

стей газоносных пластов, а также на разработку новых методов расчета реальных значений показателей газопроницаемости по результатам испытаний газодинамических режимов скважин в натурных условиях. Такими исследованиями могли бы заняться молодые люди, стремящиеся в науку и имеющие к этому склонность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Добыча, подготовка и транспорт природного газа и конденсата: Справ. руководство. – М.: Недра, 1984. – Т. 1. – 360 с.
2. Ходот В. В. Внезапные выбросы угля и газа. – М.: Гос. науч.-техн. изд-во лит. по горному делу, 1961. – 364 с.
3. Войтенко В. С. Проявление горного давления в буровой скважине // Бюл. БГПА. – Мн., 1998. – № 1 (2). – С. 33–36.
4. Виноградов В. В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок. – Киев: Наук. думка, 1989. – 192 с.
5. Энгельгардт В. Поровое пространство осадочных пород. – М.: Недра, 1964. – 232 с.
6. Осипов С. Н., Пясецкий Б. М. О распределении газового давления вблизи скважины при переменной газопроницаемости среды // Механика жидкости и газа. – 1966. – № 4.
7. Осипов С. Н. О некоторых газодинамических особенностях прогноза внезапных выбросов угля и газа // Разработка месторождений полезных ископаемых. – Киев: Техника, 1979. – Вып. 53. – С. 54–61.
8. Осипов С. Н. Определение числа дренажных скважин для местной дегазации угольного пласта // Уголь. – 1970. – № 5. – С. 65–67.
9. Ивашечкин В. В., Кондратович А. Н., Прокопчук Д. А. // Водное хозяйство и гидротехническое строительство. – 1987. – № 16. – С. 41–46.

УДК 625.855 (765)

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БИТУМОМИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Асп. РЕУТ Ж. В.

Белорусский национальный технический университет

В результате многочисленного устройства поверхностных обработок в асфальтобетонном покрытии повышено содержание битума, что ведет к образованию дефектов в верхнем слое дорожного покрытия, которые невозможно устранить устройством выравнивающего слоя. Поэтому в дальнейшем необходимо удаление верхнего асфальтобетонного слоя покрытия. Продукт, получаемый в результате фрезерования или другого способа измельчения асфальтобетонных слоев автомобильных дорог, называется битумоминеральным сырьем, которое может быть в виде асфальтобетонного лома с размером кусков до 150 (70) мм и в виде измельченных фракций размером 0...40 мм (крупнозернистый), 0...20 мм (мелкозернистый) и 0...5 мм (песчаный).

В процессе эксплуатации автомобильных дорог под воздействием транспортных нагрузок и погоднo-климатических факторов деформационно-прочностные характеристики асфальтобетона претерпевают изменения. Возмож-

ность восстановления первоначальных свойств асфальтобетона доказывают многочисленные исследования отечественных и зарубежных ученых.

Очевидно старение битума, изменение его структурных и химических показателей в процессе службы асфальтобетонных покрытий. Как правило, наблюдается повышение вязкости, что делает покрытие более хрупким, уменьшает его деформационную способность и увеличивает износ. Процесс разрушения асфальтобетонного покрытия может рассматриваться как изменение первоначальных свойств битума вследствие его старения.

Восстановление свойств органических вяжущих возможно в случае увеличения рабочего температурного интервала битума, характеризующегося интервалом его пластического состояния – разницей между температурами размягчения и хрупкости, которая сокращается в процессе эксплуатации. При регенерации необходимо смешение старого вяжущего с «омола-

живающими» веществами. Для этого можно использовать расчетно-графический метод [1], в котором с помощью графического построения процентного содержания в битуме его основных компонентов (масел, смол, асфальтенов) определяется зона оптимального состава.

При терморегенерации происходят потери и видоизменение отдельных компонентов. В процессе эксплуатации дорожного покрытия при отрицательных и низких положительных температурах химические превращения одних компонентов в другие, окисление, полимеризация и т. д. протекают сравнительно медленно. Наибольшую роль в старении играют периоды с максимальной температурой асфальтобетона, полученной за счет солнечной радиации. Для учета потерь и видоизменений предложен коэффициент технологического старения битумного вяжущего, показывающего изменение состава и свойств вяжущего при его кратковременном пребывании в зоне технологических температур по сравнению с длительной эксплуатацией, который определяется следующим образом:

$$K_{TC} = \frac{\gamma^{(t_n/10)-6} \tau_{техн}}{\tau_{атм}} 100, \%,$$

где γ – температурный коэффициент скорости химической реакции, отвечающий повышению

температуры реакционной среды на 10 °С; $\tau_{техн}$ – длительность термомеханического воздействия на регенируемый асфальтобетон; $\tau_{атм}$ – расчетный (нормативный) срок службы асфальтобетонного дорожного покрытия до капитального ремонта; t_n – температура технологического процесса.

Сводная номограмма коэффициентов технологического старения приведена на рис. 1.

Проектирование состава материалов с применением битумоминерального сырья начинают с выбора варианта технологии регенерации асфальтобетона и испытания исходных материалов (битумоминерального сырья, новых минеральных и вяжущих материалов, корректирующих и регенирующих веществ, если предполагается использовать их в составе смеси и т. д.). На основании предварительного анализа данных испытаний устанавливают требования к проектируемому материалу и рациональную область применения (задаются конечной целью проектирования) [2].

На следующей стадии подбирают состав минеральной смеси из исходных материалов, корректируют зерновой состав, если необходимо, путем замены минеральных составляющих либо их соотношения и в случае положительного результата переходят к расчету оптимального количества битума для подобранной минеральной части смеси.

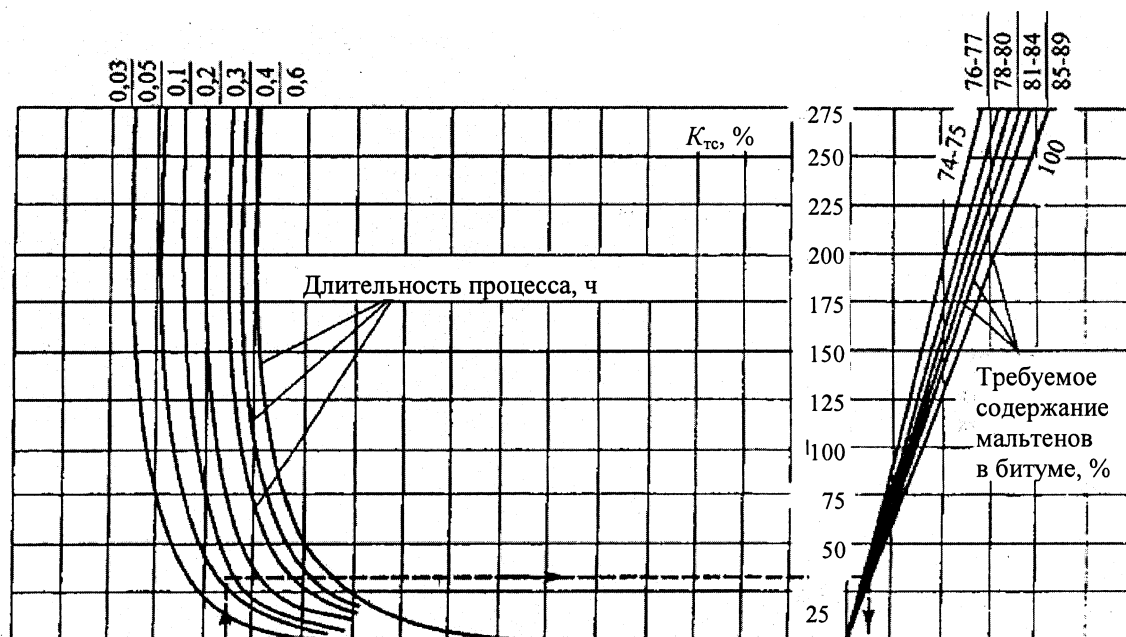


Рис. 1. Сводная номограмма коэффициентов технологического старения

Требуемое содержание вяжущего в проектируемой смеси определяют по методике [2], основанной на данных о битумоемкости различных фракций наиболее распространенных минеральных материалов.

Необходимое количество добавляемого в смесь битума с учетом битума, содержащегося в сырье, определяется с таким расчетом, чтобы их сумма была равна установленному оптимальному количеству вяжущего в смеси. Сравнивают требуемое и фактическое соотношение мальтенов и асфальтенов в компаундированном вяжущем. Если фактическое содержание мальтенов и асфальтенов находится в пределах соответствующего диапазона, то считают, что вяжущее по компонентному составу может обеспечить требуемые физико-механические показатели проектируемого материала. В противном случае состав вяжущего корректируют путем замены исходных новых вяжущих и пластифицирующих материалов либо их соотношения, проверку повторяют до получения положительного результата (табл. 1).

При подборе компаундированного вяжущего с требуемыми свойствами можно использовать номограмму (рис. 2), при этом нет необходимости определять компонентный состав смешиваемых битумов.

Заканчивается проектирование состава регенерируемого материала с применением битумо-минерального сырья приготовлением и испытанием контрольных смесей.

В качестве органических вяжущих и регенерирующих добавок («омолаживающих» составившийся битум в битумо-минеральном сырье)

следует применять: битумы нефтяные вязкие по ГОСТ 22245; битумы нефтяные для верхнего слоя дорожных покрытий по СТБ 1062; битумы нефтяные дорожные жидкие по ГОСТ 11955; битумный полуфабрикат (нефтяной гудрон) по ТУ 38101582; битумные эмульсии по ГОСТ 18659 и СТБ 1245; отработанные нефтепродукты по ГОСТ 21046 и др.

В качестве минеральных добавок и добавок, корректирующих зерновой состав смесей, применяют щебень и гравий по ГОСТ 8267, песок по ГОСТ 8739, минеральный порошок по ГОСТ 16557.

Битумо-минеральное сырье может использоваться для приготовления литых горячих битумо-минеральных смесей, регенерированных горячих, теплых и холодных асфальтобетонных смесей, влажных теплых органических смесей и холодных битумо-минеральных смесей.

Приготавливать горячие битумо-минеральные смеси с использованием битумо-минерального сырья можно следующих марок: ЛБС-КЖР, ЛБС-КПЖР, ЛБС-КТР, ЛБМ-МЖР, ЛБС-МПЖР, ЛБС-ППЖР, ЛБС-ПТР с добавлением битума в количестве от 1 до 8 % от массы сырья в зависимости от марки смеси.

Жесткие и полужесткие смеси (кроме песчаных) применяются при устройстве покрытий и оснований улиц и дорог всех категорий, а текучие и полужесткие песчаные смеси рекомендуется применять для текучего (ямочного) ремонта покрытий, а также устройства тротуаров, пешеходных дорожек. Причем применение смесей целесообразно при температуре окружающей среды до -20°C .

Таблица 1

Органическое вяжущее		Температура размягчения, $^{\circ}\text{C}$	Содержание асфальтенов, % по массе	Содержание мальтенов, % по массе
Нефтяные гудроны (битумные полуфабрикаты)		—	Менее 11	87...89
Битумы марок	БД 200/300, БД 130/200, БНД 200/300, БНД 130/200, БН 200/300, БН 130/200	33...39	11...19	79...88
	БД 90/130, БД 60/90, БНД 90/130, БНД 60/90, БН 90/130, БН 60/90	40...57	20...24	74...79
	БД 40/60, БНД 40/60	48...62	25...26	72...73
	БН 50/50	50...69	27...33	65...71
	БН 70/30	70...89	32...39	59...66

При приготовлении регенерирующих горячих, теплых и холодных асфальтобетонных смесей количество используемого битумоминерального сырья зависит от конкретного технологического процесса. При подаче измельченного сырья непосредственно в лопастную мешалку или на «горячий» элеватор обычных асфальтосмесительных установок количество сырья может достигать до 30 % по массе, а при регенерации в барабанных сушильно-смесительных или специализированных установках – 50...100 % по массе. Длительность разогрева битумоминерального сырья зависит от размера кусков регенерируемого асфальтобетона.

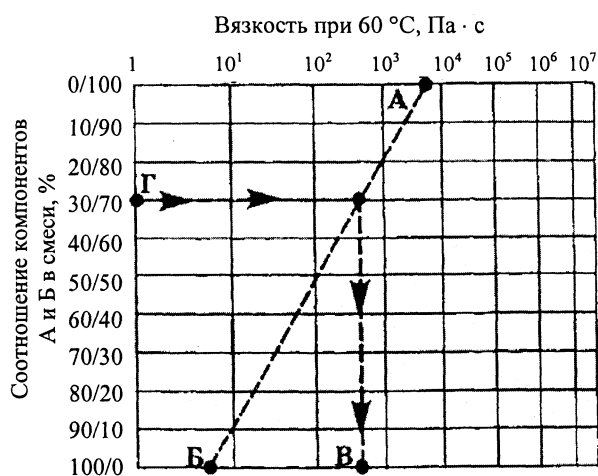


Рис. 2. Номограмма для определения свойств компаундированных битумных вяжущих: А – битум старого асфальтобетона; Б – «омолаживающий» битум; В – компаундированное вяжущее

Эти смеси используют для устройства покрытий и оснований в сухую погоду, причем горячие и холодные смеси укладывают весной и летом при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С, осенью – не ниже 10 °С, а теплые смеси – не ниже –10 °С. Горячие регенерированные асфальтобетонные смеси с добавлением поверхностно-активных веществ (или с активированным минеральным порошком) можно использовать при температуре не ниже 0 °С при толщине укладываемого слоя не менее 4 см.

Влажные теплые органоминеральные смеси на основе битумоминерального сырья применяются для устройства и ремонта покрытий и оснований улиц и дорог категорий Е, Ж, З, П (проездов) по СНБ 3.03.02, тротуаров, пеше-

ходных улиц и дорожек, автостоянок и т. п. Эти смеси состоят из зерен битумоминерального сырья, нагретого до 80...90 °С, во влажном состоянии и нефтяного разжижителя битума, который добавляется с целью снижения вязкости битума. Содержание битума в этих смесях составляет 6...7 % по массе для плотных влажных теплых органоминеральных смесей, 3...5 % – для пористых, а нефтяного разжижителя – 1...3 % от массы битумоминерального сырья.

Укладка и уплотнение смесей осуществляют при положительных температурах воздуха.

Холодные битумоминеральные смеси на основе битумоминерального сырья по холодной технологии используют при устройстве покрытий и оснований улиц и дорог местного значения.

Для приготовления смесей используется битумоминеральное сырье естественной влажности в количестве 70...98 % по массе. Количество добавляемого минерального порошка определяется исходя из гранулометрического состава битумоминерального сырья на основе лабораторных испытаний, а также с расчетом, чтобы массовая доля зерен мельче 0,071 мм составляла 8...20 % в зависимости от вида, типа и области применения смеси.

Хлорид кальция и натрия в количестве 0,1...3 % по массе добавляется для понижения температуры замерзания влаги, содержащейся в холодной битумоминеральной смеси во время хранения либо после укладки и предварительного уплотнения в покрытие.

Для «омолаживания» битума используются разжиженный битум или битумная эмульсия в количестве 1...4 % по массе, которые готовятся на основе нефтебитумов марок БН 90/130, БН 130/200 и БН 200/300. В качестве разжижителя используют нефтепродукты или их смесь, имеющие сравнительно высокую упругость паров и низкую температуру кипения для эффективного снижения вязкости нефтебитума.

Холодные битумоминеральные смеси с хлоридом натрия пригодны к применению при температуре до –10 °С, а с хлоридом кальция – до –20 °С.

Битумоминеральное сырье может быть использовано в покрытиях дорожных одежд переходного типа (т. е. на улицах и дорогах местного значения) и в основаниях дорожных одежд облегченного и капитального типов (магистральных улицах и дорогах всех категорий и улицах и дорогах местного значения по СНБ 3.03.02).

Устройство оснований и покрытий производят методом заклинки битумоминерального сырья из смесей оптимального гранулометрического состава, способом пропитки органическими вяжущими материалами, смешиванием на дороге битумоминерального сырья с органическими вяжущими или обработкой битумами и битумными эмульсиями в смесителе, а также укреплением неорганическими вяжущими материалами, смешиванием на дороге.

Метод заклинки производят в два этапа:

- распределение основной фракции битумоминерального сырья и его предварительное уплотнение (обжатие и взаимовыравнивание);
- распределение расклинивающей фракции битумоминерального сырья (расклиновка двух- или трехразовая) с уплотнением каждой фракции.

Производство работ может осуществляться при среднесуточной температуре воздуха до -15°C .

Смеси оптимального гранулометрического состава подбирают согласно требованиям ГОСТ 25607 путем смешивания крупно-, мелкозернистого и песчаного битумоминерального сырья. Производство работ аналогично методу заклинки.

Устройство покрытий и оснований из битумоминерального сырья, обработанного по способу пропитки битумом или эмульсиями, производят в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 5°C . Для пропитки используют вязкие дорожные битумы марок БНД 90/130, БН 90/130, БНД 130/200, БН 130/200, БНД 200/300, БН 200/300, а также жидкие густеющие со средней скоростью (СГ), медленногустеющие (МГ) битумы и битумные эмульсии анионного и катионного типов.

Для устройства конструктивного слоя используется битумоминеральное сырье четырех фракций размерами 40...70, 20...40, 5...20 и 0...5 мм. Если толщина слоя менее 8 см, то используются последние две фракции.

Смешивание битумоминерального сырья с органическими вяжущими материалами на дороге производят при температуре воздуха не ниже 15°C и заканчивают за 10...20 сут. до начала устойчивой температуры воздуха не ниже 10°C . В качестве органического вяжущего ма-

териала используются жидкие битумы и битумные эмульсии, а битумоминеральное сырье – размером фракций 20...40 и 0...20 мм.

Смеси, обработанные битумами в смесителе, укладываются при температуре воздуха не ниже 10°C , а обработанные битумными эмульсиями – не ниже 5°C весной и 10°C – осенью.

Для приготовления горячих смесей используются битумы марок БНД 90/130, БН 90/130, БНД 130/200, БН 130/200, БНД 200/300, БН 200/300, МГ 130/200, МГО 130/200, СГ 130/200, МГ 70/130 и СГ 70/130, а для приготовления холодных смесей – битумные эмульсии катионного и анионного типов.

Устройство оснований и покрытий из смесей битумоминерального сырья, укрепленного смешиванием на дороге неорганическими вяжущими материалами, осуществляется в сухую погоду при среднесуточной температуре не ниже 5°C , а при более низких температурах вводят в смесь противосмерзающие добавки.

В качестве органического вяжущего применяют портландцемент и молотую негашеную известь в количестве 4...8 % от массы битумоминерального сырья, а также можно использовать активные тонкодисперсные золы уноса и молотые металлургические шлаки.

Использование битумоминерального сырья (асфальтобетонного лома), количество которого в настоящее время избыточно, дает экономии новых материалов и финансовых ресурсов при устройстве покрытий и оснований как магистральных улиц и дорог, так и на дорогах переходного типа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полойко В. Ф., Реут Ж. В. Использование литых регенерированных асфальтобетонов при ремонте городских улиц и дорог // Проблемы технологии производства строительных материалов, изделий и конструкций, строительства зданий и сооружений, подготовки инженерных кадров для строительной отрасли: Материалы VIII Международ. науч.-практ. семинара. – Мн., 2001. – С. 245–260.
2. Леонович И. И., Реут Ж. В., Полойко В. Ф. Технология приготовления и использования полуфабрикатов из литых асфальтобетонных смесей // Вестник БНТУ. – 2002. – № 6. – С. 3–6.