УДК 665.885.3

К ВОПРОСУ О СНИЖЕНИИ СТОИМОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

канд. техн. наук, доц. О.В. ЛАЗАРЕНКО
(Полоцкий государственный университет)

Рассмотрена возможность снижения стоимости асфальтобетонов за счет применения смешанного модифицированного органического вяжущего. Установлено, что использование переработанного кислого гудрона в качестве компонента смешанного вяжущего возможно при условии регулирования свойств компаунда добавками. Показано, что наиболее приемлемой добавкой многофункционального действия может служить экстракт фенольной очистки автомобильных масел. Проведены исследования по определению основных свойств смешанного органического вяжущего с различным содержанием переработанного кислого гудрона и многофункциональной добавки. Показано, что использование смешанного модифицированного вяжущего при производстве асфальтобетона позволит снизить стоимость последнего за счет уменьшения расхода битума, расширить сырьевую базу при производстве органического вяжущего без ухудшения качественных характеристик полученного на его основе асфальтобетона, утилизировать вторичные ресурсы нефтехимических производств.

Введение. В настоящее время в Республике Беларусь основным типом покрытия дорог является асфальтобетон, потребность в котором ежегодно возрастает в связи с увеличением объемов строительства автомобильных дорог, небольшими межремонтными сроками службы дорожных покрытий. Асфальтобетон – ресурсоемкий продукт, на производство которого необходимы миллионы тонн минеральных материалов. Массовая доля вяжущего, в основном дорожного битума, в составе асфальтобетона невелика (до 10 %), однако он является его важной составляющей, соединяя в монолит минеральные зерна заполнителей и предавая им гидрофобные свойства. Ежегодная потребность в дорожных битумах возрастает. Кроме того, основным сырьем для получения искусственных битумов является нефть и ее смолистые остатки и, как следствие, битум является дорогостоящим компонентом асфальтобетона. В связи с этим снижение затрат на производство асфальтобетона является одной из основных задач и требует объединения усилий научного и производственного потенциала республики [1]. Решать поставленную задачу необходимо комплексно, и один из путей – снижение стоимости вяжущего, которое возможно за счёт компаундирования битумов и введения добавок.

Целью исследований является подбор состава и дозировки добавок-модификаторов органического вяжущего для дорожного бетона, позволяющих снизить его стоимость без ухудшения физико-механических характеристик.

Основная часть. Известна технология получения дорожных битумов, основанная на смешивании (компаундировании) битумов или нефтепродуктов различной вязкости, которая в силу простоты может быть использована на асфальтобетонных заводах с целью получения вяжущего с заданными свойствами. Смешивая разновидности в определенных соотношениях, можно регулировать не только групповой состав смешанного вяжущего, но и его основные свойства [2]. При этом возможно использование различных нефтепродуктов, однако наибольший интерес представляет кислый гудрон. *Кислый гудрон* – это вторичный ресурс, который образуется при очистке некоторых нефтепродуктов (например, смазочных масел) концентрированной серной кислотой и представляет собой вязкую жидкость черного цвета, содержащую наряду с органическими веществами серную кислоту (15 – 70 %), парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды (45 – 95 %), асфальтены (3 – 17 %), а также нефтяные смолы (2 – 38 %), адсорбируемые силикагелем из деасфальтизированного продукта [3]. В настоящее время на предприятиях нефтехимии скапливается большое количество вторичного ресурса – кислого гудрона, который утилизируют путем термического расщепления с получением серной кислоты, нейтрализации, используют в качестве ПАВ или добавок к котельному топливу. Однако большое количество кислого гудрона в настоящее время сбрасывается в специальные пруды-накопители, закачивается в цистерны, что приводит к нерациональному использованию производственных территорий, ухудшению экологической ситуации регионов. Вопрос утилизации кислых гудронов пока еще не решен в целом, но уже имеются отдельные работы, в которых описаны условия их переработки с получением на их основе вяжущих. Так, установлена возможность получения вяжущего для битумоминеральных композиций на основе кислых гудронов Грозненского НПЗ и резиновой крошки. Асфальтобетон на разработанном вяжущем по свойствам соответствует стандартным требованиям, кроме того, характеризуется весьма высокими показателями тепло-, трещиностойкости [4]. Известен способ получения вяжущего с использованием прудовых кислых гудронов, получаемых обезвоживанием и смешиванием его с асфальтом деасфальтизации в реакторе [5].

В Полоцком государственном университете разработан способ переработки кислого гудрона, образующегося при очистке масляного дистиллята от ароматических углеводородов триоксидом серы при производстве сульфонатных присадок на СООО «ЛЛК – НАФТАН» [6]. Технология переработки кислого гудрона заключается в его десульфировании и нейтрализации остаточной серной кислоты, в результате которой получают вязкую жидкость темно-коричневого цвета с температурой размягчения 71 ºС. Нами была предпринята попытка использовать переработанный кислый гудрон (в дальнейшем – КГП) в качестве компонента смешанного вяжущего. В качестве органического вяжущего использовали дорожный битум БНД 90/130, продукт производства Новополоцкого ОАО «НАФТАН», как наиболее часто используемый при производстве асфальтобетона. Результаты определения важнейших свойств смешанного вяжущего по СТБ 1062 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства смешанного вяжущего

№ состава	Соотношение битум: КГП, %	Температура размягчения по КиШ, °С	Глубина проникновения иглы, 0,1 мм при 25 °С
1	70 : 30	75	62
2	50 : 50	74	57
3	30 : 70	65	43

Анализируя данные таблицы 1, можно сделать вывод, что при любом соотношении компонентов смешанного вяжущего температура размягчения увеличивается по сравнению с требованиями стандарта, что объясняется наличием у КГП значительного количества ароматических углеводородов. При этом с увеличением количества ГКП, повышается вязкость компаунда, что может быть связано с большим содержанием в нём нафтенопарафиновых углеводородов (19,5 %), которые, обеспечивая вяжущему повышение теплоустойчивости, одновременно повышают вязкость и когезию. Использование вяжущего с такими низкими значениями пенетрации при получении асфальтобетонных смесей потребует повышения температуры его разогрева для улучшения смачиваемости вяжущим поверхности каменных материалов. Это может привести к превращению смол, входящих в групповой состав вяжущего, в асфальтены, увеличение содержания которых приведет к потере вяжущим пластических свойств и увеличению его хрупкости. Исходя из полученных значений условной вязкости смешанного вяжущего возникла необходимость повысить этот показатель.

Как отмечалось ранее, для улучшения качества органического вяжущего, регулирования свойств его модифицируют добавками.

В настоящее время имеется достаточно обширная информация по добавкам, используемым в Беларуси и странах СНГ [7 – 9].

Разжижающие для уменьшения вязкости битумов. Выбор разжижителя зависит от необходимого эффекта – скорости загустевания битума. Требуемую скорость загустевания обеспечивают: крекинг-бензин, газолин, керосин, нефть, мазут, жидкие крекинг-остатки, процент ввода которых составляет от 2 до 50 %.

Пластифицирующие для увеличения пластичности и уменьшения вязкости вяжущих материалов. Добавки этой группы способны растворяться в вяжущем, причем чем больше соединений группы ароматических углеводородов содержит добавка, т.е. чем ближе состав битума и добавки, тем наиболее выражен эффект пластификации. При этом происходит понижение температуры размягчения и хрупкости. В качестве пластификаторов используют зеленое масло, мазут, гудрон, антраценовое масло в пределах 2 – 40 %.

Для улучшения упругих свойств, растяжимости, когезии органического вяжущего. Добавки изменяют физико-химическую структуру битума или являются простыми компонентами. К модифицирующим добавкам относятся каучуки синтетические и натуральные, пластические массы, резиноподобные пластмассы, олигомеры. В зависимости от природы добавки ее количество колеблется от 3 до 15 %.

Увеличивающие сцепление вяжущих с поверхностью частиц каменных материалов. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) изменяют природу поверхности частиц, создают на границе раздела фаз битум – минеральный материал прочную связь. Кроме того ПАВ позволяет регулировать процессы структурообразования в битумах и получать оптимальную структуру вяжущего и бетона на его основе. В зависимости от физико-механического воздействия с каменными материалами ПАВ делят на анион- и катионактивные. К первым относятся сырье нафтеновые кислоты, петролатум, фенолы, древесную и торфяную смолы и др. (процент ввода 3 – 10), ко второй группе относят соли алифатических и ароматических аминов, катапин, жирные амины и т.д. (0,5 – 0,3 % от массы вяжущего).

Представляется необходимым использовать добавку *полифункционального действия*, которая, являясь разжижителем, обладает свойствами пластификатора и поверхностно-активного вещества, кроме того, была близка по составу к вяжущему.

Исследуя вторичные ресурсы Новополоцкого ОАО «НАФТАН», в качестве полифункциональной добавки нами использован фенольный экстракт очистки автомобильных масел, состоящий из высших ароматических углеводородов и их алкилпроизводных, жидкость светло-коричневого цвета с плотностью 900 – 920 кг/м^3 и кинематической вязкостью 22,3 мм^2/с. Количество экстракта составляет около 12 тыс. тонн в год и реализуется примерно на 10 – 12 %. Наличие в экстракте ароматических углеводородов должно обеспечить вяжущему снижение вязкости за счет разжижения и пластификации, присутствие фенола – повысить адгезию с поверхностью частиц каменного материала, т.е. такая добавка является многофункциональной. В качестве состава смешанного вяжущего, в который вводили добавку, нами рассмотрен состав № 3 (см. табл. 1) с содержанием КГП – 70 % [10]. Выбор данного состава объясняется следующим: температура размягчения компаунда составляет 65 ºС, что соответствует требованиям стандарта, в то же время не потребуются длительный нагрев и высокие технологические температуры при производстве асфальтобетона, что в свою очередь уменьшает риск изменения группового состава вяжущего и его быстрого старения. Кроме того, максимальный ввод КГП решает задачу утилизации вторичного ресурса и снижения стоимости вяжущего, учитывая, что стоимость 1 т битума составляет 750 – 800 тыс. руб., а 1 тонна КГП – около 400 тыс. руб. (с учетом затрат на нейтрализацию). Добавку вводили в количестве 10, 20, 30, 40 % от массы КГП (табл. 2). Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 2

Составы модифицированного вяжущего

№ состава	Битум БНД 90/130		
	100	0	0
1	30	70	0
2	30	60	10
3	30	50	20
4	30	40	30
5	30	30	40
6	100	0	0

Таблица 3

Свойства модифицированного вяжущего

№ состава	Количество добавки, %	Температура размягчения по КиШ, °С	Глубина проникновения иглы, 0,1 мм при 25 °С
1	0	45	119
2	0	65	43
3	10	61	59
4	20	58	64
5	30	55	94
6	40	40	101
Технические требования по СТБ 1062-97 для марки битума БНД 90/130		не ниже 43	91 – 130

Рассматривая полученные результаты можно сделать вывод, что с увеличением содержания добавки с 10 до 30 % снижается температура размягчения смешанного вяжущего, что связано с эффектом разжижения и пластификации, при этом полученные значения температуры находятся в пределах, допускаемых СТБ 1062. Снижение температуры размягчения до 40 ºС (состав № 6) свидетельствует об излишке пластификатора, содержащегося в добавке. Наиболее эффективным с точки зрения теплоустойчивости, вязкости и, следовательно, хрупкости является состав № 5, который обеспечит асфальтобетону пониженную теплочувствительность и повышенные прочностные свойства.

Эффективность органического вяжущего определяется качеством полученного при его использовании асфальтобетона. Поэтому необходимо определить свойства асфальтобетона с использованием модифицированного смешанного вяжущего и установить их соответствие требованиям СТБ 1033. В качестве контрольной была принята асфальтобетонная смесь, используемая в дорожно-строительном управлении № 26 ОАО «Дорожно-строительный трест № 1 г. Витебск». Смесь предназначена для укладки на дорогах местного значения (IV и V категорий) при интенсивности воздействия приведенной транспортной нагрузки менее 700 ед./сут. В качестве компонентов смеси использовали: гранитный щебень карьера «Ми-

кашевичи» ОАО «Гранит» фракции 5 – 20, с насыпной плотностью 1410 кг/м^3; песок природный карьера «Плиса» с насыпной плотностью 1530 кг/м^3; песок из отсевов дробления гранита ОАО «Микашевичи», с насыпной плотностью 1520 кг/м^3, модулем крупности 2,19; муку доломитовую ОАО «Доломит» с насыпной плотностью 1840 кг/м^3. Составы смеси приведены в таблице 4.

Таблица 4

Составы асфальтобетонной смеси

Наименование состава	Расход, % по массе					
	минеральных составляющих				вяжущего	
Щебеночная мелкозернистая горячая плотная смесь типа Б марки III с пределом прочности при сдвиге при температуре 50 ºС не менее 2,0 МПа – ЩМБг – III/2,0. Контрольный состав	щебень	песок природный	отсев из дробления	минеральный порошок	битум БНД 90/130	КГП + добавка
	42	38	14	6	6	–
Исследуемый состав	42	38	14	6	1,8	2,4 + 1,8

Результаты испытаний асфальтобетона приведены в таблице 5.

Таблица 5

Показатели физико-механических свойств горячих асфальтобетонов

Наименование показателя	Нормы для асфальтобетона из ЩМБг – III/2.0 по СТБ 1033	Свойства асфальтобетона, полученного	
		на битуме БНД 90/130	на смешанном модифицированном вяжущем
Пористость минерального состава, % по объему, для асфальтобетонов типа Б и Г	15,0 – 18,0	16,0	16,0
Остаточная пористость, % по объему, для асфальтобетонов типа Б и Г	2,5 – 5,0	2,8	3,1
Водонасыщение, % по объему, для асфальтобетонов типа Б и Г	1,0 – 4,0	3,0	2,7
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 50 °С, не менее, для асфальтобетона типа Б	0,9	0,91	0,99
Предел прочности при сдвиге при температуре 50 °С, МПа, не менее	2,0	2,0	2,2

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод:

- свойства асфальтобетона, полученного на смешанном модифицированном вяжущем, соответствуют требованиям СТБ 1033; имеют более высокие показатели по сравнению с асфальтобетоном, изготавливаемом на битуме БНД 90/130, так как модифицированное вяжущее имеет более высокую адгезию, когезию и теплоустойчивость по сравнению с дорожным битумом, что напрямую влияет на физико-механические свойства асфальтобетона;
- незначительное увеличение прочности исследуемого асфальтобетона может быть объяснено тем, что присутствующий в добавке фенол является анионактивным;
- образующееся на поверхности минерального материала асфальтобетона хемоадсорбционное соединение обеспечивает наиболее прочное сцепление модифицированного смешанного вяжущего с заполнителями из карбонатных и основных горных пород, а гранитный щебень, используемый для получения исследуемого асфальтобетона, относится к кислым породам.

Заключение. В результате выполненного исследования разработано смешанное модифицированное вяжущее, позволяющее снизить расход дорожного битума, без ухудшения физико-механических свойств асфальтобетона на его основе и при этом снижении его стоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Асфальтобетоны. – М., 2007. – Режим доступа: http://stroy – technics.ru/. – Дата доступа: 20.07.2009.

2. Грудников, И.Б. / И.Б. Грудников, В.В. Фрязинов // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1971. – № 8. – С. 8 – 9.
3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Гудрон. – М., 2009. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki//. Нефти СССР. Справочник. Т. 1 – 4. – М., 1971. – Дата доступа: 24.06.2009.
4. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Кислые гудроны и проблемы их утилизации. – М., 2007. – Режим доступа: http://conf.bstu.ru/conf/docs/. – Дата доступа: 24.06.2009.
5. Способ получения вяжущего для строительной индустрии: а. с. 2191201 C10C3/04 Рос. Федерации, 2002 / М.С. Барсков, Н.Н. Карпов; опубл. // РЖХим. – 2003. – № 20. – С. 142 – 147.
6. Романенко, Д.Л. Использование кислого гудрона производства сульфонатных присадок для получения органического вяжущего / Д.Л. Романенко // Труды молодых специалистов Полоц. гос. ун-та. Вып. 37. Прикладные науки. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – С. 113 – 117.
7. Веренько, В.А. Новые материалы в дорожном строительстве: учеб. пособие / В.А. Веренько. – Минск: Технопринт, 2004.
8. Ковалев, Я.Н. Активированные технологии дорожных композиционных материалов: моногр. / Я.Н. Ковалев. – Минск: БелЭн, 2002.
9. Будниченко, С.С. Применение торфа как активирующей добавки в асфальтобетон / С.С. Будниченко // Строительная наука и техника. Науч.-технолог. журнал. – 2009. – № 3. – С. 12 – 16.
10. Кривёнок, Т.И. Модифицированное смешанное органическое вяжущее / Т.И. Кривёнок // Труды молодых специалистов Полоц. гос. ун-та. Вып. 36. Прикладные науки. – Новополоцк: ПГУ, 2009. – С. 118 – 120.

Поступила 15.11.2010

TO QUESTION ABOUT DECLINE IN VALUE OF BITUMINOUS CONCRETE

O. LAZARENKO

Possibility of decline in value of bituminous concrete at the expense of application of the composite modified organic binding is considered. It is determined, that use of the refined sour tar as a component of composite binding is possible on the assumption of regulation of compound properties using additives. It is shown, that as the most acceptable additive of multifunctional effect the extract of phenolic clearing of automobile oils can be used. Researches of determination of the basic properties with various content of the mixed organic refined sour tar binding and multifunctional additive are carried out. It is shown, that use of composite organic binding in bituminous concrete manufacturing will allow to reduce value of bituminous concrete on the assumption of reduction of bitumen consumption, to expand a raw-material base in organic binding manufacture without deterioration of qualitative characteristics received on its basis bituminous concrete , to utilise secondary resources of petrochemical manufactures.