

Анализ исследований по модификации битумов полимерами, показывает, что наиболее эффективными модификаторами являются термоэластопласты (ТЭП), в частности дивинилстирольные ТЭП - ДСТ. Вместе с тем ДСТ обладает недостаточно высокой долговечностью, в связи с наличием двойных связей в основной цепи, поэтому исследования по разработке новых типов ТЭП с предельной основной цепью или с уменьшенным содержанием двойных связей в настоящее время являются актуальными и представляют значительный интерес. Следует отметить, что существует два способа получения ТЭП путем синтеза и «смесевой». Получение смесевых ТЭП значительно проще и быстрее, чем синтетических. Это связано с тем, что используются готовые полимеры, что позволяет существенно расширить возможности варьирования состава ТЭП, что значительно сокращает время поиска эффективных составов ТЭП для модификации битумов по сравнению с синтетическими способами. Ранее проведенными исследованиями была показана высокая эффективность, в качестве модификаторов дорожных битумов, смесевых ТЭП содержащих этиленпропиленовый каучук, полиэтилен, изопреновый каучук в соотношении 2/1/1[1]. Модифицированный таким ТЭП битум обладает более высокой долговечностью, чем ДСТ, однако наличие в его составе 25 % СКИ-3, не позволяет достигнуть той долговечности, которой обладают битумы модифицированные полимерами с предельной основной цепью. В составе смесевых ТЭП обычно используется полиэтилен (ПЭ). Его использование позволяет достичь высокой температуры размягчения (T_r). Вместе с тем, для достижения требуемых адгезионных свойств битума необходимо вводить специальные адгезионные добавки. Заманчивым представляется использование сополимеров полиэтилена, обладающих высокой адгезией к различным субстратам. Одним из таких сополимеров является сополимер этилена с винилацетатом (СЭВА). Использование СЭВА вместо ПЭ в составе ТЭП предположительно можно добиться одновременного повышения T_r и высоких значений адгезии. В данной работе в качестве эластомера вводился СКЭПТ-50, а в качестве полиолефина – полиэтилен высокого давления (ПЭ) и (или) его сополимеры – СЭВА-113, СЭВА-116, СЭВА-118. Известно, что полиолефины в составе смесевых ТЭП обеспечивают создание непрерывной матрицы благодаря этому такие композиции можно перерабатывать как термопласты[2]. Дополнительно вводили модифицирующую добавку сополимер α – олефинов с малеиновым ангидридом - Паволан для достижения высокой адгезии к минеральному наполнителю и термостойкости. Изучалось влияние содержания винилацетата (ВА) в сополимере на свойства ТЭП и модифицированного битума. Состав и свойства полученных ТЭП приведены в табл. 1. Таблица 1 – Состав и физико-механические свойства смесевых термоэластопластов* № состава

Ингредиенты, масс.ч.	СКЭПТ	СЭВА-113	СЭВА-116	СЭВА-118	Паволан
1	50	40	10	2	
2	50	40	10	3	
3	50	40	10	4	
4	60	30	10	5	
5	55	35	10	6	
6	50	50	-	7	
7	50	45	5	8	
8	50	35	15	9	
9	50	30	20		

№ состава f_p , МПа ϵ , % Н, усл. ед. Этэп, % 1 2,19 403 82 34 2 1,85 473 79 34 3 0,89 312 75 36 4 0,78 155 67 38 5 0,74 200 68 38 6 1,04 542 66 32 7 0,97 497 68 32 8 0,95 195 69 36 9 1,05 100 69 36 * f_p – прочность при разрыве, ϵ – и относительное удлинение при разрыве, Н – твердость по Шору А, Этэп – эластичность по отскоку. Для всех полученных композиций характерен не очень высокий уровень прочности. Это связано с тем, что в составе ТЭП полиэтилен заменен на его сополимер СЭВА, который изначально уступает по прочности ПЭ, что и приводит к снижению прочности. С увеличением содержания массовой доли винилацетата в СЭВА в составах 1, 2, 3 прочность, модуль при 100 % удлинении и твердость снижаются. Стоит отметить, что увеличение или снижение содержания винилацетата в составе ТЭП не влияет на эластичность. По результатам испытаний видно, что в составах 6 - 9 увеличение содержания паволана и уменьшение СЭВА-118 ведёт к существенному снижению относительного удлинения при сохранении прочности, твердости и эластичности. Таким образом, установлено, что наиболее сильное снижение прочности связано с увеличением содержания в составе смесового ТЭП паволана. К снижению твердости приводит увеличение содержания винилацетата в СЭВА. Эластичность мало зависит от соотношения содержания компонентов в составе термоэластопласта. Полученные ТЭП вводили в дорожный битум БНД 90/130. Для битумполимерных композиций были определены физико-технические свойства: температура размягчения (T_p), пенетрация (П25), дуктильность (Д25), эластичность (Э25), морозостойкость (М) и адгезия к минеральному наполнителю (А), которые приведены в табл. 2. Таблица 2 – Физико-технические свойства чистого битума и битума, модифицированного термоэластопластами № состава T_p , °С П25, 0,1 мм Д25, см Э25, % М, °С 1 81 32 3,8 57 - 7 2 79 30 3,9 57 - 8 3 76 37 7,5 57 - 7 4 64 80 7,3 42 - 11 5 78 71 5,8 32 - 12 6 66 56 5,3 73 - 7 7 69 85 8,6 44 - 7 8 75 47 4,8 45 - 8 9 58 68 5,8 39 - 8 чистый битум 46 104 77 13 0 При введении смесового ТЭП в битум наблюдается увеличение температуры размягчения. Наиболее значительное повышение температуры размягчения наблюдается у составов 1, 2 и 3, при некотором ее снижении с увеличением содержания массовой доли винилацетата в СЭВА. Самая низкая температура размягчения у состава 9, что связано с уменьшением содержания СЭВА и повышением содержания паволана в композиции. Пенетрация при 25оС модифицированных битумов снижается во всех случаях, что говорит об увеличении твёрдости композиций с повышением в них содержания добавки. Наиболее низкие значения пенетрации наблюдается для образцов 1 и 2 содержащих максимальное количество СЭВА (40мас.ч.) с минимальным содержанием ВА. Сравнение полученных данных по температуре размягчения и пенетрации модифицированных битумов позволяет проследить корреляцию между этими показателями. Снижение дуктильности дорожного битума при введении в них полимера – известный закономерный эффект для низковязких битумов.

Наиболее сильно растяжимость падает у составов 1 и 2. Наибольшая эластичность модифицированных битумов при 25оС наблюдается у образца № 6 в составе, которого отсутствует паволан. Анализ данных показал, что паволан в составе смесового ТЭП оказывает отрицательное влияние на эластичность. Эластичность в составах, в которых присутствует паволан снижается, и находится в пределах 33-58%. Одним из основных показателей, характеризующих эксплуатационные свойства дорожного битума, является морозостойкость и адгезия к минеральному наполнителю. Введение ТЭП в битум приводит к улучшению морозостойкости. Наиболее эффективно на морозостойкость влияет увеличение содержания СКЭПТ в композиции. Адгезия к минеральным материалам определяет важнейшее качество битумного вяжущего и является параметром, определяющим долговечность покрытия дорог [3, 4]. Для всех композиций введение смесового ТЭП приводит к улучшению адгезии к минеральному наполнителю по ГОСТ 11508-74, что связано с введением в состав ТЭПа СЭВА и паволана. Наиболее сильное влияние на улучшение адгезии, исходя из полученных данных, дает введение СЭВА, так как даже в отсутствие паволана можно получить битумы с высокой адгезией к минеральному наполнителю. Таким образом, в результате проведенных исследований было установлено: - использование СЭВА в составе битума позволяет добиться высокой адгезии к минеральному наполнителю; - прочность ТЭПа уменьшается с увеличением содержания винилацетата в СЭВА. Результатами исследования показана возможность использования разработанных смесовых ТЭПов для модификации низковязких нефтяных битумов.