

7. Бабицкий, В.В. Прогнозирование глубины карбонизации бетона / В.В. Бабицкий // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров в Республике Беларусь: материалы VI Международного научно-технического семинара / под ред. Н.П. Блещика, А.А. Борисевича, Т.М. Пецольда. – Минск: УП «Технопринт», 2000 г. – С. 3–6.

УДК 624.2: 699.82(083.75)

## **ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНОГО ТИПА БИТУМА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТНОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ МОСТОВЫХ И ТОННЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

**Ляхевич Г.Д., д-р техн. наук, профессор,  
Максименко А. Л.**

***Белорусский национальный технический университет***

***(г. Минск, Республика Беларусь)***

### **Введение**

Дорожные битумы широко используются для приготовления гидроизоляционных материалов. В настоящее время промышленностью выпускаются битумы трех структурных типов. При этом их физико-механические свойства существенно различаются. Непосредственное использование их для приготовления качественных гидроизоляционных материалов не представляется возможным. Поэтому необходима модификация битумов трех структурных типов полимерами, пластификаторами, суспензией растворенной резины и др.

Цель исследований – создать композитное вяжущее (КВ) для гидроизоляции мостовых и тоннельных конструкций на основе битумов различного структурного типа путем их модификации.

### **Выбор объектов исследования**

#### **Битумы**

Для приготовления композитных вяжущих использовались нефтяные дорожные вязкие битумы марок БНД и БН. Битумы мы рассматриваем как растворы асфальтенов и твердых смол в более низкомолекулярной среде нефтяных масел. Свойства битумов зависят

от их структуры. Структурную характеристику битумов можно выразить показателем дисперсности D:

$$D = (C + Ц) / (A + Н), \quad (1)$$

где С, Ц, А и Н — соответственно содержание смол, циклических соединений (преимущественно ароматических), асфальтенов и насыщенных соединений, мас. %.

При большом содержании асфальтенов и насыщенных соединений показатель дисперсности уменьшается и асфальтены плохо диспергируются. Однако необходимо отметить, что приведенная зависимость (1) не учитывает природу циклических соединений и смол и их растворяющую способность по отношению к асфальтенам.

Структура вязких битумов может быть поделена на три типа [2]:

- структура первого типа определяется коагуляционной сеткой-каркасом из набухших в ароматических углеводородах асфальтенов. Такие битумы пластичны в широком интервале температур, тиксотропны, обладают заметным пределом текучести и дают пологую вязкостно-температурную кривую. Однако они малопрочны, обладают низкими когезией и растяжимостью;

- в структуре второго типа доминирующую роль играют надмолекулярные вторичные образования смол, в узлах которых находятся не связанные и не взаимодействующие друг с другом асфальтены. Такие битумы имеют узкий интервал пластического состояния, не тиксотропны и дают резкие изменения вязкости с изменением температуры. Они обладают высокими когезией и растяжимостью в интервале пластических состояний;

- структура третьего типа определяется сопряженными сетками из отдельных агрегатов асфальтенов и адсорбированных на их поверхности тяжелых смол, пронизывающих весь объем системы. Структура битумов во многом зависит от природы и строения их компонентов. В связи с этим, по нашему мнению, дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение влияния природы сырья и строения компонентов битума (таблица 1).

Таблица 1

Групповой химический состав битумов различного структурного типа

Наименование показателей	Структурный тип битума		
	I	II	III
Групповой химический состав, мас. %:			
- углеводороды (масла):	50,9	42,1	48,9
парафино-нафтеновые(ПН)	21,5	1,7	14,3
моноциклоароматические (МЦА)	9,1	10,9	10,1
бициклоароматические (БЦА)	15,4	20,4	21,9
полициклоароматические (ПЦА)	4,9	9,1	2,6
- смолы	20,4	41,2	29,7
- асфальтены	28,7	16,7	21,4

Для исследований использовались битумы I, II и III структурных типов, со следующими физико-механическими характеристиками.

Таблица 2

Физико-механические свойства разных структурных типов битумов

Наименование показателей	Структурный тип битума		
	I	II	III
1	2	3	4
Температура размягчения по КиШ, °С	52	50	53
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температурах:			
25 °С (П <sub>25</sub> )	96	59	67
0 °С (П <sub>0</sub> )	47	15	26
Растяжимость, см, при температурах:			
25 °С (Д <sub>25</sub> )	38	97	>100
0 °С (Д <sub>0</sub> )	6	0,4	5
Температура, °С:			
хрупкости (Т <sub>хр</sub> )	-17	-5	-15
вспышки (Т <sub>вс</sub> )	273	289	281
Интервал пластического состояния (ИПС), °С	69	55	68

Окончание таблицы 2

1	2	3	4
Степень структурируемости (Сс) битума: отношение ИПС к Д <sub>25</sub>	1,82	0,57	0,68
Изменение температуры размягчения после прогрева при 163 °С, 5 ч, 4 мм, °С	6	4	2
Адгезия, МПа, к: бетону	0,16	0,12	0,17
гидроизляционному материалу типа «Мостопласт»	0,18	0,14	0,21

Показатели физико-механических свойств исходных битумов (таблица 2) обусловлены их дисперсной структурой. Высокое содержание ПН–углеводородов в битуме I структурного типа обеспечивает низкую температуру хрупкости по Фраасу, а высокое содержание асфальтенов – относительно высокую температуру размягчения. Но при этом значение растяжимости при 25 °С очень низкое и не удовлетворяет требованиям ГОСТ 22245-90. Битум III структурного типа марки БНД при температурах размягчения и хрупкости, практически равных аналогичным показателям битума I структурного типа, характеризуется значительно более высокой растяжимостью при 25 °С. Битум II структурного типа марки БН отличается более низкой температурой размягчения и более высокой температурой хрупкости и высокой растяжимостью при 25 °С. Битум I структурного типа характеризуется наиболее высокой склонностью к старению, как наиболее сильно структурированная система.

Полимер. Для исследований использовался полиизобутилен – каучукоподобный термопласт марки П-118. Этот термопласт бесцветный с высокой химической стойкостью и водонепроницаемостью. Он обладает большой адгезией к металлу и бетону.

Пластификатор. В качестве пластификатора применяли индустриальное масло по ГОСТ 20799 марки, И-40А. Использование пластификатора позволяет обеспечить требуемую температуру хрупкости вплоть до минус 60 °С.

Суспензия растворенной резины (СРР). Она была получена из изношенных шин методом термодеструкции в среде нефтепродуктов с повышенным содержанием углеводородов циклического характера.

Влияние структурного типа битума на физико-механические свойства композитного вяжущего.

В таблице 3 представлены физико-механические показатели композитных вяжущих, приготовленных на основе битумов разных структурных типов, содержащих пластификатор – индустриальное масло марки И-40А, суспензию растворенной резины, полученной методом термодеструкции изношенных шин, и полиизобутилен – каучукоподобный термопласт марки П-118.

Таблица 3

Влияние структурного типа битума на физико-механические свойства композитного вяжущего

Наименование показателей	Структурный тип битума		
	I	II	III
1	2	3	4
Температура размягчения по КиШ, °С	73	65	69
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температурах:			
25 °С (П <sub>25</sub> )	114	112	95
0 °С (П <sub>0</sub> )	62	55	59
Растяжимость, см, при температурах:			
25 °С (Д <sub>25</sub> )	29	64	46
0 °С (Д <sub>0</sub> )	24	41	35
Температура, °С:			
хрупкости (Т <sub>хр</sub> )	-28	-26	-24
вспышки (Т <sub>вс</sub> )	245	264	251
Интервал пластического состояния, (ИПС), °С	101	91	93
Степень структурируемости (Сс) битума: отношение ИПС к Д <sub>25</sub>	3,48	1,42	2,02
Коэффициент предела прочности (Кпп) после старения образцов в течение месяцев:			
трех	0,97	0,98	0,99

Окончание таблицы 3

1	2	3	4
шести	0,97	0,98	0,99
двенадцати	0,95	0,96	0,98
Изменение температуры размягчения после прогрева при 163°С. 5 ч, 4 мм, °С	5	4	1
Адгезия, МПа, к бетону гидроизоляционному материалу типа «Мостопласт»	0,34 0,36	0,39 0,41	0,37 0,38

Анализ данных показывает, что с увеличением степени структурированности исходного битума повышается температура размягчения по КиШ, понижается температура хрупкости композитного вяжущего (см. таблица 3). При повышении степени структурированности исходного битума от II к III типу структуры значительно заметнее падает растяжимость при 25 °С (D<sub>25</sub>) КВ, затем при переходе к I структурному типу она продолжает уменьшаться.

Температурный интервал пластического состояния КВ увеличивается с повышением степени структурированности исходного битума.

### Заключение

Приготовление композитных вяжущих для гидроизоляции мостовых и тоннельных конструкций может осуществляться путем модификации изобутиленом, индустриальным маслом, суспензией растворенной резины битумов с различной степенью структурируемости. При этом физико-механические свойства композитных вяжущих отвечают требованиям стандартам на гидроизоляционные материалы мастичного типа.

### Литература

1. Колбановская, А.С. Исследование свойств битумов, применяемых в дорожном строительстве / А.С. Колбановская // Труды Союздорнии. – Балашиха, 1970. – Вып. 46. – С. 10–24.
2. Руденская, И. М. Исследование свойств битумов, применяемых в дорожном строительстве / И.М. Руденская // Труды Союздорнии. – Балашиха, 1970. – Вып. 46. – С. 25–30.