

ВЫБОР МОДИФИКАТОРА АСФАЛЬТОБЕТОНА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА

В последнее время в Европе и США все чаще стали применять так называемые «теплые» асфальтобетонные смеси, которые хорошо укладываются и уплотняются при температуре на 20–30°C ниже, чем традиционные горячие асфальтобетонные смеси. В основном это связано с экологией: увеличением требований к допустимым вредным выбросам в окружающую среду, воздействием на человека и экономией топлива при производстве асфальтобетонных смесей. Но есть и другие преимущества применения теплых асфальтобетонных смесей, которые особенно актуальны для России, так благодаря снижению температуры укладки и уплотнения смеси мы можем увеличить сроки строительного сезона без потери каких-либо качественных характеристик асфальтобетона.

В весенне-осенний период асфальтобетонную смесь выпускают с завода с температурой на верхнем пределе ГОСТ, поскольку погодные условия способствуют быстрому остыванию смеси и ухудшению ее удобоукладываемости и уплотняемости. При использовании «теплых» асфальтобетонных смесей, выпущенных не при пониженной, а при стандартной рабочей температуре (например 145–155°C для битума БНД 60/90), мы получим значительный запас времени на укладку и уплотнение смеси до требуемой нормируемой плотности.

Новые теплые асфальтобетонные смеси в значительной степени отличаются от традиционных теплых смесей, применяемых ранее в СССР, в первом случае, используются модификаторы, добавки или вспенивание битума, во втором, применялись специальные битумы средней вязкости. Каким образом добавление модификатора в битум позволяет выпускать асфальтобетонную смесь с пониженной температурой? На рисунке 1. схематично приведено действие добавки на вязкость битума. Так при высоких технологических температурах модификатор значительно снижает вязкость битума, что обеспечивает хорошую удобоукладываемость и

уплотняемость асфальтобетонной смеси. В то же время при эксплуатационных температурах происходит повышение вязкости, что способствует увеличению прочности, жесткости и повышению стойкости к колеобразованию асфальтобетона.

В последние годы в ЗАО «ВАД» для устройства верхних слоев покрытия применяется асфальтобетон на основе полимерно-битумного вяжущего марки ПБВ 60, которое имеет довольно высокую вязкость даже при технологических температурах. Асфальтобетонная смесь, приготовленная на ПБВ, получается более «вязкой» и жесткой, для достижения качественного уплотнения такой смеси необходим усиленный отряд катков и особая технология укатки. При ухудшении погодных условий в весенне-осенний период асфальтобетон остывает значительно быстрее, что может привести к возникновению трудностей при уплотнении. Именно поэтому перед Лабораторией ЗАО «ВАД» была поставлена задача определить модификатор, необходимый для снижения температуры укладки и уплотнения полимерасфальтобетонной смеси и расширения сроков строительного сезона.

Для того, чтобы сравнить действие модификаторов, в лаборатории необходимо проверить как будут уплотняться асфальтобетонные смеси при пониженных температурах. Сравнительный эксперимент по определению склонности к уплотняемости смесей с различными модификаторами проводился на гираторе-компакторе рис. 2. Данный прибор позволяет изготавливать образцы из асфальтобетонной смеси диаметром 100 и 150 мм, путем вращения относительно вертикальной оси специальной стальной формы под постоянным углом наклона и с приложением вертикального давления 600



Рисунок 2. Гиратор-компактор фирмы «COOPER Technology»

кПа, что примерно соответствует давлению колеса автомобиля на покрытие. В результате смесь подвергается сдвиговым деформациям, и уплотнение происходит без разрушения, дробления, изменения зернового состава и структуры, в отличие от процесса изготовления образцов при постоянном давлении на прессе стандартным способом. При этом на гираторе-компакторе существует несколько режимов изготовления образцов: до требуемой (заданной) плотности, по количеству оборотов при уплотнении, до заданной высоты образца. Таким образом, помимо изготовления образцов, по числу оборотов при формовании на гираторе-компакторе мы можем оценивать склонность смеси к уплотняемости (в упрощенном виде: малое число оборотов до требуемой плотности – легкоуплотняемая смесь, большее число оборотов – тяжелоуплотняемая, жесткая смесь). В результате мы получаем информацию, которая характеризует технологические свойства асфальтобетонной смеси.

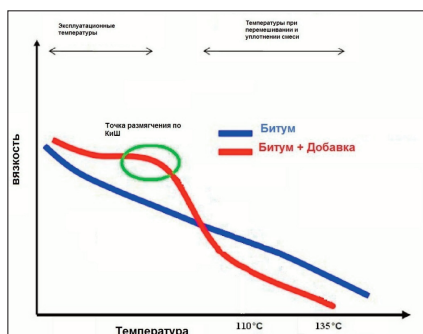


Рисунок 1. Воздействие добавки для теплоасфальтобетона на вязкость битума

Таблица 1. Сравнение уплотняемости смесей на ПБВ 60 с различными модификаторами при температуре 110°C

№	Наименование показателя	Наименование модификатора/добавки, дозировка в ПБВ, %				
		ПБВ	ПБВ + Rediset 1,5%	ПБВ + Evoterm J1 0,5%	ПБВ + Warmmix 0,5%	ПБВ + Sasobit 2,0%
Метод уплотнения: Гираторный, по числу оборотов 100						
1	Плотность, г/см ³	2,365	2,395	2,388	2,345	2,335
2	Водонасыщение, %	10,2	9,2	9,1	10,9	10,8

Примечание: смесь на чистом ПБВ достигла плотности 2,395 за 135 оборотов.

Для проведения лабораторного эксперимента использовались четыре модификатора: Rediset, Evoterm J1, Warmmix и Sasobit. Выбор из множества существующих на мировом рынке видов добавок был не случаен.

С модификатором Rediset фирмы AkzoNobel мы уже имели положительный опыт работы в 2011 г., и он хорошо зарекомендовал себя при работе на чистом битуме. Помимо снижения температуры выпуска асфальтобетонной смеси, данный модификатор повышает адгезию вяжущего и увеличивает стойкость асфальтобетона к колеобразованию.

Evoterm J1 – это жидкая добавка, разработанная относительно недавно в США, которая действует благодаря улучшению смачиваемости и повышению качества сцепления битума с каменным материалом. Добавка Evoterm J1 была выбрана по отзывам сторонних организаций, которые имели положительный опыт ее применения.

Модификатор Warmmix итальянской компании Star Asphalt новый для нас продукт, который еще ни разу не подвергался проверке в нашей лаборатории, именно поэтому он был включен в эксперимент. По словам производителя, эта жидкая добавка при дозировке 0,3-0,6% понижает температуру выпуска асфальтобетонной смеси и улучшает адгезию вяжущего.

Первые опытные работы с модификатором Sasobit были проведены 4 года назад, с тех пор мы широко применяем его в производстве модифицированных асфальтобетонных смесей (в том числе ЩМА). Он повышает вязкость битума при эксплуатационных температурах, что дает повышенную устойчивость к колеобразованию, а снижение вязкости при технологических температурах делает смесь более «живой», удобоукладываемой и легкоуплотняемой (на рисунке 1 показано действие модификатора Sasobit).

Асфальтобетонная смесь изготавливалась на основе песка из отсева дробления габбро-диабаз фракции 0–5 мм и полимерно-битумного вяжущего ПБВ 60 с температурой размяг-

чения по кольцу и шару 76°C. Данная смесь обладает наименьшим коэффициентом (углом) внутреннего трения и позволит максимально точно отследить работу вяжущего при ее уплотнении на гираторе. Смеси приготавливались в лабораторном смесителе при температуре 160°C, затем охлаждались до 110°C и термостатировались в течении двух часов при данной температуре. Далее на гираторе-компакторе при температуре 110°C проводилось уплотнение до 100 оборотов. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Из приведенных в таблице данных полученных в результате лабораторного эксперимента можно сделать следующие выводы:

- смеси на основе модификаторов Rediset и Evoterm J1 при 100 оборотах гиратора, достигли максимальной плотности и минимального водонасыщения, значит они наиболее пригодны для снижения технологических температур у полимерасфальтобетона;
- sasobit и Warmmix при температуре уплотнения 110°C по всей видимости дают обратный эффект и повышают вязкость ПБВ (см. рисунок 1), что препятствует достижению требуемой плотности (данный

эффект не характерен для чистого битума);

- при одних и тех же условиях в лаборатории на уплотнение смеси на чистом ПБВ требуется затратить на 35 % энергии больше, в сравнении со смесью на модификаторе Rediset.

В результате для проведения дальнейших лабораторных экспериментов и анализа действия добавок были выбраны два модификатора Rediset и Evoterm J1. В таблице 2 приведены результаты испытаний вяжущего ПБВ 60 с данными модификаторами. Как видно из приведенных в таблице данных, полимерно-битумные вяжущие удовлетворяют требования ГОСТ Р 52056-2003 для марки ПБВ 60, при этом ПБВ с модификатором Rediset становится незначительно жестче (понижилась пенетрация, повысилась температура размягчения по КиШ), а с добавкой Evoterm J1 менее вязким (понижилась температура размягчения по КиШ).

Для дальнейшего анализа работы модификаторов необходима проверка их действия в трудноуплотняемом асфальтобетоне с высоким содержанием щебня. Как показала практика, наиболее жесткой и тяжелой для уплотнения является щебеночно-мастичная

Таблица 2. Результаты испытаний полимерно-битумного вяжущего ПБВ 60 с модификаторами Rediset и Evoterm J1

№	Наименование показателя	Требования ГОСТ Р 52 056-2003 для марки ПБВ 60	Фактические показатели		
			Исходный ПБВ 60	ПБВ 60 +1,5% Rediset	ПБВ 60 +0,5% Evoterm J1
1	Глубина проникания иглы, 0,1мм: при 25°C при 0°C	не менее 60 не менее 32	84 32	72 30	81 30
2	Растяжимость, см при 25°C при 0°C	не менее 25 не менее 11	69 38	52 42	69 44
3	Температура размягчения по кольцу и шару, °C	не ниже 54	79	81	76
4	Эластичность, при 25°C при 0°C	не менее 80 не менее 70	97 72	97 70	96 70
5	Температура хрупкости, °C	не выше –20	–22	–20	–20
6	Однородность	однородно	однородно		

Таблица 3. Результаты испытаний стандартных образцов щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси изготовленных при температуре 110°C

№	Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015-2002	Фактические показания		
			ЩМА-20 на ПБВ 60	ЩМА-20 на ПБВ 60+ 1,5% Rediset	ЩМА-20 на ПБВ 60+0,5% Evoterm J1
1	Средняя плотность, г/см ³	—	2,59	2,60	2,595
2	Водонасыщение, % по объему	от 1,0 до 4,0	3,7	3,1	3,2
3	Прочности при сжатии, МПа, при 20 °С	не менее 2,2	2,6	2,9	2,8
			50 °С	не менее 0,65	0,81
4	Показатель стекания вяжущего при 170°C	не более 0,20	0,10	0,13	0,12
5	Водостойкость	не нормир.	0,96	0,95	0,94
6	Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,85			
7	Сдвигоустойчивость, при 50 °С по коэффициенту внутреннего трения	не менее 0,93	0,986	0,981	0,984
			— сцеплению при сдвиге, МПа	не менее 0,18	0,21
8	Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при 0 °С и скорости деформирования 50 мм/мин, МПа	от 2,5 до 6,0	3,5	3,6	3,9

Таблица 4. Сравнение уплотняемости щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей ЩМА-20 на ПБВ 60 с модификаторами при температуре 110°C

№	Наименование показателя	Наименование модификатора/добавки, дозировка в ПБВ, %		
		ПБВ	ПБВ + Rediset 1,5%	ПБВ + Evoterm J1 0.5%
Метод уплотнения: Гираторный, по числу оборотов 100				
1	Плотность, г/см ³	2,574	2,592	2,586
2	Водонасыщение, %	2,9	2,4	2,6
3	Водостойкость, %, по методике AASHTO T-283	88	93	95

Примечание: ЩМА смесь на ПБВ достигла плотности 2,590 за 122 оборотов.

асфальтобетонная смесь с максимальным размером частиц 20 мм - ЩМА-20. Для достижения качественного уплотнения на данном асфальтобетоне необходим усиленный отряд катков, и особая технология укатки.

В лаборатории были приготовлены три щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси ЩМАС-20 при стандартных условиях и одинаковых режимах на основе чистого полимерно-битумного вяжущего и с моди-

фикаторами (см. таблицу 2). Изготовление стандартных образцов осуществлялось по ГОСТ 12801 при пониженной температуре 110°C, после чего был проведен комплекс испытаний на соответствие требованиям ГОСТ 31015-2003, результаты приведены в таблице 3.

Из приведенных в таблице 3 данных следует, что все три смеси удовлетворяют требования ГОСТ 31015-2002, при этом смесь на чистом по-

лимерно-битумном вяжущем уплотнилась чуть хуже (более низкая плотность и повышенное водонасыщение), а смеси с модификаторами показали лучший результат. В то же время, необходимо учесть, что стандартный метод уплотнения не в полной мере отражает и имитирует процесс укатки асфальтобетонной смеси, происходящий на дороге.

Для анализа эффективности действия модификаторов были проведены эксперименты по сравнению уплотняемости щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей на гираторе-компакторе при изготовлении образцов диаметром 150 мм и высотой 60 мм. На полученных образцах была определена устойчивость асфальтобетона к воздействию влаги (водостойкость) в соответствии с американской методикой AASHTO T-283. Согласно данной методике образцы разделяют на 2 комплекта, первый оставляют на хранение, второй водонасыщают и подвергают замораживанию на 24 часа, после чего помещают в водяную баню и выдерживают в горячей воде при температуре 60°C в течение следующих суток. Далее комплекты образцов до и после воздействия цикла «замораживание – горячая вода» термостабилируют в течении 2-ух часов при температуре 20°C, определяют нагрузку, необходимую для раскалывания образца по образующей на прессе и вычисляют коэффициент водостойкости в процентах. Результаты испытаний приведены в таблице 4.

Как видно из приведенных в таблице 3 и 4 данных щебеночно-мастичные смеси на ПБВ с добавлением модификаторов Rediset и Evoterm J1 уплотняются лучше (затрачивается на 22 % меньше) по сравнению со смесью на ПБВ. Эксперимент, проведенный по американской методике AASHTO T-283, показал, что ЩМА на ПБВ с модификаторами более устойчивы к воздействию влаги и циклическому замораживанию-оттаиванию.

Таким образом, путем введения в полимерно-битумное вяжущее различных модификаторов мы можем снизить технологические температуры полимерасфальтобетона, повысить его удобоукладываемость и уплотняемость. Все это позволяет расширить сроки строительного сезона, без каких-либо потерь в качественных характеристиках асфальтобетонного покрытия.

**Колесник Денис Анатольевич,
Руководитель Группы
Исследования Строительных
Материалов ЗАО "ВАД"**