

Состав смеси	Количество растворителя	До прогрева					После прогрева				
		$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$H$ , % по объ-ему	$V$ , % по объ-ему	$P_{20}$ , МПа	$K_{вод}$	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	$H$ , % по объ-ему	$V$ , % по объ-ему	$P_{20}$ , МПа	$K_{вод}$
Щебень фр. 5-10мм 75%		2,32	0,80	8,5	1,90	0,85	2,34	0,4	6,0	3,40	0,97
		2,31	0,95	8,2	1,82	0,82	2,33	0,3	5,8	3,60	0,98
		2,31	0,86	8,3	1,79	0,87	2,33	0,3	5,6	3,65	0,98
Материал дробления фр. 2,5-0,014мм 25%	1%	2,33	0,92	9,1	2,01	0,84	2,34	0,3	4,8	4,01	0,97
		2,32	0,97	8,7	1,95	0,83	2,34	0,3	5,3	3,87	0,95
Битум БНД 90/130 5%											

УДК 625.7.07

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ОРГАНИЧЕСКИМ ВЯЖУЩИМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДОРОЖНЫХ РАБОТ

И.И.Леонович, Я.В.Колоскова

Белорусская государственная политехническая академия  
Минск, Беларусь

Качество асфальтобетонных покрытий на автомобильных дорогах РБ не всегда соответствует требованиям развивающегося автомобильного транспорта. Растущая грузонапряженность, высокая интенсивность движения, низкое качество строительных материалов сокращает сроки службы покрытий, являются причиной развития выбоин, трещин, сдвигов, колейности, приводят к повышению эксплуатационных расходов и таким образом ухудшают транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. Перечень причин разрушения покрытий достаточно широк, и одна из них - низкое качество битума как вяжущего для получения дорожных асфальтобетонов.

В Белорусской государственной политехнической академии в течение последних десяти лет проводятся систематические работы по изучению химического состава и физико-химических свойств битумов и разработке способов их модификации. Исследованы свойства битумов, выпускаемых нефтеперерабатывающими заводами Республики Беларусь и России - Новополоцким, Мозырским, Кирешским, Рязанским,

Ярославским. В таблице представлены физико-химические свойства и химический состав битумов, исследованных за последние два года.

Как видно из таблицы, вяжущие одной и той же марки и одного и того же завода-изготовителя существенно отличаются по физико-химическим показателям и практически все имеют завышенное содержание асфальтенов (от 23 до 28%). Большая часть испытанных битумов не отвечает требованиям стандарта по качеству. Это объясняется прежде всего тем, что НПЗ используют различное по химической природе нефтяное сырье. Кроме того, качество гудрона в последние годы существенно изменилось, что для получения дорожного битума требует корректировки технологического режима окисления. Практически все битумы неактивные (кислотное число равно нулю) и отличаются низкой адгезией к минеральным материалам. Их функциональные группы, кислотная и гидроксильная, взаимно уничтожены - сконденсированы в эфиры. Поэтому за счет линейной структуры некоторые битумы имеют высокую растяжимость и низкую пенетрацию, но плохую адгезию (новополоцкий и кирешский битумы).

Физико-химические свойства битумов

Битумы	Образец №№	Глубина проникания иглы, °С		Температура размягчения по КиШ, °С	Растяжимость при 25°С, см	Температура хрупкости, °С	Сцепление, контр. образец	Изменение образ. после прогревания, °С	Химический состав, %	
		при 25°С	при 0°С						мальтены	асфальтены
Мозырский	1	82	25	48	85	-15	№3	3	77	23
	2	93	14	42	79	-12	№3	5	74	26
Новолоцкий	3	76	20	45	>100	-7	№3	4	77	23
	4	91	17	47	34,5	-16	№3	3	73	27
	5	114	16	46	36,5	-18	№3	5	75	25
	6	66	18	49	49	-11	№2	5	27	27
	7	62	35	53	50	-15	№2	5	73	27
	8	70	31	51,5	50	-15	№3	4	72	28
Кирешский	9	83	18	45	84	-10	№3	2,5	74	26
	10	87	24	46	52	-13	№3	5	72	28
	11	45	10	49	44	-8	№2	13	72	28
	12	72	24	49	58	-13	№2	5	74	26
Ярославский	13	50	23	51,5	69	-10	№2	6	72	28
	14	72	23	50	38	-14	№2	3	74	26
Рязанский	15	186	40	40	41	-20	№3	5	80	20

Новополоцкий, кирешский и ярославский битумы по пенетрации и температуре размягчения по КиШ соответствуют требованиям стандарта, но растяжимость их низкая. Учитывая высокое содержание асфальтенов и дальнейшее старение при технологической переработке, можно прогнозировать малую долговечность асфальтобетона, полученного на этих вяжущих.

В настоящее время дорожная отрасль испытывает большой дефицит битума. Но правильная оценка сегодняшней ситуации показывает, что проблема связана уже не с количеством получаемого битума, а с его качеством, которое сейчас существенно ниже мирового уровня, и такое вяжущее не может быть использовано для устройства верхнего слоя дорожной одежды.

В процессе хранения, обезвоживания и дальнейшей переработки под воздействием кислорода воздуха и высоких технологических температур свойства битума продолжают изменяться, он не обладает способностью сохранить исходное химическое строение при нагреве - битум стареет. Старение связано с увеличением содержания асфальтенов за счет уменьшения содержания масел и низкомолекулярных смол, при этом исходные свойства битумов существенно изменяются. Так, по данным Фаткина и Эванса, при хранении битума в открытых резервуарах в течение года без подогрева, но в присутствии воздуха битум переходит в следующую, более высокую марку за счет окисления и испарения низкомолекулярных соединений. Глубина проникания иглы в верхнем слое битума понижается с 48 до 23, а температура размягчения по КиШ возрастает от 55 до 59 °С. Исследованиями Кирюхина установлено, что повышение вязкости битума на одну марку по глубине проникания иглы приводит к увеличению абсолютных значений прочностных и вязкостных показателей битумоминеральных материалов в 1,3-1,5 раза и повышает условную температуру стеклования на 8 °С. Поэтому конструктивный слой дорожной одежды, выполненный из такого битума, предрасположен к повышенному трещинообразованию.

Наличие воды в битумах требует дополнительной операции ее выпаривания. Выпаривание воды из битума - это длительный и энергоемкий процесс, вызывающий его старение. Семсенов В.А. показал, что при работе с безводным битумом на подготовку 1 т битума затрачивается 7,7 мДж, а при работе с обводненным - 673,64 мДж. Кроме того, на стадии обезвоживания и разогрева до рабочей температуры битум находится в более жестких условиях, чем при хранении. В зоне контакта с теплоотдающей поверхностью температура битума поднимается до 220-240 °С. В результате даже при большой толщине слоя и ограниченном доступе воздуха к его поверхности глубина проникания иглы понижается на 9-65%, а температура размягчения по КиШ увеличивается

на 5-30% вследствие протекания процессов окисления, обгорания боковых цепей и последующего укрупнения молекул смол и асфальтенов. При использовании герметизированного оборудования процессы старения битума протекают менее интенсивно.

Скорость старения существенно возрастает с уменьшением толщины слоя битума. Данные, полученные нами при изучении процессов старения битума в асфальтобетоне, показали, что изменения свойств битумов зависят от длительности действия высокой температуры, природы поверхности минеральных материалов и их пористости. Более интенсивное изменение содержания компонентов битума наблюдается в первые бч., а затем замедляется. Поэтому асфальтобетонную смесь не рекомендуется выдерживать длительное время при высокой температуре в накопительных бункерах. Запасы смеси в бункерах должны быть минимальными - только для того, чтобы обеспечить ритмичную работу автомобильного транспорта и свести к минимуму старение асфальтобетона. Битум в асфальтобетонной смеси с температурой 150-160°C в течение 1 ч. претерпевает примерно такие же изменения свойств, как за год в покрытии.

На стадии строительства асфальтобетонных покрытий улучшить качество битумов и замедлить процессы старения можно путем введения в смеси различных добавок, способных эффективно влиять на скорость перестройки структуры вяжущего - замедлять инициирование окислительных процессов, препятствовать образованию пространственной структуры из асфальтенов, улучшать адгезию на границе битум-минеральный материал. Поиск в этом направлении позволил выявить некоторые эффективные добавки на основе отходов промышленности. В БГПА разработан способ улучшения качества битумов путем введения полимерной добавки - кубовых остатков регенерации этиленгликоля. Данный отход может быть использован в качестве эффективного антистарителя для дорожных битумов. При введении добавки химический состав вяжущих не претерпевает существенных изменений после 5-часового прогрева при температуре 163°C. Количество асфальтенов возрастает только на 0,42%, относительная интенсивность сигнала ЭПР увеличивается на 0,12%. Установлены оптимальное содержание добавки к битуму и технология ее введения в асфальтобетон.

Разработан способ улучшения эксплуатационных свойств битумов химическим методом - путем взаимодействия соединений класса изоцианатов со структурообразующими компонентами битума. Изоцианаты имеют высокую реакционную способность, они взаимодействуют с активным водородом алифатических и ациклических C-H связей молекул смол и асфальтенов (наиболее уязвимых при старении), и, таким образом, боковые цепи этих молекул оказываются экранированными от воздействия атомов кислорода. Получаемый модифицированный би-

тум характеризуется существенным улучшением адгезионных и пластических свойств, имеет более высокую устойчивость к старению и теплоустойчивость. Температура размягчения по КиШ увеличивается на 20-30%, а растяжимость при 25 °С - на 30-40%.

Нами обоснована возможность применения отходов производства нефтяного происхождения в качестве пластификаторов для вязких нефтяных битумов. Определены оптимальные соотношения, технологические режимы получения, физико-химические свойства и групповой состав вяжущих. Испытание их в горячих и холодных асфальтобетонных смесях показало полное соответствие физико-механических показателей требованиям стандарта. Совместно с Гродненским облдорстроем в 1995г. на данных вяжущих построена дорога Ивье-Субботники.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. В силу неоднородности нефтяного сырья, поступающего на окисление, выпускаемые битумы не всегда соответствуют предъявляемым требованиям ГОСТ 22245-90 и не дают возможности обеспечить необходимую сдвигустойчивость, трещиностойкость и долговечность дорожных покрытий. Главным недостатком битумов, основного компонента асфальтобетона, является несоответствие их химического состава оптимальному, высокое содержание асфальтенов. С целью прогнозирования долговечности асфальтобетона на стадии проектирования состава асфальтобетонных смесей необходимо проводить определение содержания асфальтенов в вяжущих и решать вопрос о целесообразности введения пластификаторов.

2. Эксплуатационные свойства битумов можно улучшать путем введения регулирующих добавок, в качестве которых можно использовать не только индивидуальные химические соединения, но и комплексные вещества - отходы производства. При разработке нового ГОСТа на асфальтобетон необходимо уделить внимание вопросам введения добавок.

3. Для высококачественного строительства дорожных покрытий существенным является интеграция научных сотрудников БГПА с производственными кадрами дорожников, что позволит накопить свой отечественный опыт и создать дополнительный стимул к возрождению экономики нашей республики.