

Галкин А.В.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА БИТУМОВ РАЗНЫХ ВЯЗКОСТЕЙ

С изменением состава и роста интенсивности автотранспортного потока и увеличением нагрузки на проезжую часть, участились случаи отказа дорожного покрытия в результате колееобразования, возникающего в верхнем слое дорожного покрытия. Один из путей повышения прочности асфальтобетона на сдвиг состоит в повышении когезионной прочности пленки вяжущего, находящегося между минеральными зёрнами. Повысить когезию битума можно повышая его вязкость за счёт увеличения глубины отбора легких фракций при вакуумной дистилляции или глубины окисления нефтяного сырья, но в этом случае неизбежным является повышение температуры хрупкости битума, что сказывается на трещиностойкости асфальтобетонного покрытия. Тем не менее, существует возможность повышения когезионной прочности вяжущего без повышения температуры хрупкости за счёт использования полимерных добавок (чаще всего термоэластопластов). В этом случае получают новое вяжущее - битум, модифицированный полимером (БМП).

Свойства БМП значительно отличаются от свойств вяжущих, традиционно применяемых при производстве асфальтобетона. Различия являются настолько существенными, что система критериев оценки качества традиционных нефтяных вяжущих по отношению к БМП не позволяет объективно оценить качество БМП и прогнозировать эксплуатационное поведение этих вяжущих и асфальтобетонов на их основе.

Здесь приведены результаты исследования, позволяющие оценить влияние модификации битума полимером на механические свойства вяжущего с помощью традиционных показателей, согласно [1] и с помощью измерения когезии БМП.

В качестве исходного вяжущего для получения БМП использовались четыре битума разной вязкости, полученные из одного сырья. Модификация осуществлялась ведением при

температуре 175-185°C в мешалку 3 % термоэластопласта SBS и дальнейшим перемешиванием в течение 70-120 мин.

Для оценки качества БМП использовались традиционные показатели: пенетрация при 25 °С (P_{25}) и 0 °С (P_0), температура размягчения (T_p), растяжимость при 25 °С (D_{25}) и эластичность при 25 °С (\mathcal{E}_{25}), температура хрупкости (T_{xp}). Для определения когезионной прочности (τ_k) вяжущих использована схема плоскопараллельного сдвига при температуре 25 °С и скорости сдвига слоя толщиной 200 мкм, равной 0,2 мм/с ($1c^{-1}$).

В таблице 1 приведены данные, позволяющие наблюдать и оценивать изменения, произошедшие после модификации битума разной вязкости полимером. Чем ниже вязкость битума, тем большие изменения значений пенетрации, когезии и температуры размягчения вызывает его модификация равным количеством полимера.

Таблица 1 - Механические свойства битумов и битумополимерных вяжущих

Наименование и состав вяжущего	Индекс вяжущего	Показатели свойств						
		P_{25} , 1/10 мм	P_0 , 1/10 мм	T_p , °С	T_{xp} , °С	D_{25} , см	\mathcal{E}_{25} , %	τ_k , МПа
БН 40/60	Б1	53	26	53	-17	20	-	0,102
БПВ (3 % SBS)	БПВ1	36	20	66	-17	21	79	0,154
БН 60/90	Б2	75	25	49	-19	42	-	0,079
БПВ (3 % SBS)	БПВ2	47	26	63	-20	38	82	0,132
БН 90/130	Б3	96	33	47	-21	68	-	0,044
БПВ (3 % SBS)	БПВ3	53	27	63	-21	69	86	0,105
БН 130/200	Б4	145	41	43	-23	67	-	0,036
БПВ (3 % SBS)	БПВ4	70	34	59	-24	84	93	0,080

Из данных, приведенных в табл. 2 видно, что для высоковязкого битума БН 40/60 со значением $P_{25} = 53$ 0,1мм,

значение пенетрации падает на 32 %; а для битума БН 130/200 со значением $P_{25} = 145 \text{ } 0,1 \text{ мм}$, снижение значения пенетрации составляет 52 %. Ещё более явно эта закономерность прослеживается для значений когезии - 51 % и 122 % соответственно. Для значений температуры размягчения изменения выражены не так заметно, как для значений пенетрации или когезии. 25% для БН 40/60, и 37% для БН 130/200.

Таблица 2 - Усиление механических свойств при модификации битумов 3 % полимера

Исходный битум	Разница значений показателя модифицированного и исходного битума					
	для P_{25} ,		для T_p ,		для τ_k ,	
	0,1мм	%	°С	%	МПа	%
БН 40/60	17	32,1	13	24,5	0,052	51,0
БН 60/90	28	37,3	14	28,6	0,053	67,1
БН 90/130	43	44,8	16	34,0	0,061	138,6
БН 130/200	75	51,7	16	37,2	0,044	122,2

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что из всех рассмотренных здесь показателей именно температура размягчения обладает наименьшей чувствительностью к последствиям модификации битума полимером. Также обращает на себя внимание тот факт, что битумополимерное вяжущее БПВ4, температура размягчения которого составляет 59 °С, что на 6 °С выше температуры размягчения битума Б1, значительно уступает битуму Б1 в показателях пенетрации и когезии - 70 x 0,1 мм против 53 x 0,1 мм и 0,080 МПа против 0,102 МПа соответственно. Таким образом для битумополимерного вяжущего БПВ4 температура размягчения свидетельствует о более высокой прочности, относительно битума Б1, в то время как другие показатели говорят об обратном.

Из данных, представленных на рис. 1 также следует, что в аспекте взаимосвязи пенетрации когезии и температуры размягчения битумополимерные вяжущие значительно отличаются от обычных битумов.

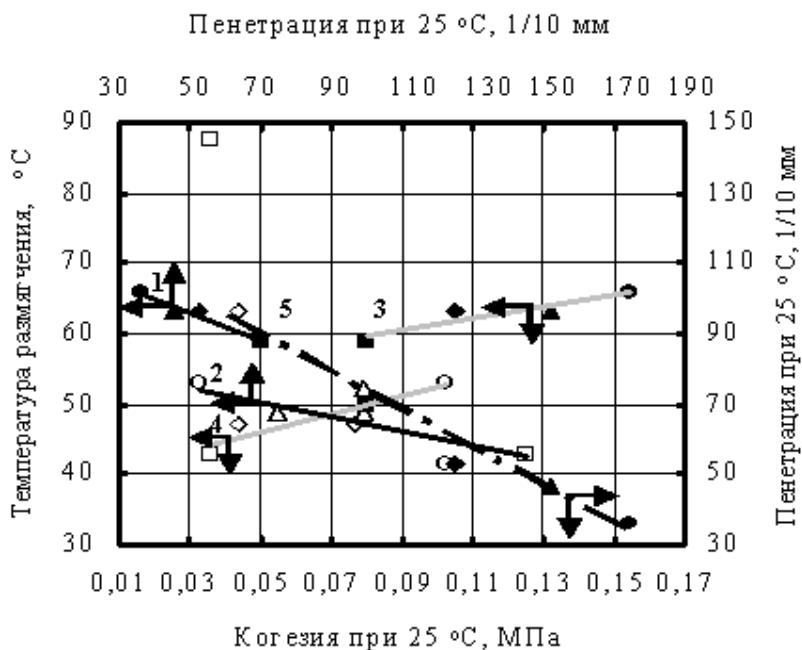


Рисунок 1 - Зависимость между: пенетрацией и температурой размягчения (кривые 1 и 2); когезией и температурой размягчения (кривые 3 и 4); пенетрацией и когезией (кривая 5) для исходных битумов (○ △ ◇ □) и битумополимеров, с 3% СБС (● ▲ ◆ ■).

Выводы

Согласно этим данным, зависимость температуры размягчения от пенетрации (рис.1, кривые 1 и 2) является индивидуальной для каждой из двух групп вяжущих (обычных битумов и битумополимеров). При одной и той же пенетрации температура размягчения битумополимерных вяжущих оказывается выше температуры размягчения обычных битумов на 8-10 °С.

Подобная особенность сохраняется и при замене значений пенетрации значениями когезии для чистых и модифицированных

битумов (рис.1, кривые 3 и 4). В этом случае при равном значении когезии разница температур размягчения битумов и битумополимеров оказывается в пределах 10 °С.

Следовательно невозможно прогнозировать эксплуатационные свойства битумополимеров по их температуре размягчения, что ставит под сомнение целесообразность использования этого показателя для оценки качества битумополимеров.

В то же время, корреляционная зависимость между пенетрацией и когезией для модифицированных и обычных битумов оказывается достаточно высокой. Это объясняется тем, что оба этих показателя характеризуют прочность систем. Пенетрация - как сопротивление погружению индентора в упруговязкую среду, когезия - как предельное напряжение сдвига при деформации [2].

Эластичность битумополимеров возрастает со снижением вязкости исходного битума. Она может косвенно свидетельствовать об уровне организации полимерной сетки в битумополимерах, однако самостоятельно она не может выступать в роли показателя, позволяющего прогнозировать эксплуатационные характеристики асфальтополимербетона [3]. Вполне возможно, что эластичность влияет на усталостную прочность асфальтобетонов, но исследования в этой области до сих пор не проводились.

Температура хрупкости битумополимеров при содержании полимера 3 % практически не отличается от температуры хрупкости исходного битума, что характерно для систем с малым содержанием полимера. В то же время необходимо отметить, что все приведенные здесь взаимосвязи и зависимости характерны для систем битумов, модифицированных полимерами, в которых средой является составляющая, богатая битумом, а фазой - полимер. Требуется дальнейшие исследования особенностей модификации битумов разным содержанием полимера с тем, чтобы объективнее оценивать структурно-механические свойства БМП.

Литература

- 1. Технічні умови.** ТУ У В.2.7-24.1-03450778-198-2002. Бітуми, модифіковані полімерами. -К.: Укравтодор. -2003. -22 с.
- 2. Золотарев В.А., Чугуенко С.А., Галкин А.В.** О взаимосвязи свойств битумополимерных вяжущих и сдвигоустойчивости асфальтобетона // Автошляховик України. - 2004. - № 3. -С.25-30.
- 3. Золотарёв В.А.** Свойства битумов, модифицированных полимерами типа СБС // Автошляховик України -2003 - № 5 - стр. 25-27.