

# Multigrade Asphalt Cement

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ НА БИТУМАХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ МАК-ПОРОШКОМ

Марышев Б.С. (ФГУП «Совоздортех»),

Поздняков В.Р. к.т.н. (International Technology Group)

## Основные виды и причины разрушения дорожных одежд

Дорожное покрытие во время его эксплуатации подвергается воздействию многочисленных факторов, которые рано или поздно приводят к его старению и разрушению. Проанализируем основные виды и причины разрушения дорожных одежд.

**1. Образование колеиности.** Основными причинами образования колеиности являются:

а. Недостаточное уплотнение смеси. Пустоты, которые остаются в такой смеси, позднее уплотняются шинами автомобилей, что ведет к образованию колеиности.

б. Слишком мягкий битум. Когда диапазон температур в данной климатической зоне шире, чем диапазон рабочих температур применяемого битума, то битум часто становится слишком мягким в жаркое время года и хрупким в холодное.

с. Недостаточное содержание щебня в смеси. В результате в уплотненной смеси не образуется жесткого каменного скелета, способного нести нагрузку. Крупные частицы щебня как бы «плавают» в битумно-песчаной смеси и неспособны нести нагрузку.

**2. Образование трещин** может наступить в результате:

а. Потери пластичности вяжущего при низких температурах. Битум становится хрупким, что ведет к разрыву связей между частицами щебня.

б. Потери пластичности битума в результате старения. В результате контакта кислорода с битумом последний окисляется и теряет свои первоначальные свойства пластичности.

**3. Вынос материала** в результате климатических воздействий. Вода, проникающая внутрь дорожной одежды и находящаяся в замерзшем состоянии, разрывает битумные связи между частицами щебня. Микротрещина превращается в трещину, которая позднее превращается в яму.

## Идеальная смесь

Какой должна быть смесь, способная противостоять вышеприведенным воздействиям на нее окружающей среды и автотранспорта? На наш взгляд, данная смесь должна обладать следующими свойствами:

1. Содержание камня в смеси должно соответствовать интенсивности движения. Чем интенсивнее движение, тем выше должно быть содержание каменного материала.

2. Содержание крупных частиц камня должно быть тем больше, чем интенсивнее движение.

3. Необходимо образование жесткого «скелета». При этом крупные частицы камня опираются друг на друга и несут нагрузку, создаваемую транспортными средствами.

4. Необходим битум, который не изменяет свои свойства при изменениях температуры окружающей среды. Битум не должен трескаться при низких температурах и не должен «течь» при высоких.

5. Свойства битума не должны изменяться с течением времени в результате старения.

6. Битум должен обладать хорошей адгезией к каменному материалу и не должен смываться с него водой.

7. Должен быть обеспечен выход воде, так или иначе попавшей внутрь дорожного покрытия.

## Гелеобразный битум

В США разработан способ получения так называемого гелеобразного (желеобразного) битума. Битум модифицируется специальной добавкой, которая образует внутри битума структуру, которая существенно ограничивает текучесть битума при высо-

ких температурах. При этом низкотемпературные свойства битума не изменяются. Полученный в результате такой модификации битум обладает значительно более широким диапазоном рабочих температур, чем исходный материал. Если провести аналогию с моторными



>>> Поведение обычного битума (слева) и МАК-битума (справа) при комнатной температуре в начале опыта (а), через 8 часов (b) и через 24 часа (с)

маслами, то данный битум можно отнести к всепогодным маслам, в отличие от летних или зимних масел.

Дополнительным преимуществом гелеобразного битума является то, что при смешивании с каменным материалом он образует значительно более толстые пленки на поверхности частиц камня. При этом битум не стекает с поверхности камня. В результате связи между частицами щебня становятся значительно прочнее. А для повышения содержания битума в смеси уже не требуется такое высокое содержание песка, как в традиционных смесях. Таким образом, появляется возможность создания высокощебенистых смесей с образованием жесткого каменного скелета в уплотненной смеси.

Еще одним преимуществом гелеобразного битума является то, что в результате увеличения толщины битумной пленки площадь соприкосновения с кислородом воздуха существенно сокращается. В результате процессы старения в битуме резко замедляются, битум не теряет пластичности в течение значительно более длительного времени в процессе работы.

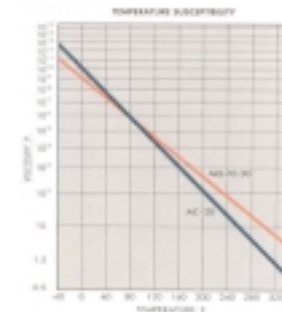
В результате расширения температурного диапазона работы битума полученная смесь не теряет пластичности ни при низких температурах, ни в результате старения. При необходимости можно добиться того, что уплотненная смесь не потеряет пластичности в течение нескольких лет эксплуатации дорожного покрытия. В этом случае трещины, которые могут образоваться в экстремально холодных зимних условиях, с наступлением теплой погоды са-

мозалечиваются. Жесткость покрытия при этом обеспечивается за счет каменного «скелета».

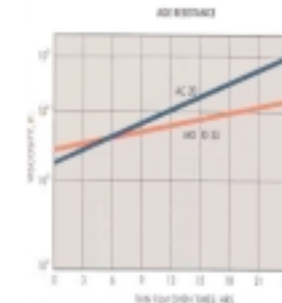
Мы видим, что по своим свойствам смесь «мультигрейд» приближается к идеальной смеси.

## Свойства гелеобразного битума и смеси «мультигрейд»

Физико-механические свойства гелеобразного битума существенно лучше, чем обычного битума.

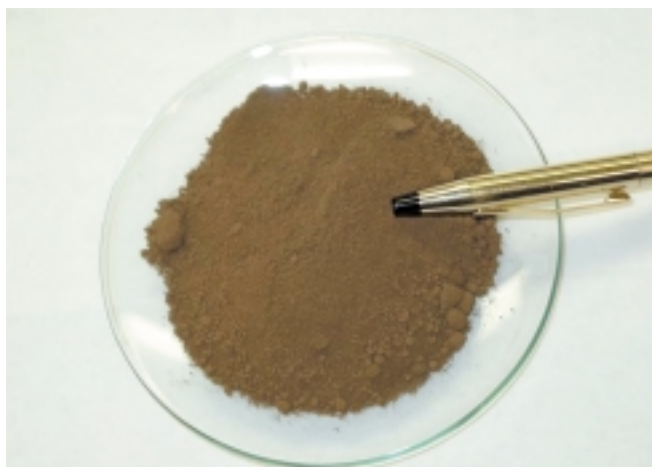


>>> Изменение вязкости битумов при изменении температуры: обычного (AC) и МАК-битума (MG)



>>> Изменение вязкости битумов при старении: обычного (AC) и МАК-битума (MG)

Из рисунков видно, что использование гелеобразного битума существенно расширя-



>>>  
Внешний вид МАК-порошка

ет диапазон рабочих температур вяжущего, а также продлевает срок его службы.

### Как готовится гелеобразный битум

Приготовление гелеобразного битума происходит в результате введения специальной добавки МАК. Добавка представляет собой порошок светло-коричневого цвета.

Введение порошка в битум не представляет никакой сложности. Процесс состоит из трех этапов:

1. Нагрев битума до температуры  $190 \pm 10$  °С.
2. Введение порошка в разогретый битум.
3. Перемешивание в течение 30 минут.

Перемешивание производится электромешалкой в битумной емкости. Никакого специального оборудования не требуется. Необходимая мешалка, как правило, имеется на любом АБЗ.

Гелеобразный битум затем используется для приготовления асфальтобетонной смеси вместо обычного битума на существующем АБЗ. Никаких изменений конструкции АБЗ не требуется. Гелеобразный битум хорошо перекачивается шестеренчатыми насосами. При этом гелеобразная структура в битуме восстанавливается сразу по окончании перекачки. Таким образом, для приготовления битума «мультигрейд» не требуется использования дорогостоящего оборудования, как для модификации битума полимерами (коллоидных мельниц и т.п.).

### Опыт применения асфальтобетонов «мультигрейд» в США

Технология гелеобразного битума «мультигрейд» была разработана в США и применяется в этой стране с 1987 года. С тех пор с применением этой технологии были построены и успешно эксплуатируются тысячи километров автомобильных дорог. В 1990 году впервые асфальтобетон «мультигрейд» был применен при реконструкции автомагистрали типа Интерстейт I-465 в г. Индианаполис, штат Индиана. Интенсивность движения на

автомагистралях такого типа составляет 120 тысяч автомобилей в сутки. Смесь «мультигрейд» отлично работает в тяжелых условиях такого интенсивного движения.

В настоящее время МАК-технология интенсивно применяется в США и Канаде, Европе, Китае и Австралии. В этих странах с 1989 года было построено свыше 30 тыс. км дорог с применением улучшенных по данной технологии битумов.

В Китае в последнее время все скоростные дороги государственного значения обустраиваются и содержатся толь-

>>>  
Приготовление холодной смеси



Составы горячих смесей

Таблица 1

Проход через сито, мм	Слой основания	Промежуточный слой	Верхний слой	Слой износа	Слой износа
50 мм	100	-	-	-	-
37,5 мм	80-100	100	100	-	-
25 мм	40-80	90-100	90-100	-	-
19 мм	25-50	65-90	75-90	-	100
12,5 мм	15-40	40-70	60-83	100	90-100
9,5 мм	10-35	30-55	50-70	90-100	70-90
4,75 мм	5-25	15-30	30-47	45-75	40-55
2,36 мм	3-20	10-27	20-40	25-55	22-39
1,18 мм	2-15	6-18	12-33	15-40	12-26
0,60 мм	-	3-15	7-28	8-25	5-19
0,30 мм	0-7	2-11	3-20	3-15	3-16
0,150 мм	-	1-10	1-12	1-10	2-10
0,075 мм	0-4	1-6	0-5	0-5	2-7
Содержание МАК-битума, %	2,5-4,0	3,8-5,5	5,5-7,0	4,5-5,5	5,5-6,5
Пористость минеральной части	20	13	15	12	15
Т-ра приготовления смеси	105-127°С	132-155°С	132-155°С	132-155°С	132-155°С
Остаточная пористость в слое	15,0	5,0	5,0	5,0	5,0



>>> Укладка горячей щебеночно-мастичной смеси

ко с применением битумов, модифицированных по данной технологии. Каждый год с применением технологии вводится в эксплуатацию более 500 км новых скоростных дорог. Построен собственный завод производства МАК-порошка для нужд Китая.

### Спектр применения смесей «мультигрейд»

Асфальтобетон «мультигрейд» имеет чрезвычайно широкий спектр применения. В зависимости от выполняемой задачи эти смеси можно использовать в горячем, теплом и холодном виде.

Составы асфальтобетонных смесей на основе МАК-битума для использования в горячем виде даны в таблице 1, а составы смеси на основе СМ-150/300 (МАК-битум + 15-20% разжижителя) для использования в холодном виде даны в таблице 2. В качестве разжижителя используется дизтопливо, керосин. Горячие смеси готовятся в обычном асфальтосмесителе. Холодные смеси готовятся в лопастном смесителе без подогрева минеральных материалов.

Наиболее простым применением этой технологии является ямочный ремонт. Смесь для ямочного ремонта

может быть приготовлена в конце дорожного сезона и храниться в течение года. Ямочный ремонт можно проводить при температуре до -8 °С. При этой температуре смесь легко грузится погрузчиком в самосвал, укладывается в выбоину и уплотняется виброплитой.

Другим важным объектом применения смесей «мультигрейд» являются дороги местного значения. В США такие дороги получили название «ферма - рынок». Интенсивность движения на этих дорогах небольшая, но время от времени по ней проезжает тяжелая техника - тракторы, комбайны, грузовики. Как правило, смесь «мультигрейд» укладывается поверх грунтовой дороги или дороги с гравийным покрытием. Состав смеси подбирается таким образом, что уплотненная смесь не теряет пластичности в течение



>>> Вид поверхности покрытия с МАК-смесью, уложенной в колею для ее выравнивания, - ноябрь 2004 года



>>> Вид той же поверхности - май 2005 года

Составы холодных смесей

Таблица 2

Проход через сито, мм	Слой основания	Выравнивающий слой	Слой для поднятия заваленных краев дороги	Верхний слой износа	Материал для посыпки	Материал для ямочного ремонта
50,0	100	-	-	-	-	-
37,5	90-100	100	-	-	-	-
25,0	20-55	95-100	100	-	-	-
19,0	0-15	-	88-100	-	-	-
12,5	-	25-60	48-68	100	-	100
9,5	0-5	-	30-50	90-100	100	80-98
4,75	-	0-10	6-20	15-45	35-65	30-60
2,36	-	-	-	-	-	5-25
1,18	-	0-5	0-10	0-8	0-15	-
0,6	-	-	-	-	-	0-10
0,074	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-4
<b>Содержание вяжущего, %</b>						
СМ 150	3-4	4-5	4,5-5,5	4,5-5,5	-	4,8-6
СМ300	4-5	4,5-5,5	5-6	5-6	-	6-7



&gt;&gt;&gt;

Укладка холодной асфальтобетонной МАК-смеси в ноябре 2004 года на автомагистрали М-5 «Урал» в Самарской области

&gt;&gt;&gt;

Вид поверхности уложенной холодной смеси - ноябрь 2004 года



&gt;&gt;&gt;

Вид той же поверхности покрытия - май 2005 года



нескольких лет эксплуатации. При движении тяжелой техники слой прогибается, однако при снятии нагрузки форма его полностью восстанавливается и никакого разрушения не происходит. Стоимость такого покрытия значительно меньше, чем горячего асфальтобетона, и фермер, как правило, может себе позволить такую «роскошь». Через два-три года данное покрытие можно улучшить путем нанесения дополнительных слоев. При этом процесс превращения дороги из грунтовой в дорогу с высококачественным покрытием растягивается на несколько лет, что значительно облегчает финансирование проекта. Если же регулярно проводить поверхностную об-

работку такого покрытия по технологии сларри сил или чип сил, то эта дорога прослужит долгие годы.

Наиболее сложным и высокотехнологичным способом применения смесей «мультигрейд» является устройство щебеночно-мастичного асфальта. Читатели, которые уже имеют опыт освоения этой новой для российских дорог технологии, наверняка обратили внимание на схожесть описания идеальной смеси и ЩМА. При этом введение гелеобразующей добавки в битум решает две задачи: модификация битума полимером и стабилизирующее воздействие. Таким образом, битум «мультигрейд» можно использовать для устройства ЩМА

без применения целлюлозных стабилизирующих добавок. (В отдельных случаях введение целлюлозной добавки может потребоваться, однако требуемое количество целлюлозного волокна будет приблизительно в 10 раз меньше.) Поэтому ЩМА, изготовленный с применением битума «мультигрейд», значительно превосходит ЩМА, изготовленный с применением целлюлозы, но без применения полимеров, как по эксплуатационным показателям, так и по экономическим параметрам.

### Внедрение технологии «мультигрейд» в России

Впервые асфальтобетон «мультигрейд» появился в России в 2004 г. Пионером технологии «мультигрейд» в России стала компания ОАО «Самардорстрой», которая провела серию экспериментальных работ по различным видам ремонта дорожного покрытия с использованием холодной смеси в Самарской области. Летом и осенью 2004 года был проведен ямочный ремонт, ремонт колеиности, а также построен экспериментальный участок дорожного полотна длиной в 200 м на автодороге М-5 Москва - Челябинск. Результаты экспериментов превосходили ожидания как подрядчика, так и заказчика. На сегодняшний день можно с уверенностью сказать, что участки, на которых проводился ремонт, успешно

&gt;&gt;&gt;

Вид поверхности покрытия с МАК-смесью, уложенной при ямочном ремонте с разделкой карт ремонта





>>> Вид поверхности покрытия с МАК-смесью, уложенной при ямочном ремонте без разделки карт



>>> Вид поверхности покрытия из горячей ЩМА-МАК-смеси после 12 лет эксплуатации

пережили зиму и весну и дополнительный ремонт на этих участках весной 2005 года не потребовался. Новый участок покрытия на автодороге М-5 также находится в хорошем состоянии. Успех данного проекта определен возможностью создания смеси с повышенной пластичностью. Участок, на котором производилась укладка, имел множество трещин различного вида. Если на такое разрушенное покрытие нанести жесткую смесь типа ЩМА, то на новом покрытии скоро появятся отраженные трещины. Смесь «мультигрейд» не имеет такого недостатка. За счет ее повышенной пластичности образование отраженных трещин невозможно, а температурные трещины, которые образовались в холодное время года, самозалечиваются с наступлением теплой погоды.

С коммерческой точки зре-



>>> Штабель холодной МАК-смеси

ния использование смесей «мультигрейд» дает подрядной организации неопределимые преимущества перед конкурентами. Так, ОАО «Самарадорстрой» имело возможность проводить ямочный ремонт в холодное время года, когда ни о каких дорожных работах с использова-

нием традиционных технологий не могло быть и речи. Также готовая смесь в течение всей зимы продавалась сторонним организациям, которые имели заказы на ямочный ремонт. Важным достоинством технологии «мультигрейд» является то, что все дорожные работы проводят-

ся традиционным оборудованием, поэтому готовая смесь «мультигрейд» пользуется широким спросом среди небольших подрядных фирм, которые в основном и выполняют мелкие виды ремонта.

В заключение необходимо отметить, что применение асфальтобетонных смесей на битумах, модифицированных МАК-порошком, требует (как и применение других асфальтобетонных смесей) обязательного подбора состава и выдерживания требуемых дозировок и температурного режима приготовления укладки и уплотнения смеси, ведения работ не во влажных условиях. При работе с холодными МАК-смесями нельзя использовать дизтопливо для смачивания кузова самосвала и детали укладчика, уплотнять штабель холодной смеси катком, укатывать уложенный слой более чем одним проходом катка. ■

>>> Вид поверхности покрытия из горячей МАК-смеси на автостраде 1-70, штат Индиана, США



>>> Вид поверхности покрытия из горячей ЩМА-МАК-смеси на автостраде 1-70, штат Индиана, США

