионной способности асфальтового вяжущего для повышения трещиностойкости асфальтобетона, армированного геосинтетическими материалами

## СТО 06-2011

### 6.3.1. Общие положения

Основным показателем, обуславливающим недостаточную трещиностойкость асфальтобетонных покрытий, работающих в суровых природно-климатических условиях Хабаровского края, является низкая температура хрупкости. Величина температуры хрупкости, заложенная в ГОСТ 2245-93 составляет - 17 °С, что не соответствует условиям эксплуатации покрытий в зимнее время. Указанный недостаток может быть компенсирован за счет:

- увеличения температурного интервала его работоспособности;
- повышения адгезионного контакта на разделе фаз: битум-минеральный материал.

В свою очередь, увеличение температурного интервала, то есть работоспособности битума, может быть достигнуто путем введения в его состав полимерных добавок, создающих пространственную эластичную структурную сетку в битуме, образуя полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) с достаточной эластичностью (не менее 75 %) и требуемым температурным интервалом работоспособности (не менее 76 °).

В продолжение вышеизложенного, следует особо отметить, что приказом по Федеральному дорожному департаменту (от 31.01.95 г., № 9) при строительстве и ремонте верхних слоев асфальтобетонных покрытий с целью повышения их трещиностойкости и сдвигоустойчивости на федеральных дорогах I и II категорий разрешается применять только модифицированные битумы.

### 6.3.2. Выбор ингредиентов полимерно-битумного вяжущего (ПБВ)

В соответствии со стандартом отрасли ОСТ 218.010-98, для приготовления полимерно-битумного вяжущего рекомендуется использовать нефтяной лопожный вязкий битум марки БНД, отвечающий требованиям ГОСТ 22245-**СТО 06-2011** й марки битума обусловлен, прежде всего, тем, что по сравнению с битумами марки БН он характеризуется более низкой температурой хрупкости, что упрощает обеспечение требуемой трещиностойкости полимерно-битумного вяжущего. **СТО 06-2011**

В качестве полимерных добавок, согласно ОСТ 218.010-98,, рекомендуется выбирать полимеры класса термоэластопластов типа СБС:

- Дивинил – стирольный термоэластопласт (в виде порошка) – ДСТ-30-01 1 группы по ТУ 38 103267-80 (Воронежский завод синтетического каучука);
- Кратон Д (зарубежный аналог ДСТ) фирмы «Шелл»;
- Атактический полипропилен  $[CH_2 - CH - CH_3]_n$  – термопластичный материал, получаемый полимеризацией пропилена в присутствии металлосодержащих катализаторов, удовлетворяющий требованиям ТУ 6-05-1902-81.

Выбор полимерных добавок обусловлен тем, что они сочетают в себе одновременно несколько необходимых для целей исследования преимуществ в сравнении с полимерами других классов:

- хорошо совмещаются с битумами;
- позволяют получить в битуме пространственную эластичную структурную сетку, обладающую достаточно высокой прочностью, что предопределяет теплостойкость полимерно-битумного вяжущего.

В соответствии с требованиями ОСТ 218.010-98, в качестве пластификаторов рекомендуется использовать:

- нефтяной гудрон марки СБ 20/40 по ТУ 38 101582-88;
- пластификатор нефтяной ПН-6 Омского НПЗ.

### 6.3.3. Подбор состава полимерно-битумного вяжущего (ПБВ)

В качестве исходных материалов для приготовления полимерно-битумного вяжущего рекомендуется использовать:

- битум марки БНД 90/130;
- атактический полипропилен Томского ПО «Нефтехимический комбинат» со следующими характеристиками свойств: атактический полипропилен  $[CH_2 - CH - CH_3]_n$  – термопластичный материал, получаемый полимеризацией пропилена в присутствии металлосодержащих катализаторов, должен удовлетворять требованиям ТУ 6-05-1902-81. Качественные показатели свойств атактического полипропилена представлены в табл. 6.2.

Подбор состава ПБВ заключается в определении:

- оптимального количества добавки АПП к битуму, % по массе полимерно-битумного вяжущего;

– обеспечении свойств ПБВ в соответствии с требованиями ГОСТ 22245-90.

Таблица 6.2

## Характеристика атактического полипропилена

Характеристика АПП Томского завода		Требования ТУ 6-05-1902-81
1. Внешний вид	Аморфное вещество светло-серого цвета	Аморфное вещество светло-серого цвета
2. Содержание летучих веществ, %	0,5	2-4
3. Зольность, %	1,0	не более 3
4. Содержание изотактической фракции, %	8,35	не более 15
5. Точка плавления, °С	134	130-160
6. Посторонние примеси, инородные включения	отсутствуют	отсутствуют
7. Температура каплепадения, °С	в среднем 125	120-140

Расход атактического полипропилена от массы битума составляет 0,5-3 % от массы вяжущего. Определение необходимого количества добавки АПП осуществляется методом последовательных экспериментальных подборов с интервалом количества вводимой добавки по 0,5 % до получения требуемого качества полимерно-битумного вяжущего.

Качественные показатели свойств модифицированного битума добавкой АПП представлены в табл. 6.3.

Анализируя полученные результаты табл. 6.3, необходимо отметить:

1. По качественным показателям свойств полимерно-битумное вяжущее с оптимальным расходом добавки атактического полипропилена 1,5 % от массы ПБВ соответствует требованиям ГОСТ 22245-90 для марки битума БНД 90/130.

2. Применение полимерно-битумного вяжущего на основе добавки АПП не решает проблемы улучшения адгезионного контакта на разделе фаз: битум-минеральный материал системы асфальтобетона.

**Решение проблемы заключается в использовании комплексного способа повышения качества битума за счет введения поверхностно-активных веществ (ПАВ) и активаторов.**

Таблица 6.3.

Качественные характеристики свойств битумов с добавкой атактического полипропилена (АПП)

Наименование и состав образцов			Глубина проникания иглы 0,1 мм, при		Растяжимость, см, при		Температура размягчения, °С	Температура хрупкости, °С	Температурный интервал работоспособн. (T <sub>p</sub> -T <sub>xp</sub> )
битум	Содержание, %		25 °С	°С	25 °С	°С			
	АПП	Пластификатор ПН-6							
БНД 90/130	–	–	113	25	> 100	6,5	44	-18	62
БНД 90/130	0,5	–	115	24	100	5,5	45	-19	64
БНД 90/130	1,0	–	105	26	98	5,5	46,5	-19	65,5
БНД 90/130	1,5	–	97	28	95	5,5	47	-19	66
БНД 90/130	2,0	–	90	29	95	5	47	-19	66
БНД 90/130	3,0	10	155	40	29	10	41	-22	63
БНД 90/130	4	10	146	42	39	14	42	-22	64
Требования ГОСТ 22245-90 БНД 90/130			91-130	не менее 28	не менее 65	не менее 4	не менее 43	не выше -17	не ниже 60

#### 6.3.4 Выбор поверхностно-активных веществ и активаторов

Для повышения адгезионной способности полимерно-битумного вяжущего следует применять поверхностно активные вещества (ПАВ).

Поверхностно-активную добавку следует вводить в исходный битум непосредственно перед его смешением с полимером или раствором полимера.

При выборе ПАВ следует руководствоваться положениями «Руководства по применению поверхностно-активных веществ при устройстве асфальтобетонных покрытий» (М., Росавтодор, 2003 г., взамен ВСН 59-68) и положениями настоящего стандарта.

Рекомендуемое к применению количество ПАВ отечественного производства составляет ориентировочно 0,5-1,2 % от массы битума, зарубежного – 0,3-0,5 % соответственно. Расход добавки зависит от качества битума и используемых минеральных составляющих при приготовлении смесей.

Превышение оптимального содержания ПАВ в битуме и асфальтобетоне может привести к отрицательному эффекту, что обусловлено способностью ПАВ, некомпенсированного минеральным материалом, привлекать (солюбилизировать) воду. Это в свою очередь может привести к снижению водо и морозостойкости асфальтобетона, а также предела прочности при сжатии при 50 °С.

Часть катионного ПАВ, введенного в битум, идет на нейтрализацию анионной активности асфальтенов и других активных соединений битумов, поэтому, чем активнее битум, тем большее количество ПАВ необходимо в него ввести для получения оптимального эффекта.

На все используемые материалы должны иметься санитарно-эпидемиологические заключения установленного образца.

В качестве активаторов поверхностей минеральных материалов следует применять известь, цемент. Активаторы целесообразно использовать для предварительной обработки поверхности минерального материала кислых пород к взаимодействию с битумом путем обработки или ее адсорбционной активации, а также для улучшения технологического процесса приготовления смеси при неблагоприятной погоде, когда затруднена просушка минерального материала.

Для приготовления асфальтобетонных смесей, а также вяжущих для наклейки геосеток, в качестве адгезионных добавок к вяжущему рекомендуется использовать следующие поверхностно-активные вещества:

- **Адгезионная присадка «ДАД-1»** – вязко-текучая (марка А) или пастообразная (марка Б) масса от коричневого до тёмно-коричневого цвета.

Массовая доля воды и летучих продуктов не более 3 % от массы продукта. Присадка сохраняет свои свойства при непрерывном нагреве в битуме (140 °С) в течение 40 часов. Одно из основных отличий «ДАД-1» от других ПАВ – амфотерный характер действия к каменным материалам, как из основных, так и из кислых горных пород. По физико-химическим показателям свойств добавка «ДАД-1» должна соответствовать требованиям и нормам ТУ 0257-028-22320188-2005.

• **Адгезионная добавка «Амдор-9»** – однородная вязкая жидкость от светло-жёлтого до тёмно-коричневого цвета с характерным запахом, которая не расслаивается при хранении.

«Амдор-9» практически не растворим в воде; растворим в ароматических углеводородах, керосине и ограниченно растворим в спиртах.

По физико-химическим показателям «Амдор-9» должен соответствовать требованиям и нормам ТУ 0257-003-35475596-96 (с извещением об изменении № 1) «Присадки адгезионные дорожные «Амдор-9»» и требованиям «Руководства по применению поверхностно-активных веществ при строительстве асфальтобетонных покрытий (взамен ВСН 59-68)».

Требования к «АМДОР-9» приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4

Наименование показателя	Нормативное значение
1. Внешний вид	Однородная вязкая жидкость от темно-коричневого до темно-бурого цвета
2. Сцепление битума, содержащего 0,5% присадки с минеральным материалом, не хуже	Контрольный образец: № 1,2 – в зависимости от вида смеси и ее назначения
3. Кислотное число, мг КОН/г продукта, не более	15
4. Массовая доля воды, %, не более	2
5. Температура плавления, °С, не более	35
6. Аминное число, г НСІ с массовой долей 100 % на 100 г продукта, не менее	16
7. Однородность	Однородна

• **Битумная присадка «БП-3М»** – однородная масса от жёлтого до коричневого цвета, не растворимая в воде, но легко растворимая в углеводородах и легких нефтепродуктах; образует стойкую эмульсию с водой.

«БП-3М» – представляет собой продукт взаимодействия высокомолекулярных органических кислот, природных либо синтетических, или их кубовых остатков с полиэтиленполиаминами (фракция 160-210 °С).

По физико-химическим показателям свойств «БП-3М» должна соответствовать требованиям и нормам ТУ 0257-001-00151822-93 «Присадка адгезионная к дорожным нефтебитумам». Требования к «БП-3М» приведены в таблице 6.5.

Таблица 6.5

Наименование показателя	Нормативное значение
Кислотное число, мг КОН/г продукта, не	20
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже	105
Сцепление битума с минеральными материалами, не хуже	Выдерживает по контрольному образцу № 1,2
Однородность	Однородна

• **Битумная добавка «Дорос-АП»** – представляет собой вязкую жидкость от жёлтого до темно-коричневого цвета с характерным запахом. «Дорос-АП» легко растворяется в углеводородах и спиртах и хорошо совмещается с нефтяными битумами. По физико-химическим показателям свойств «Дорос-АП» должна соответствовать требованиям и нормам ТУ 0257-002-33452160-99 «Присадка адгезионная для дорожных битумов «Дорос-АП»». Требования к «Дорос-АП» представлены в таблице 6.6.

Таблица 6.6

Наименование показателя	Нормативное значение
Внешний вид	Однородная масса от жёлтого до коричневого цвета
Сцепление битума с мрамором и песком	Выдерживает испытание по контрольному образцу № 1
Сцепление битума с серым гранитом	Выдерживает испытание по контрольному образцу № 1
Сцепление битума с розовым гранитом	Выдерживает испытание по контрольному образцу № 1
Однородность	Однородна

• **Битумная добавка «Редисет WМХ – 8017»** – многофункциональная добавка, представляет собой сыпучий гранулированный материал. Физические свойства добавки приведены в таблице 6.7.

Таблица 6.7

Наименование показателя	Нормативное значение
Внешний вид	Коричневые пластинки (таблетки)
Температура плавления, °С	80-90
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,55
Температура вспышки, °С	>150

Добавка «Редисет WМХ – 8017» позволяет снизить температуру при приготовлении, укладке и уплотнении смеси на 20-40°С, обеспечивая при этом хорошую технологичность. Смеси приготовленные с «Редисет WМХ – 8017», отвечают требованиям по водостойкости без необходимости использования дополнительных жидких адгезионных добавок, а также активаторов извести или цемента. Битумы с адгезионными добавками: «ДАД-1», «Амдор-9», «БП-3М», «Дорос-АП», «Редисет WМХ – 8017» должны удовлетворять требованиям действующих ГОСТ 22245 – для вязких битумов и ГОСТ 11955 –

в на данную марку битума по всему комплексу стандартных показателей свойств. Кроме того, битумы с добавками: «ДАД-1», Амдор-9», «БП-3М», «Дорос-АП», «Редисет WMX – 8017» должны обеспечивать сцепление не ниже, чем по контрольному образцу № 2 по ГОСТ 11508 (метод А) с эталонным мрамором.

### 6.3.5 Технология приготовления полимерно-битумного вяжущего (ПБВ)

Для приготовления ПБВ асфальтобетонный завод (АБЗ) оборудуют емкостями для хранения растворителей, битумными котлами для приготовления ПБВ, рис. 6.1. Емкости и котлы для приготовления ПБВ должны быть снабжены мешалками пропеллерного или лопастного типа. В случае приготовления ПБВ путем введения крошки полимера в битум необходимо обеспечить наиболее интенсивное перемешивание компонентов. Рекомендуемая вместимость емкости для приготовления ПБВ – 20 м<sup>3</sup>. Площадь горловины каждой емкости должна быть не менее 0,3 м. Крышки емкостей должны открываться полностью, чтобы обеспечить загрузку полимера (СБС) и закрываться герметично. Крышки емкостей следует оборудовать небольшими герметично закрывающимися клапанами, что необходимо для замера уровня раствора с помощью реек и для отбора проб. Расход ПБВ и растворителя в емкостях определяют расходомерами емкостного типа или типа U-образной трубки, а в трубопроводах расходомерами переменного перепада да.....

СТО 06-2011

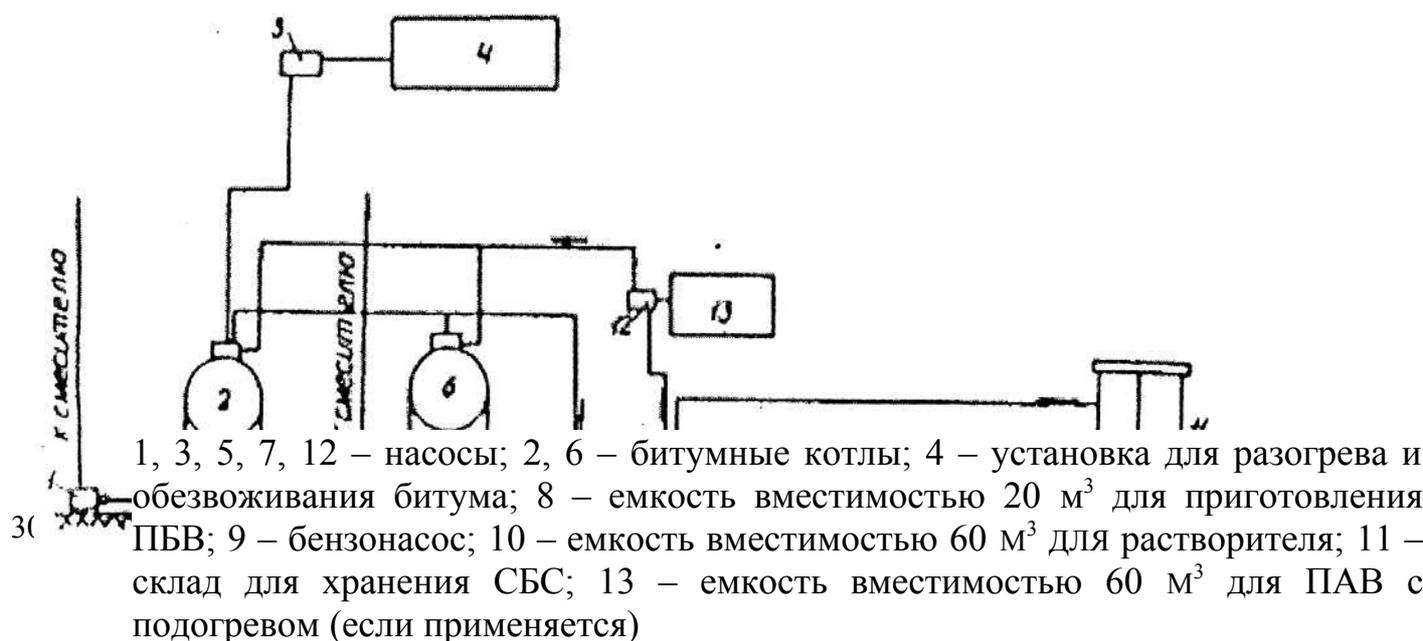


Рисунок 6.1 – Схема приготовления ПБВ на асфальтобетонном заводе

## СТО 06-2011

Технологический процесс приготовления разжиженного ПБВ включает в себя:

а) Если полимеры типа СБС (ДСТ-30-01, SBS 1301-1 Sinoprec, Кратон-Д 1185 или атактический полипропилен (АП)) вводятся непосредственно в битум:

– введение полимера в вязкий битум БНД 90/130 осуществляется при температуре 175-180 °С. Перемешивание полученного ПБВ, осуществляется до получения однородного состава смеси. Ориентировочное время перемешивания вяжущего составляет 40-50 минут. Полученное таким образом ПБВ должно отвечать требованиям ГОСТ Р 52056;

б) Если в битум вводится раствор полимера:

- Предусматривается приготовление раствора полимера посредством добавления в дизельное топливо (мазут и т.п.) крошки СБС или атактического СТО 06-2011 я приготовления раствора полимера, рис. 6.1, из емкости (10) по трубопроводу с помощью насоса (9) подают растворитель в емкость (8). В растворитель загружают полимер и перемешивают.

- Раствор полимера подают насосом (7) по трубопроводу в битумные котлы (2) и (6), перемешивают с обезвоженным битумом, нагретым до температуры 90-160 °С в зависимости от марки битума и вида растворителя. В этом случае, если емкости (2) и (6) обеспечены мощными и высокопроизводительными мешалками, рекомендуется приготавливать ПБВ следующим образом: в емкость (6) с обезвоженным битумом, нагретым до 100-110 °С, подается растворитель с температурой начала кипения не ниже 120 °С, а затем полимер, смесь перемешивается до однородного состояния. Затем таким же образом приготавливают ПБВ в емкости (2).

Необходимое количество компонентов (битума, СБС, растворителя или раствора СБС) на одну порцию ПБВ устанавливают при подборе состава ПБВ и корректируют в рабочей емкости, п.п. 6.3.5-6.3.7.

При подаче раствора полимера в битумный котел обязательно отключают подогрев котла. Смесь перемешивают до однородного состояния, добавляют ПАВ и вновь перемешивают до однородного состояния.

Вязкость раствора полимера не должна превышать 40 Па·с при нормальной работе битумного насоса типа Д-171. Максимальную концентрацию раствора полимера определяют по его способности стекать по стеклянной палочке.

Минимальная концентрация раствора полимера определяется прочностью асфальтобетона при плюс 50 °С.

Время, необходимое для приготовления однородного раствора полимера и ПБВ в рабочей емкости устанавливают до начала работ с ПБВ. Для этого готовят контрольную партию раствора полимера в емкости (8) и ПБВ в рабочих котлах (2) и (6), рисунок 6.1. Однородность смеси оценивают в процессе перемешивания.

**СТО 06-2011**

Время, затраченное для получения однородной смеси полимера с растворителем, принимают за нормативное при приготовлении последующих партий раствора полимера.

Время, необходимое для приготовления однородной смеси раствора полимера с битумом принимают за нормативное при получении последующих партий ПБВ.

Необходимое количество раствора полимера и битума устанавливают с помощью расходомера по специально оттарированной рейке.

Продолжительность выдерживания ПБВ при рабочей температуре не должна превышать 6 ч. Неиспользованный в течение смены запас ПБВ допускается выдерживать в котле при температуре не выше 60 °С в течение 24 ч. Время хранения ПБВ в битумохранилище не ограничивается.

Все битумопроводы, дозировочные бачки и другие элементы битумных коммуникаций должны быть обеспечены системой паро- и маслоподогрева. Обогрев начинают до начала работ.

Оптимальное содержание полимера в зависимости от его вида, устанавливается лабораторией. Ориентировочный расход полимера от массы вязкого битума БНД 90 /130 составляет:

- ДСТ -30 - 01 – 2,7-3,0 %;
- SBS 1301-1 – 2,5- 2,7 %;
- Кратон -Д 1185 – 2,0-2,5 %;
- Атактический полипропилен (АП) – 2,0 %.

### 6.3.6. Технология приготовления битумов, модифицированных добавками ПАВ

Для улучшения сцепления битума с минеральными материалами **СТО 06-2011** использовать ПАВ:

а) при неактивных вязких дорожных битумах (кислотное число ниже 0,7 мг КОН/г):

– катионактивные ПАВ нового поколения – «ДАД-1», «Амдор-9», «БП-3М», «Дорос-АП», «Редисет WМХ-8017» и др.;

б) при активных нефтяных вязких дорожных битумах, имеющих в своем составе достаточное количество собственных ПАВ (прежде всего, асфальтогеновые кислоты и их ангидриты) с кислотным числом выше 0,7 мг КОН/г:

– анионактивные ПАВ и добавки железных солей (мыл) высших карбоновых кислот (отходы промышленности, содержащие в своем составе жирные кислоты – ССБ, соапсток и др.).

Добавки типа солей (мыл) высших карбоновых кислот повышают вязкость битума и ускоряют изменения всех его структурно-механических

показателей под влиянием кислорода воздуха и температуры. Поэтому применение этих добавок допускается в случае использования жидких битумов медленногустеющих всех марок. При использовании жидких битумов среднегустеющих, их условная вязкость должна быть не выше  $C_{60}^5 = 75-100$  с.

Расход добавок ПАВ зависит от их вида, назначения и составляет:

- для улучшения сцепления битума с поверхностью каменного материала:

- катионактивных (в зависимости от производителя) – 0,5-3,0 % от массы битума и 0,05-0,10 % от массы минерального материала;

- анионактивных типа железных солей (мыл) высших карбоновых кислот – 5,0-7,0 %, при этом содержание активной части должно составлять 0,3-1,8 % от массы битума.

Оптимальное количество добавок ПАВ устанавливается в заводских и центральных лабораториях. **СТО 06-2011**

Технологическая схема введения ПАВ в систему холодного асфальтобетона в каждом конкретном случае уточняется применительно к условиям производства.

Добавки ПАВ могут быть введены:

- 1). В битум на битумной базе или АБЗ;
- 2). На поверхность минеральных материалов на АБЗ.

Наиболее приемлемый и получивший широкое распространение метод – введение ПАВ в систему асфальтобетона, **путем модификации битума.**

Состав и технология получения добавок типа железных солей на основе, например, сульфитно-спиртовой барды (ССБ) заключается в следующем:

- добавку составляют из одной весовой части хлорного железа или другой соли, 1-2 частей ССБ (с 50-60 % воды) и 4-5 частей пластификатора (мазута или жидкого битума).

Приготовление добавки производится следующим образом: в ССБ, с содержанием воды 50-60 %, при тщательном перемешивании, сначала вводят небольшими порциями, примерно 1/10 требуемого количества безводного хлорного железа, а затем частями попеременно (4-5 раз) добавляют мазут или жидкий битум и оставшееся количество хлорного железа, непрерывно перемешивая. Предпочтительнее готовить добавку в лопастной мешалке с 60-80 оборотами в минуту. Если при приготовлении добавки температура воздуха ниже 15-18 °С, то мазут или жидкий битум подогревают. При взаимодействии хлорного железа с ССБ добавка разогревается до 60-80 °С и объем её постепенно увеличивается.

Целесообразно использовать способ приготовления ПАВ типа железных или других солей высших карбоновых кислот непосредственно в битумных котлах, путем отдельного введения в битум анионоактивных продуктов (ССБ, соапсток, жировой гудрон, таловое масло и т. п.) и солей металлов: в

**СТО 06-2011** 50 °С жидкий битум или подогретый до 80-90 °С вязкий битум, до обезвоживания вносят анионоактивный продукт (например, ССБ), а потом, после тщательного перемешивания вносят безводную соль (например, хлорное железо). Соли железа взаимодействуют с ССБ в битуме, чему способствует наличие воды в них. Битум с ССБ и соли железа тщательно перемешивают и постепенно нагревают до требуемой температуры.

В битумы с большим кислотным числом (более 1,0 мг КОН/г), т. е. содержащими большое количество органических кислот, рекомендуется вводить только соли ( $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{Cl}_3$  и т. п.). В этом случае асфальтогеновые кислоты битума вполне обеспечивают образование водонерастворимых соединений (мыл) в достаточном количестве, обеспечивая коррозионную (водо-, морозостойкость) асфальтобетонного покрытия.

Температурные режимы добавок анионоактивных ПАВ и битумов, используемых при приготовлении не должны превышать значений, указанных в таблице 6.8.

Таблица 6.8

Класс ПАВ и наименование добавки	Температура ПАВ, °С	Температура битума при введении ПАВ, °С		
		жидкого		вязкого
		СГ	МГ	
Анионактивные в виде высших карбоновых кислот	50-70	70-100	70-100	110-130
Типа солей (мыл) карбоновых кислот	40-60	70-100	70-100	

Продолжительность выдерживания битума с ПАВ при указанных температурах должна быть минимальной – в течение одной рабочей смены и не более.

В качестве катионных ПАВ рекомендуется использовать адгезионные добавки нового поколения «ДАД-1», «Амдор-9», «БП-3М», «Дорос-АП», «Редисет WМХ-8017» и др. Способы их применения, особенности технологии приготовления битумов с ПАВ, технический контроль, хранение и методы испытаний изложены в «Руководстве по применению повер **СТО 06-2011** веществ при устройстве асфальтобетонных покрытий» (взамен ВСН 59-68) и в настоящем стандарте.

Целесообразно адгезионные добавки типа «ДАД-1», «Амдор-9», «БП-3М», «Дорос-АП», «Редисет WМХ-8017» вводить в исходный вязкий битум.

Технологический процесс введения адгезионной добавки «Амдор-9» в битум предусматривает два способа приготовления с использованием для перемешивания:

- циркуляционного контура;
- механических устройств (мешалок).

Наиболее приемлемым вариантом является первый способ.

*Принципиальная технологическая схема введения добавки «Амдор-9» в битум с использованием для перемешивания циркуляционного контура представлена на рисунке 6.2.*

Битум после выпаривания из рабочего котла насосом (3) закачивается в емкость (4) для приготовления смеси битума с добавкой. После заполнения емкости насосом (3) осуществляется циркуляция битума. Температура битума в емкости (4) не должна превышать 160°C.

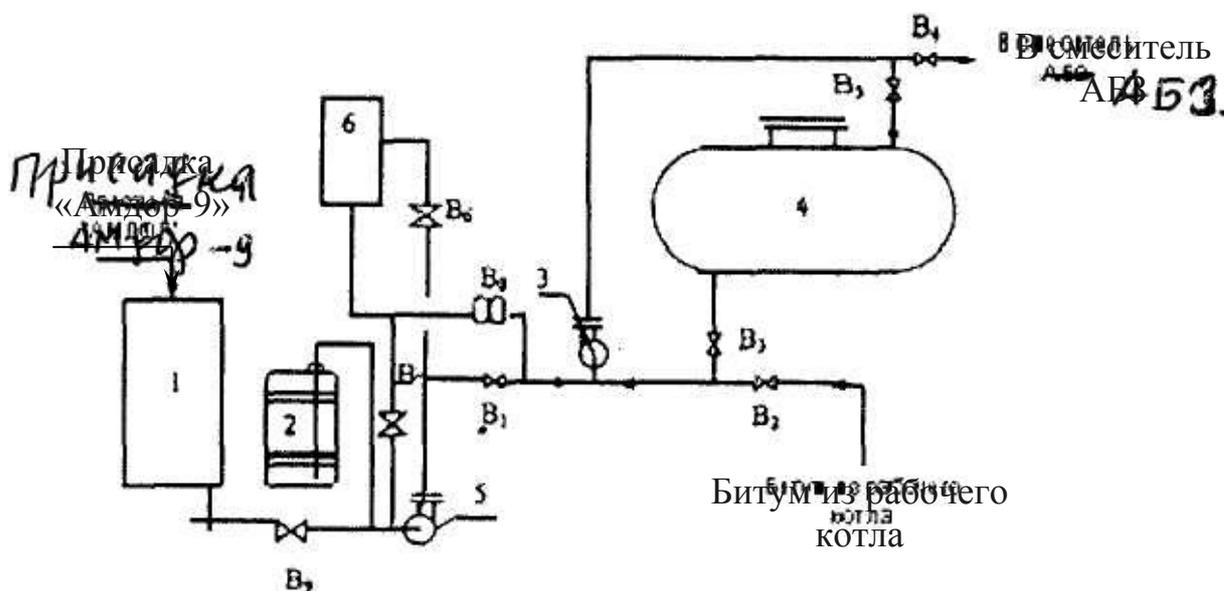
Подача добавки «Амдор-9» в емкость (4) осуществляется насосом (5) из емкости (1) или бочки (2) через мерник (6). Из мерника (6) добавка дозируется насосом (5) или самотеком.

Подачу «Амдор-9» в емкость (4) можно производить двумя способами:

- первый способ:

- после загрузки необходимого количества битума в емкость (4) (коэффициент заполнения емкости (4) не более 0,7) туда же насосом (5) (или самотеком) подается расчетное количество добавки. Смешение осуществляется циркуляционным насосом (3). Продолжительность циркуляции должна обеспечивать не менее, чем 10-кратный обмен продукта в емкости (4).

СТО 06-2011



1 – емкость для добавки «Амдор-9» (склад для приема и хранения); 2 – металлическая бочка с «Амдор-9»; 3 – насос циркуляционный; 4 – емкость для приготовления смеси битума с добавкой «Амдор-9»; 5 – дозирующий насос для добавки «Амдор-9»; 6 – мерник;  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6, V_7, V_8$  – вентили

Рисунок 6.2 – Принципиальная технологическая схема приготовления битума с добавкой «Амдор-9» с использованием для перемешивания циркуляционного контура

- Второй способ:

- подача добавки «Амдор-9» производится дозировочным насосом (5) (или самотеком) непосредственно в циркуляционный контур. Расход добавки при этом устанавливается на дозировочном насосе (5) в зависимости от производительности циркуляционного насоса (3) по расчетному соотношению, зависящему от оптимальной концентрации «Амдор-9» в битуме. При концентрации добавки 0,5 % от массы битума (оптимальный расход) это соотношение составит 1:200, при концентрации 1,0 % – 1:100.

Продолжительность циркуляции зависит от объема битума, производительности насоса и составляет 2-2,5 часа.

*Технологический процесс введения адгезионной добавки «БП-3М» в битум аналогичен схеме введения добавки «Амдор-9» по первому способу, со следующими дополнениями:*

**СТО 06-2011**

- добавку «БП-3М», разогретую до 60-80 °С, следует вводить во внутренний слой битума, не допуская её попадания на поверхность горячего битума. Для этого используют специальное приспособление произвольной конструкции, например, отрезок трубы с воронкой на верхнем конце, нижний конец этой трубы опушен под слой битума в битумном котле на глубину 0,5-1,0 м (коэффициент заполнения емкости битумом должен быть не более 0,7). После введения расчетного количества добавки в битум необходимо осуществить циркуляцию по схеме: битумный котел, насос и битумный котел в течение времени, необходимого для полной перекачки всего количества битума в котле.

Время циркуляции рассчитывается исходя из производительности битумного насоса и, как правило, равно частному от деления объема битума в котле на производительность насоса.

Ввиду низкой пожаробезопасности и малой термостабильности добавки «БП-3М» температура битума в битумном котле должна быть 120-130 °С. Время реализации всего объема приготовленного битума не должно превышать 16 ч, приготовление битума с добавкой «БП-3М» впрок с последующей реализацией в течение более 24 ч недопустимо.

*Принципиальная технологическая схема введения добавки «Дорос-АП» в битум* принимается по аналогичной схеме введения «Амдор-9» с дополнениями и изменениями:

- поскольку добавка «Дорос-АП» при температуре не менее 35 °С находится в текучем состоянии, ее можно дозировать вручную, порциями через люк емкости в разогретый до 130-140 °С битум;

- для закачки добавки насосами вместе с разогретым битумом ее необходимо разогреть до 60-70 °С (разогрев бачка с «Дорос-АП» производится с помощью поддонов, оборудованных греющим минеральным кабелем). При налаженной системе циркуляции битума в котле с помощью одного или двух

**СТО 06-2011** времени, необходимого для двух- или трехкратного обмена битума в емкости (практически не более 2 ч), происходит полное растворение расчетного количества добавки в битуме. Подачу добавки рекомендуется осуществлять на прием циркуляционного битумного насоса.

Битум с добавкой «Дорос-АП», имеющий температуру 160 °С, рекомендуется использовать в течение одного рабочего дня (10-12 ч). Неиспользованный битум с добавкой рекомендуется хранить до следующего дня при температуре не выше 120 °С и перед использованием его надо нагреть до 150-160 °С.

Технология применения адгезионной добавки «ДАД-1» аналогична введению добавок «Амдор-9», «БП-3М» и «Дорос-АП».

Принципиальная технологическая схема введения добавки «ДАД-1» в вяжущие с использованием для перемешивания циркуляционного контура приведена на рисунке 6.3.

Битум после выпаривания из рабочего котла или готовое ПБВ закачивается насосом (3) в емкость (4) для приготовления смеси вяжущего с добавкой. После заполнения емкости (4) (коэффициент заполнения емкости не более 0,7) насосом (3) осуществляется циркуляция вяжущего. Температура вяжущего в емкости не должна превышать 140 °С. Добавка «ДАД-1» дозируется в емкость (4) из бочки (2) (установлена в камере для разогрева бочек) насосом (5) через мерник (6) или прямо в битумную емкость (4), если есть возможность засечь объем выкачиваемый из бочки (2).

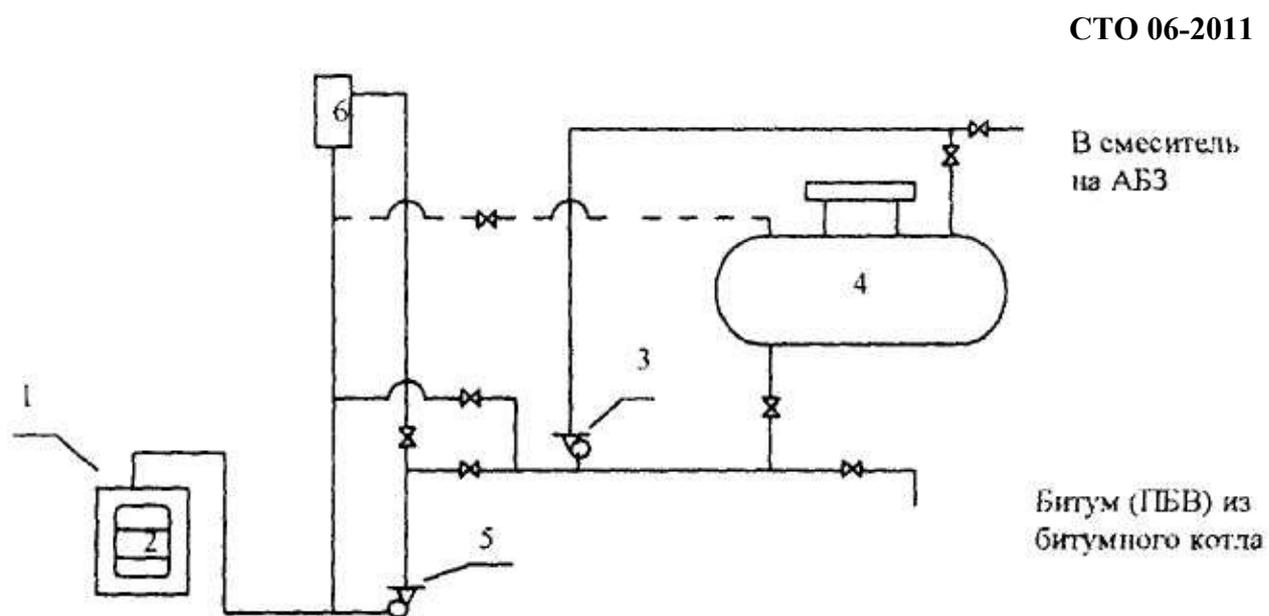


Рисунок 6.3 – Принципиальная технологическая схема приготовления битума с добавкой «ДАД-1» с использованием для перемешивания циркуляционного контура

В летний период при температуре окружающего воздуха более 20 °С дополнительный обогрев бочки с адгезионной добавкой не требуется. При

снижении температуры окружающей среды необходим подогрев добавки. Подогрев бочки до 60-70 °С можно осуществлять при помощи термокамер, нагревательных лент, тенами, паром, газовыми горелками.

После длительного хранения при низких температурах добавку следует разогреть, содержимое бочек рекомендуется перемешать путем ее перекачивания или через горловину металлической штангой.

Смешение адгезионной добавки с битумом осуществляется циркуляционным насосом (3). Продолжительность циркуляции должна обеспечивать не менее, чем двукратный обмен продукта в емкости (4).

*Пример расчета продолжительности циркуляции:*

Исходные данные для расчета:

– объем битумной емкости 4, $V_1$ , м <sup>3</sup> .....	16,0
– объем вяжущего в емкости, $V_2$ , м <sup>3</sup> .....	11,2
<b>СТО 06-2011</b> льность насоса 2, $Q_3$ , М <sup>3</sup> /ч .....	50,0

Исходя из приведенных данных, продолжительность циркуляции  $t$  составит:

$$t = V_2 \cdot 2/Q_3 = 11,2 \cdot 2/50 = 0,45 \text{ ч. (27 мин)}$$

Наиболее эффективное смешение добавки с битумом осуществляется при оборудовании расходной емкости мешалкой. При одновременной циркуляции битума и перемешивании его мешалкой время равномерного распределения добавки в битуме уменьшается.

Технологическая схема введения добавки «Редисет WMX-8017» аналогична технологическому процессу введения адгезионных добавок: «Амдор-9», «БП-3М», «Дорос-АП», «ДАД-1». «Редисет WMX-8017» может быть введен в битум при температуре 110-115 °С. Смешивание осуществляется с использованием циркуляционного контура или механических устройств.

Расход добавок ПАВ катионного типа при введении их в вязкий битум определяется в лаборатории. Ориентировочно расход составляет (от массы вязкого битума %):

- «Амдор-9» – 0,5-1,5 (0,7);
- «БП-3М» – 0,5-1,5 (0,7);
- «Дорос-АП» – 0,3-1,0 (0,5);
- «ДАД-1» – 0,3-0,7 (0,5);
- «Редисет WMX-8017» – 2,0.

Вязкие и жидкие битумы с адгезионными добавками: «Амдор-9», «БП-3М», «Дорос-АП», «ДАД-1», «Редисет WMX – 8017», должны удовлетворять требованиям действующих ГОСТ 22245 и ГОСТ 11955 на данные марки битумов по всему комплексу стандартных показателей.

6.3.7. Результаты исследования влияния ПАВ на показатели модифицированного битума.

**СТО 06-2011**

Результаты исследования (табл. 6.9 – 6.11) свидетельствуют о значительном повышении адгезионных качеств битума за счет введения адгезионных добавок ДАД-1, Амдор, БП-КСП, «Редисет WMX».

Таблица 6.9

Влияние адгезионных добавок  
на температуру размягчения битума БНД 90/130, °С

Наименование добавки	Концентрация добавки в битуме, %			
	0	0,3	0,7	1,0
ДАД-1	47,0	47,0	46,5	46,0
АМДОР	47,0	46,8	46,5	46,2
БП-КСП	47,0	46,5	46,0	45,5

Таблица 6.10

Влияние адгезионных добавок на пенетрацию битума, °П

Наименование добавки	Концентрация добавки в битуме, %			
	0	0,3	0,7	1,0
ДАД-1	92	98	104	112
АМДОР	92	96	102	109
БП-КСП	92	95	101	107

СТО 06-2011

Таблица 6.11

Влияние адгезионной добавки «Редисет WMX»  
на свойства битума БНД 90/130

Характеристики битума	Концентрация добавки в битуме, %			
	0	1,0	2,0	3,0
Глубина погружения иглы (пенетрация), °П	92	76	70	66
Температура размягчения, °С	47	52	56	59
Сцепление битума с минеральными материалами:				
– с песком	соответствует образцу № 3	соответствует образцу № 2	соответствует образцу № 1	соответствует образцу № 1
– с отсевом гранодиорита	соответствует образцу № 3	соответствует образцу № 2	соответствует образцу № 1	соответствует образцу № 1
–с мрамором	соответствует образцу № 1	соответствует образцу № 1	соответствует образцу № 1	соответствует образцу № 1

#### 6.4 Методика проектирования и расчета дорожных конструкций с армирующими и трещинопрерывающими прослойками из ГМ

Наибольший практический интерес для повышения эксплуатационной надежности и продления сроков службы региональных и межмуниципальных дорог Хабаровского края представляет усиление дорожных одежд с усовершенствованными покрытиями при капитальном ремонте.

В рассматриваемом случае прослойка из ГМ выполняет несколько функций:

1) является армирующей для разрушенного блочного основания существующего асфальтобетонного покрытия;

2) является объединяющей между старым асфальтобетонным покрытием и вновь устраиваемыми асфальтобетонными слоями;

**СТО 06-2011**

3) является трещинопрерывающей для восходящих трещин старого покрытия;

4) является армирующей, увеличивающей расчетное сопротивление при изгибе вновь укладываемого асфальтобетонного слоя.

Комплексное использование возможностей рассматриваемой прослойки должно достигаться за счет правильного выбора ГМ для ее устройства и тщательной технологии производства работ.

Рекомендуется усиление дорожных одежд ГМ на участках автомобильных дорог имеющих коэффициент прочности дорожной одежды  $K_{пр}$  не ниже 0,75 для дорог III-IV технических категорий [3]. На более разрушенных участках объединение блочного основания существующего асфальтобетонного покрытия не достигается, а дорожная одежда должна усиливаться за счет устройства дополнительных слоев из традиционных материалов. Это положение следует учитывать при выборе конструкций для усиления дорожных одежд.

В соответствии с [3] при использовании ГМ в качестве трещинопрерывающих прослоек для ремонта существующей дорожной одежды (независимо от расчетов на усиление) минимальная толщина асфальтобетонного слоя на блочном основании назначается по таблице 6.12.

СТО 06-2011

Таблица 6.12

Значение минимальной толщины асфальтобетонных слоев на блочном основании

1	2	Минимальная толщина асфальтобетонных слоев на блочном основании при устройстве трещинопрерывающих прослоек из ГМ на автомобильных дорогах следующих категорий:										
		I, II					III				IV	
		При использовании битумов для покрытия:										
		БНД 60/ 90	БНД 90/ 130	БНД 130/ 200	БНД 200/ 300	БНД 60/ 90	БНД 90/ 130	БНД 130/ 200	БНД 200/ 300	БНД 60/ 90	БНД 90/ 130	БНД 130/ 200
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
I <sub>3</sub>	A	11	10	10	9	11	10	9	9	-	-	
	B	13	11	11	10	13	11	10	9	9	8	
	B	-	12	-	-	-	-	11	10	10	9	

	Г	-	-	-	-	-	-	-	10	-	10	
II	А	10	9	8	7	9	8	6	5	-	-	-
	Б	11	10	9	8	10	9	8	6	8	8	6
	В	12	11	10	9	11	10	9	8	9	9	8
	Г	-	-	-	-	-	-	-	-	10	10	9
II <sub>2</sub>	А	13	12	11	10	13	12	10	9	-	-	-
	Б	-	13	12	-	-	13	11	10	11	9	9
	В	-	-	-	-	-	-	12	-	-	10	9
	Г	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10

Примечание: I<sub>3</sub> ДКЗ – районы Хабаровского края севернее границы: Биробиджан – Комсомольск на Амуре – Де Кастри; II ДКЗ – районы Хабаровского края между границ I<sub>3</sub> ДКЗ и II<sub>2</sub> ДКЗ (к северу от линии Хабаровск – Вяземский – Бикин); II<sub>2</sub> ДКЗ – районы Хабаровского края, южнее линии Хабаровск – Вяземский – Бикин.

Дорожно-климатическое районирование Хабаровского края осуществлено на основании исследований авторов.

Минимальная толщина асфальтобетонных покрытий на блочных основаниях для их армирования назначается по таблице 6.13.

Для достижения максимального эффекта от использования прослойки из ГМ при ремонте дорожных покрытий необходимо правильно определить ее местоположение по ширине и толщине дорожной одежды.

Выбор местоположения армирующей прослойки по толщине покрытия зависит от её преимущественного предназначения **СТО 06-2011** температурные воздействия (ТМП), или воздействия транспортных средств (НГР). Первый вид воздействия и соответствующие ему растягивающие температурные напряжения в наибольшей степени проявляются ближе к поверхности покрытия. Второй – ближе к подошве асфальтобетонного покрытия.

Таблица 6.13

Значения минимальной толщины асфальтобетонных слоев для армирования на блочных основаниях

		Минимальная толщина асфальтобетонных слоев для их армирования на блочном основании, см, при использовании битумов для покрытий:	
		капитальных	облегченных

Дорожно- климатическая зона ДКЗ и подзона	Тип асфальтобетонной смеси покрытия	БНД	БНД	БНД	БНД	БНД	БНД	БНД	БНД
		60/90	90/130	130/200	200/300	60/90	90/130	130/200	200/300
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I <sub>3</sub>	A	11	10	10	19	-	-	-	-
	B	13	11	10	10	8	8	7	7
	B	-	12	-	-	10	9	8	7
	Г	-	-	-	-	10	10	9	8
II <sub>1</sub>	A	10	9	8	7	-	-	-	-
	B	11	10	9	8	8	8	7	6
	B	12	11	10	9	9	9	8	7
	Г	-	-	-	-	10	10	9	8
II <sub>2</sub>	A	13	12	11	10	-	-	-	-
	B	-	13	12	-	11	9	9	8
	B	-	-	-	-	-	10	9	7
	Г	-	-	-	-	-	-	10	9

На основании изложенного, ориентировочное местоположение армирующей прослойки по глубине можно определять, пользуясь рекомендациями [3] таблицы 6.14 и рисунка 6.4.

**СТО 06-2011**

Таблица 6.14

Выбор местоположения армирующей прослойки по глубине дорожной одежды

Дорожно-климатическая зона и подзона	$h_z/h_0$	Тип конструктивного решения
--------------------------------------	-----------	-----------------------------

I, II <sub>1</sub>	< 1	ТМП
	≥ 1	НГР
II <sub>2</sub>	< 0,9	ТМП
	≥ 0,9	НГР

При уточнении местоположения армирующей прослойки следует учесть, что при выборе решения типа ТМП назначают  $h_1 \leq h_2$ , а при выборе решения НГР –  $h_1 > h_2$ .

Учитывая, что на покрытие одновременно воздействуют нагрузки от транспортных средств и температурные напряжения, наилучших результатов достигают при одновременном применении решений типа ТМП и НГР.

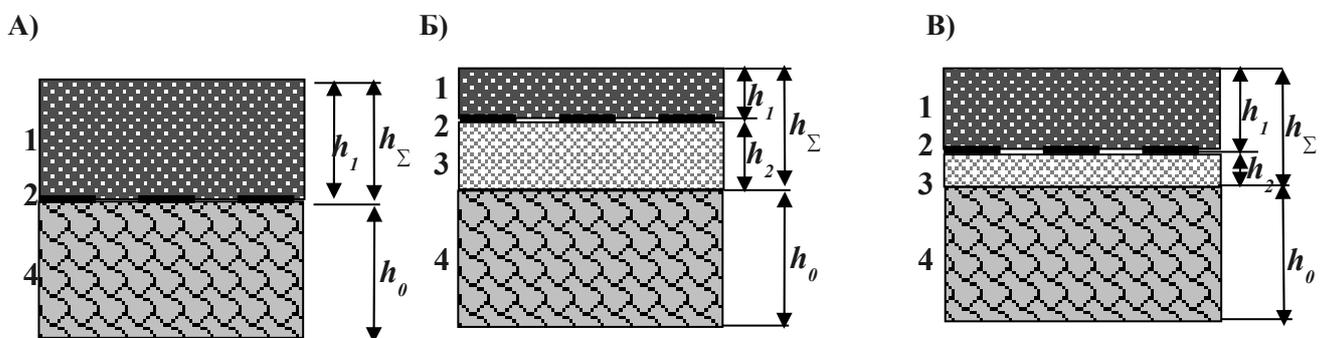


Рисунок 6.4 – Типы принципиальных конструктивных решений: А) – использования ГМ в качестве трещинопрерывающей прослойки на блочном основании; Б) – использования ГМ в качестве трещинопрерывающей прослойки при устройстве новых слоев покрытия; В) – использование ГМ в качестве армирующей прослойки при устройстве новых слоев покрытия: 1 – верхний слой покрытия толщиной  $h_1$ ; 2 – армирующая прослойка; 3 – нижний слой покрытия толщиной  $h_2$  из новой или регенерированной смеси; 4 – существующее покрытие или несущее основание

Укладка армирующей прослойки непосредственно на существующее асфальтобетонное и, тем более, цементобетонное покрытие менее эффективна, нежели на свежеложенный или регенерированный слой асфальтобетона. Это объясняется необходимостью обеспечения прочного сцепления арматуры с армируемым материалом для обеспечения перераспределения возникающих напряжений. Поэтому при выборе решения НГР нижний слой покрытия (выравнивающий слой) может устраиваться из мелкозернистого асфальтобетона или регенерированного материала существующего покрытия.

Минимальная толщина верхнего слоя асфальтобетонного покрытия над армирующей прослойкой ( $h_i$ ) должна составлять не менее 6–8 см. Большее значение может быть принято для ГМ, изготовленных из базальтового сырья, меньшее – при использовании ГМ, изготовленного из полипропиленового сырья.

Рекомендуемые по [3] минимальные толщины 5–6 см являются недостаточными для армирующих прослоек, устроенных из базальтового сырья, о чем свидетельствует поверхностная деструкция покрытий на опытных участках с ГМ на автомобильных дорогах региона.

#### 6.5. Расчет слоев усиления дорожной одежды из ГМ

Толщина слоя усиления из асфальтобетона рассчитывается в соответствии с указаниями раздела 5 ОДН 218.1.052-2002 с учётом требований к минимальной толщине конструктивных слоёв. **Уменьшение толщины асфальтобетонного слоя за счёт его армирования ГМ не рекомендуется.** Эффективность армирования в этом случае определяется за счёт увеличения межремонтных сроков службы дорожных одежд и сокращения объёмов работ и затрат на содержание автомобильных дорог, предусмотренных в приложении 1 приказа Минтранса России от 01 ноября 2007 г. № 157.

Определение минимального гарантированного срока службы дорожной одежды с покрытием, армированным геосеткой (плоской георешёткой), рекомендуется осуществлять проектной организацией расчётом на стадии **СТО 06-2011** ой документации.

При этом для определения расчётного дополнительного срока службы дорожной одежды можно использовать дополненную формулу (5.2) из ОДН 218.046-01 и значения коэффициентов армирования, приведённых в таблице 6.10 этого документа:

$$T_{общ} = T_{сл} + T_{дон} = T_{сл} + \log_q \left[ 1 + \frac{\sum N_p \cdot (1 - k_{Np}) \cdot (q - 1)}{0,7 \cdot N_p \cdot T_{pdz} \cdot k_n} \right], \quad (6.2)$$

где  $T_{сл}$  – расчётный срок службы (см. таблицу П.6.2, ОДН 218.046-01);

$T_{дон}$  – величина увеличения срока службы дорожной одежды вследствие применения геосетки;

$T_{pdz}$  – расчётное число расчётных дней в году, соответствующих определённому состоянию деформируемости конструкции (см. приложение 6, ОДН 218.046-01);

$N_p$  – приведённое к расчётной нагрузке среднесуточное (на конец срока службы) число проездов всех колес, расположенных по одному борту расчетного автомобиля, в пределах одной полосы проезжей части (приведённая интенсивность воздействия нагрузки);

$q$  – показатель изменения интенсивности движения автомобиля данного типа по годам;

$k_n$  – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого (см. таблицу 3, ОДН 218.046-01);

$k_{Np}$  – коэффициент, учитывающий уменьшение влияния усталостных процессов на прочность вследствие армирования асфальтобетонного покрытия (см. таблицу 6.10, ОДН 218.046-01).

Минимальные расчётные межремонтные сроки службы, рекомендованные проектной организацией, не должны быть меньше межремонтных сроков проведения капитального ремонта и ремонта, указанных в приложении 3 к приказу Минтранса России от 01.11.2007 № 157, с учётом следующих дополнений.

**СТО 06-2011**

В случаях рассмотрения или принятия конструктивно-технологического решения с уменьшением толщины асфальтобетонного покрытия за счёт его армирования ГМ межремонтные сроки проведения капитального ремонта и ремонта дорожных одежд принимаются без изменений по приложению 3 к приказу Минтранса России от 01.11.2007 № 157.

В случаях рассмотрения или принятия конструктивно-технологического решения без уменьшения толщины асфальтобетонного покрытия, рассчитанного по ОДН 218.046-01, ОДН 218.1.052-2002 или Методическим рекомендациям по проектированию жёстких дорожных одежд за счёт однослойного армирования ГМ, межремонтные сроки проведения капитального ремонта и ремонта дорожных одежд, предусмотренные приказом Минтранса России от 01.11.2007 № 157, рекомендуется увеличить (увеличение сроков не рассматривается при участковой схеме укладки ГМ). Это увеличение обосновано замедлением темпов трещинообразования, колееобразования и образованием выбоин на армированном покрытии, что, в свою очередь, способствует сохранению ровности покрытия и его распределяющей способности. Кроме этого уменьшается количество влаги, проникающей через покрытие и стабилизируется несущая способность земляного полотна.

Межремонтные сроки проведения работ по капитальному ремонту нежёстких дорожных одежд автомобильных дорог, предусмотренные в приложении 3 приказа Минтранса России от 01.11.2007 № 157, рекомендуется увеличить:

- на 6 – 9 % – при использовании для армирования геосеток (плоских георешёток) с прочностью  $R_{LR}$  ( $R_{TR}$ ) от 50 до 100 кН/м;
- на 9 – 11 % – при использовании для армирования геосеток (плоских георешёток) с прочностью  $R_{LR}$  ( $R_{TR}$ ) от 100 до 150 кН/м;
- на 11 – 13 % – при использовании для армирования геосеток (плоских георешёток) с прочностью  $R_{LR}$  ( $R_{TR}$ ) более 150 кН/м.

Межремонтные сроки проведения работ по ремонту капитальных нежёстких, капитальных жёстких и облегчённых дорожных одежд автомобильных дорог, предусмотренные в приложении 3 приказа Минтранса России от 01.11.2007 № 157, рекомендуется увеличить:

- на 15 – 30 % – при использовании для армирования геосеток (плоских георешёток) с прочностью  $R_{LR}$  ( $R_{TR}$ ) от 50 до 100 кН/м;

- на 30 – 40 % – при использовании для армирования геосеток (плоских георешёток) с прочностью  $R_{LR}$  ( $R_{TR}$ ) от 100 до 150 кН/м;

- на 40 – 50 % – при использовании для армирования геосеток (плоских георешёток) с прочностью  $R_{LR}$  ( $R_{TR}$ ) 150 кН/м и более.

При определении межремонтных сроков проведения работ по капитальному ремонту и ремонту меньший процент увеличения этих сроков принимают при использовании геосеток (плоских георешёток) с величиной относительной деформация при разрыве  $\varepsilon_{LRmax}$  ( $\varepsilon_{TRmax}$ ) больше 4 %, больший процент – не более 4 %.

При использовании совместного конструктивного решения типа НГМ и ТМП (двухслойное армирование) в сочетании со сплошной или комбинированной схемой армирования вышеуказанные увеличенные межремонтные сроки проведения работ по капитальному ремонту и ремонту дорожных одежд могут быть увеличены ещё до 50 %.

Во всех расчётах величина увеличенного межремонтного срока округляется до целого количества лет.

СТО 06-2011

Таблица 6.15

Значения коэффициентов армирования

Прочность геосетки (плоской георешётки) $R_{LR}$ ( $R_{TR}$ ), кН/м	Относительная деформация при разрыве $\varepsilon_{LRmax}$ ( $\varepsilon_{TRmax}$ ), %	$k_a$	$k_{Np}$
Менее 50	не более 4	1,00	1,00
	более 4	1,00	1,00
50	не более 4	1,05-1,10	0,80 -0,90

	более 4	1,00-1,05	0,90-1,00
100	не более 4	1,10-1,20	0,50-0,75
	более 4	1,05-1,10	0,75 -0,90
150 и более	не более 4	1,20-1,50	0,25-0,50
	более 4	1,10-1,20	0,60 -0,75

Коэффициент  $k_a$  учитывает повышение сопротивления растягивающим температурным напряжениям и сопротивления растяжению при изгибе;

Коэффициент  $k_{Np}$  учитывает уменьшение влияния усталостных процессов на прочность вследствие армирования асфальтобетонного покрытия.

Промежуточные значения коэффициентов армирования по прочности ГМ в таблице 6.15 определяются методом интерполяции.

Меньшие значения коэффициента  $k_a$  и большие значения  $k_{Np}$  применяют для I ДКЗ, соответственно – большие значения  $k_a$  и меньшие значения  $k_{Np}$  применяют для IV-V ДКЗ.

Величина коэффициента  $k_a$  может быть увеличена до 20 %, а  $k_{Np}$  – уменьшена до 15 % (за исключением использования геосетки или плоской георешётки с прочностью менее 50 кН/м):

- при использовании совместного конструктивного решения типа НГМ и ТМП в сочетании со сплошной или комбинированной схемой армирования;
- при величине повреждаемости потеря прочности материала в процессе укладки асфальтобетона, % от исходной прочности, не более 20 %.

6.6. Технология производства работ по устройству армирующих и трещинопрерывающих прослоек из ГМ

#### **СТО 06-2011**

Эффективное использование ГМ при устройстве армирующих и трещинопрерывающих прослоек зависит от качества производства работ.

Необходимо обеспечивать качество выполнения следующих технологических операций:

1. Подготовка поверхности блочного основания существующего

покрытия. Поверхность покрытия должна быть тщательно очищена от пыли и грязи. Должен быть осуществлен ямочный ремонт. Поверхность должна быть выровнена. **Для выравнивания поверхности желательно использовать смеси, приготовленные на модифицируемом битуме с адгезионными добавками.**

2. По предварительно очищенной и выровненной поверхности блочного основания распределяется **вязкий модифицированный битум с адгезионными добавками с рабочей температурой в пределах термоустойчивости ГМ.**

3. По подгрунтовке распределяется ГМ. Распределение может производиться вручную или с помощью навесного распределителя.

Необходимо обеспечить равномерное распределение ГМ по ширине покрытия. Образование складок на поверхности ГМ не допускается.

В местах образования складок необходимо разрезать полотно ГМ и соединять его с нахлестом.

Число одновременно раскатываемых рулонов зависит от их ширины и ширины основания. Например, при ширине основания 8 м и ширине рулона 4 м сетку укладывают с отступлением от краёв на 7–8 см; для соблюдения перекрытия полос геосетки посередине покрытия – на 14–16 см. При необходимости одновременного раскатывания 2–3 рулонов работы ведут с опережением крайнего (внешнего) рулона, который исполняет роль шаблона и ориентира для других, соседних рулонов. Рекомендуемая ширина перекрытия продольных сопряжений рулонов 10–15 см, поперечных сопряжений – 20–25 см (при использовании геокомпозита перекрытие соседних полос можно не производить).

При укладке рулонных ГМ на кривых малого радиуса приходится разрезать армирующий материал поперек полос один или несколько раз. Длина каждой полосы  $L$  зависит от радиуса кривой  $R$  и величины допустимого расстояния между краем геосетки и покрытия (обычно составляет до 0,3 м).

При известной величине  $R$  длину полосы ориентировочно можно определить по формуле

$$L \leq 1,5\sqrt{R}. \quad (6.3)$$

Приклеивание ГМ к поверхности асфальтобетонного покрытия обеспечивается за счет 2–3 проходов по одному следу гладковальцового катка весом 5–8 тонн. Для обеспечения качественного приклеивания ГМ к поверхности покрытия вальцы катка должны смазываться мыльным раствором.

Важным моментом рассматриваемой операции является отработка норм розлива вяжущего и его рабочей температуры. В существующих рекомендациях [3] предлагается отрабатывать технологию в процессе производства работ.

Избыточное количество вяжущего затрудняет технологию производства работ и может привести к прилипанию ГМ к колёсам и повреждению армирующего материала при заезде на него автосамосвалов.

Норму расхода вяжущего следует назначать в зависимости от состояния основания (существующий или свежееуложенный слой), вида и свойств используемого ГМ и самого вяжущего, а также учитывая рекомендации производителя геосетки. Повышенная норма розлива вяжущего **(модифицированного битума) 0,9-1,2 л/м<sup>2</sup> осуществляется:**

- при укладке армирующего материала на существующее покрытие со значительным количеством мелких дефектов, не устранённых на предыдущем этапе работ (мелкие трещины и т.п.);

**СТО 06-2011** ной шероховатости существующего покрытия;

- при использовании геосетки или геокомпозита, не обработанных вяжущим в процессе их изготовления.

В остальных случаях достаточно 0,7-1,0 л/м<sup>2</sup> вяжущего для обеспечения высокого качества работ. В местах, где возможно возникновение повышенных сдвигающих усилий от транспортных средств (крутые уклоны, места

торможения), норма расхода вяжущего должна быть снижена, но не менее чем до 0,7 л/м<sup>2</sup>.

Учитывая сложность точного назначения нормы расхода вяжущего, целесообразно выполнять её корректировку по косвенным внешним признакам в зависимости от интенсивности окраски следа, остающегося на поверхности ГМ после его укладки и прохода автомобиля. При правильном назначении нормы расхода колея имеет интенсивный чёрный цвет, при избытке битума на ней появляются отблески и отмечается налипание полотна на колёса, при недостатке – колея слабо проявляется либо приобретает бурый оттенок.

Розлив **модифицированного** битума производится автогудронатором с хорошо отрегулированными и прочищенными соплами в один или два приёма (до и после укладки геосетки). Чаще производят подгрунтовку и укладку одной полосы покрытия. Ширина розлива при этом должна быть на 10–15 см больше ширины этой полосы. При укладке покрытия на всю ширину основание полностью подгрунтовывают.

Количество розливов вяжущего зависит от вида и геометрических параметров используемой геосетки или геокомпозита.

Общий принцип назначения количества розливов вяжущего при подгрунтовке состоит в следующем: если площадь, занимаемая зазорами между рёбрами геосетки (открытая площадь ячейки), составляет более 70–75 %, а площадь, занимаемая поперечными и продольными рёбрами, составляет менее 25–30 % от общей площади полотна геосетки, то розлив вяжущего можно выполнять за один приём. В противном случае рекомендуется выполнять розлив в два приёма: первый – 70 %, второй – 30 %. **СТО 06-2011** [ нормы розлива до и после раскладки армирующего материала. При использовании геосетки или геокомпозита, не обработанных вяжущим в процессе их изготовления, рекомендуется выполнять розлив вяжущего в два приёма.

При отступлении от рекомендуемых правил и розливе вяжущего всего в

один приём, основная часть площади клеящего материала может перекрываться рёбрами геосетки или нетканым геотекстилем, что существенно ослабляет связь между слоями асфальтобетона и не позволяет реализовать преимущества армированного покрытия в полной мере.

Завершающей операцией в технологическом процессе устройства армирующих и трещинопрерывающих прослоек является качественное устройство асфальтобетонного покрытия.

Устройство асфальтобетонного покрытия ведут по типовой технологии, обращая внимание на качество уложенной прослойки и регулируя режим движения автомобилей, подвозящих асфальтобетонную смесь.

Уложенная прослойка должна плотно прилегать к основанию и не образовывать волн со складками при перемещении асфальтоукладчика. Если же эти процессы отмечаются, следует скорректировать норму расхода битума в сторону увеличения. Отдельные образующиеся складки должны быть устранены. На участке же, где ГМ уже уложен, производят дополнительный розлив битума на прослойку непосредственно перед асфальтоукладчиком, соблюдая расстояние по потоку в пределах 1,5 м. Таким образом, процесс розлива должен быть скорректирован со скоростью движения асфальтоукладчика и должен учитывать время и маршрут движения подвозящих асфальтобетонную смесь автомобилей для исключения их заезда на обработанную битумом поверхность.

Режим уплотнения асфальтобетонной смеси не должен допускать сдвиговых деформаций по поверхности ГМ. В начальный период уплотнения поверхность ГМ является разделяющей между слоями. Адгезионные связи между слоями еще не сформированы, поэтому возрастает опасность сдвиговых деформаций устраиваемого слоя асфальтобетонного покрытия по существующему основанию. В силу этого необходимо на начальном этапе уплотнения регулировать как уплотняющую нагрузку, так и скорость ее проложения. Эти

параметры должны отрабатываться обязательным пробным уплотнением.

## Раздел 7

### Техника безопасности

При работе с ОВМ, применяемыми для приготовления полимерасфальтобетонных и асфальтобетонных смесей, и при устройстве покрытий с их применением следует руководствоваться «Правилами по охране труда в дорожном хозяйстве» (М., Стройиздат, 1989 г); «Правилами охраны труда при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог» (Москва, 1992 г).

ОВМ являются малоопасными веществами и по степени воздействия на организм человека относятся (как и битумы) к 4-му классу опасности по ГОСТ 12.1.007.

Предельно допустимая концентрация паров углеводородов ОВМ в воздухе рабочей зоны - 300 мг/м<sup>3</sup> (ГОСТ 12.1.005).

Все работы, связанные с применением ОВМ и ПАВ, следует согласовывать с органами Госсаннадзора и Госпожнадзора.

При работе с вязкими ОВМ следует руководствоваться правилами техники безопасности, разработанными для вязких битумов.

Правила техники безопасности при работах с адгезионными добавками «АМДОР-9», «БП-ЗМ», «ДОРОС-АП» изложены в «Руководстве по применению поверхностно-активных веществ при устройстве асфальтобетонных покрытий (взамен ВСН 59-68)» 2003 г., утвержденном Распоряжением Минтранса России № ОС-358 от 18.04.2003 г. Темп **СТО 06-2011**, воспламенения и самовоспламенения добавки «Т-1» составляют соответственно 224, 303 и 345°С). Добавка «Т-1» относится к малолетучим и невзрывоопасным веществам.

Дорожные битумы, ОВМ, сырье для производства нефтяных вязких дорожных битумов, индустриальное масло, ПАВ являются горючими

веществами по ГОСТ 12.1.044 с температурой вспышки 220-240°C, 220-230°C, 190-200°C, 200-225°C и 100-220°C соответственно.

Опасные в пожарном отношении места хранения вяжущих, ПАВ, пластификаторов, склады горючесмазочных материалов, битумоплавильные установки, битумохранилища должны быть оснащены щитами с противопожарным оборудованием, ящиками с сухим чистым песком и огнетушителями.

Запрещается подогрев кранов и насосов факелами при работе с битумами, ОВМ, пластификаторами. Для обеспечения нормальной работы краны и насосы должны быть снабжены рубашками для паро- или маслоподогрева.

По токсикологическим свойствам ОВМ и ПАВ являются мало токсичными веществами 4 класса опасности по ГОСТ 12.1.007.

Лица, занятые в производстве ОВМ и применении ОВМ, битумов и ПАВ, проходят при поступлении на работу и периодически медицинский осмотр согласно приказу Министерства здравоохранения РФ. Лица моложе 18 лет и беременные женщины к работе с ПАВ не допускаются.

Помещение, в котором производятся работы с ПАВ и ОВМ, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.021.

Не допускается перекачка горячего индустриального масла по резиновым шлангам.

При загорании небольших количеств ОВМ, битума, ПАВ или индустриального масла их следует тушить песком, кошмой или пенным огнетушителем. **СТО 06-2011** ивщиеся пожары следует тушить пенной струей.

При приготовлении и применении ОВМ, ПАВ следует применять средства защиты работающих по ГОСТ 12.4.011 и спецодежду согласно требованиям Типовых отраслевых норм.

При производстве, испытании, хранении и применении ОВМ и битумов с ПАВ, должны соблюдаться общие требования безопасности по ГОСТ 12.3.002 и требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

## Раздел 8

### Требования охраны окружающей среды

В плане охраны окружающей среды следует предусматривать следующие мероприятия.

В процессе приготовления и применения ОВМ, битумов необходимо соблюдать требования ГОСТ 17.2.3.02 по охране природы и атмосферы.

Эффективными мерами защиты окружающей среды являются герметизация оборудования, предотвращение разлива ОВМ, битума, пластификаторов.

Предприятия, производящие ОВМ, а также ОВМ с ПАВ должны разрабатывать предельно допустимые выбросы (ПДВ), временно согласованные выбросы (ВСВ) в соответствии с требованиями санитарного и природоохранного законодательства.

Образующиеся отходы производства либо возвращаются в технологический процесс, либо работа с ними осуществляется согласно «Временному классификатору токсических промышленных отходов» (4286-87), «Предельному количеству накопления токсичных промышленных отходов на территории предприятия (организации)» СП 3209-85, санитарным правилам «Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов» СН 3184-84.

**СТО 06-2011**

Приложение 1

## ПЕРЕЧЕНЬ СОГЛАСОВАНИЙ

по СТО 06-2011 «Приготовление и применение холодных асфальтобетонных (ремонтных) смесей на региональных или межмуниципальных автомобильных дорогах Хабаровского края»

Наименование службы или должностного лица		Фамилия И. О.	Согласовано (подпись)	Дата согласования
1	Зам.начальника Управления			
2				
3				
4				
5	Начальники отделов Управления			
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				