

ТОНКОСТИ СРАВНЕНИЯ

ОСОБЕННОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК В ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЯХ И АСФАЛЬТОВЯЖУЩЕМ

Особенностью щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) является большое содержание щебня (от 60 до 80%), что существенно увеличивает объем пустот между зернами щебеночного каркаса. Этот объем пустот заполняется песком из отсевов дробления и минеральным порошком, а полученная пористость минеральной части является нормируемой величиной.

Песок из отсевов дробления, минеральный порошок и вяжущее образуют мастичную часть щебеночно-мастичного асфальтобетона, остаточная пористость которого также нормируется. При увеличении соотношения крупная фракция щебня / мелкая фракция щебня увеличиваются показатели сдвигоустойчивости ЩМА, но увеличивается также пористость (пустотность) минеральной части, которую нужно заполнить вяжущим, чтобы не увеличивать жесткость мастичной части ЩМА. В этом случае на первый план выступает битумоудерживающая способность стабилизирующей добавки, которая должна удерживать битум в межзерновом пространстве и не должна отрицательно влиять на свойства вяжущего и ЩМА. Вид и свойства этих добавок имеют большое значение для обеспечения требуемого содержания вяжущего и повышения качества смеси.

Для изучения микроструктуры асфальтобетона традиционно используется модельная система «битум + минеральный порошок», то есть асфальтовяжущее вещество. В асфальтовяжущем оптимальной структуры средняя плотность его образцов максимальна, прочность достигает, как правило, максимально возможных значений. При введении в асфальтовяжущее различных стабилизирующих добавок изменяется битумоемкость, то есть битумоудерживающая способность асфальтовяжущего. По изменению битумоемкости, по сравнению с асфальтовяжущим без добавок, можно оценить эффективность стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Для оценки эффективности

введен коэффициент битумоудерживающей способности КБС, который равен отношению оптимального количества битума (битумоемкости) с минеральным порошком и добавкой БОПММП+ДОБ к оптимальному количеству битума (битумоемкости) с минеральным порошком БОПТМП. Чем больше коэффициент битумоудерживающей способности, тем выше битумоудерживающая способность стабилизирующей добавки [1, с. 53].

В данной статье оценивается эффективность четырех полимерных стабилизирующих добавок (Viator 66, РТЭП, УНИРЕМ-002 и КМА КОЛТЕК) традиционным способом, то есть путем определения стекания в щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМАС-15 по ГОСТ 31015-2002 при различном расходе добавок в смеси, а также по коэффициенту битумоудерживающей способности при соотношении минеральный порошок / добавка, равном 97/3 и 90/10. Соотношение 97/3 в щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС) соответствует расходу минерального порошка 12% в составе минеральной части смеси и расходу стабилизирующей добавки – 0,4% от массы минеральной части смеси. А соотношение 90/10 в ЩМАС может быть при расходе минерального порошка 12% и увеличенном расходе стабилизирующей добавки – 1,2% от массы минеральной части смеси.

Стабилизирующая добавка Viator 66 по ТУ 5718-001-18268513-01 представляет собой гранулированную смесь из примерно 67% технической целлюлозы и 33% битума. Целлюлоза

за – полисахарид $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, один из самых распространенных природных полимеров, главная составляющая клеточных стенок высших растений. Техническая целлюлоза – волокнистый полуфабрикат, получаемый в промышленности полной очисткой волокон растительных тканей от нецеллюлозных компонентов [2, с. 75].

Добавка РТЭП по ТУ 5718-001-79259416-2006 представляет собой многокомпонентную композицию на основе полиолефинового полимерного носителя, содержащую дорожный битум.

Гранулированная добавка УНИРЕМ-002 по СТО 61595504-002-2010 содержит активный резиновый порошок с размером частиц не более 0,8 мм, гелеобразующий адгезионный агент для предотвращения отслоения битумной пленки от минеральных материалов асфальтобетона, ускоритель набухания резины в битуме, сшивающий агент [3, с. 79].

Комплексный модификатор асфальтобетона КМА КОЛТЕК по СТО 17423242-009-2010 представляет собой композицию из девулканизированного (регенерированного) неполярного каучука в виде резиновой крошки, полимеров, химических агентов, гелеобразующего, сшивающего и адгезионного компонента [4, с. 56].

Для приготовления асфальтовяжущего и щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМАС-15 использовались следующие материалы: дорожный вязкий нефтяной битум БНД 60/90 Московского НПЗ, доломитовый минеральный порошок Витебского ОАО «Доломит» Республики Беларусь, гранитный щебень фр. 5–10 мм, 10–15 мм, гранитный отсев 0–5 мм. Состав ЩМАС-15 следующий: щебень фр. 5–10 мм – 43%,

фр. 10–15 мм – 31%, отсев 0–5 мм – 13%, минеральный порошок – 13%, битум – 6% от массы минеральной части. Расход вышеназванных стабилизирующих добавок изменялся от 0,2 до 1,2% от массы минеральных материалов в ЩМАС-15, а в асфальтовяжущем соотношение минеральный порошок / добавка составляло 97/3 и 90/10.

Значения показателя стекания вяжущего В в ЩМАС-15 с различными полимерными добавками приведены в табл. 1.

№ п/п	Расход добавки, % от массы минеральной части	Показатель стекания вяжущего в ЩМАС-15 с полимерной добавкой			
		Viator 66	РТЭП	УНИРЕМ-002	КМА КОЛТЕК
1	2	3	4	5	6
1	0	2,3	2,3	2,3	2,3
2	0,2	0,7	2,3	2,78	0,78
3	0,3	0,12	2,33	3,18	0,17
4	0,4	0,06	2,34	2,94	0,10
5	0,6	0,02	2,36	2,35	0,05
6	1,2	0,01	2,24	1,70	0,04

Табл. 1. Значения показателя стекания вяжущего В в ЩМАС-15 с различными полимерными добавками

Показатели физико-механических свойств асфальтовяжущего с различными полимерными добавками при расходе битума 12%, то есть при оптимальном его расходе в асфальтовяжущем без добавок, приведены в табл. 2. С увеличением расхода добавок средняя плотность образцов асфальтовяжущего снижается, водонасыщение существенно увеличивается в асфальтовяжущем с добавкой Viator 66, что свидетельствует о больших битумоудерживающих возможностях этой добавки.

Водонасыщение в асфальтовяжущем с добавками РТЭП, УНИРЕМ-002 и КМА КОЛТЕК незначительно изменяется, что свидетельствует о незначительных битумоудерживающих возможностях этих добавок. Прочность при сжатии при 20°C и 50°C с увеличением расхода добавок снижается. Значения показателей прочности самые высокие в асфальтовяжущем с добавкой РТЭП, самые низкие – с добавками КМА КОЛТЕК и УНИРЕМ-002, а в асфальтовяжущем с добавкой Viator 66 значения показателей прочности ближе к значениям с добавкой РТЭП.

Показатели физико-механических свойств асфальтовяжущего с полимерными добавками при соотношении минеральный порошок / добавка 90/10 приведены в табл. 3. Расход битума в асфальтовяжущем изменялся от 10% до 19% от массы минерального порошка с добавкой.

На основании полученных зависимостей можно сделать вывод, что оптимальное количество битума (би-

Название полимерной добавки	Соотношение минеральный порошок / полимерная добавка	Средняя плотность ρ , г/см ³	Водонасыщение W, %	Прочность при сжатии, МПа, при температуре, °С			Коэффициент водостойкости K_B
				20°	20вод°	50°	
Viator 66	100/0	2,31	0,29	9,10	8,83	3,79	0,97
	96/4	2,21	1,06	7,51	6,76	3,25	0,90
	94/6	2,14	3,05	8,46	6,96	3,95	0,84
	92/8	2,11	4,50	7,28	6,15	2,97	0,82
	90/10	2,01	9,45	6,15	3,37	2,29	0,55
КМА КОЛТЕК	96/4	2,17	0,73	3,20	2,85	1,18	0,89
	94/6	2,16	0,24	3,22	2,96	1,53	0,92
	92/8	2,08	2,00	2,45	2,21	0,87	0,90
	90/10	2,06	1,66	1,94	1,90	0,84	0,98
УНИРЕМ-002	96/4	2,19	0,52	5,21	5,26	2,85	1,01
	94/6	2,10	2,64	3,69	3,65	1,95	0,99
	92/8	2,04	2,86	3,5	3,15	1,59	0,90
	90/10	2,06	1,52	2,58	2,45	1,03	0,95
РТЭП	96/4	2,21	0,13	8,80	8,62	5,13	0,98
	94/6	2,17	0,14	8,74	8,91	4,26	1,02
	92/8	2,11	0,22	8,27	7,94	4,14	0,96
	90/10	2,07	0,43	7,84	8,00	4,47	1,02

Табл. 2. Показатели физико-механических свойств асфальтовяжущего с различными полимерными добавками при расходе битума 12%

тумоемкость) в асфальтовяжущем с добавкой Viator 66 составляет 17%, с КМА КОЛТЕК – 12,5%, с УНИРЕМ-002 – 12,4%, с РТЭП – 12,0%.

Оценка битумоудерживающей способности полимерных добавок в асфальтовяжущем приведена в табл. 4.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что наиболее эффективной является добавка Viator 66 с коэффициентом битумоудерживающей способности 1,14 при соотношении минеральный порошок / добавка 97/3 и 1,42 при соотношении 90/10. Чуть менее эффективной яв-

№ п/п	Название добавки	Расход от массы мин. пор. + до-бавка	Средняя плотность ρ , г/см ³	Водонасыщение W, %	Прочность при сжатии, МПа, при температуре, °С			Коэффициент водостойкости K_B
					20°	20вод°	50°	
1	Viator 66	10	1,95	16,33	5,92	3,68	1,58	0,62
2		12	2,01	9,45	6,15	3,37	2,28	0,55
3		16	2,06	2,51	3,98	4,72	1,01	1,19
4		18	2,05	1,53	3,39	3,51	0,84	1,04
5	КМА КОЛТЕК	10	1,98	3,60	3,13	3,22	1,64	1,03
6		12	2,06	1,66	3,88	3,79	1,67	0,98
7		13	1,98	1,60	3,45	3,38	1,61	0,98
8		14	1,90	1,50	2,99	2,44	1,55	0,98
9		15	1,90	1,20	3,14	3,91	1,97	1,25
10		17	1,93	1,00	3,29	3,74	1,23	1,14
11	РТЭП	19	1,95	0,80	3,30	3,80	1,30	1,15
12		10	2,02	2,91	7,67	8,18	4,45	1,07
13		12	2,07	0,43	7,84	8,03	4,47	1,02
14		13	2,04	0,35	5,87	6,46	4,57	1,10
15		14	2,03	0,22	4,97	5,69	4,68	1,16
16		16	2,02	0,15	4,74	5,24	4,89	1,10
17		18	1,99	0,08	4,25	4,81	4,18	1,12
18	УНИРЕМ-002	10	2,02	1,31	3,91	3,06	1,52	0,78
19		12	2,06	1,52	2,58	2,47	1,03	0,95
20		13	2,00	1,36	2,46	2,41	1,07	0,98
21		14	1,96	1,22	2,41	2,70	1,16	1,12
22		16	1,98	1,07	2,05	2,72	0,90	1,33
23	18	1,97	0,45	2,00	2,35	0,74	1,18	

Табл. 3. Показатели физико-механических свойств асфальто вяжущего с различными полимерными добавками с их расходом 10%

№ в порядке убывания эффективности добавок	Название полимерной добавки	Соотношение минеральный порошок/полимерная добавка	Оптимальное количество битума в асфальто вяжущем, % от массы минерального порошка + добавка	Коэффициент битумо-удерживающей способности КБС
1	Viator 66	97/3 90/10	14,0 17,0	1,17 1,42
2	КМА КОЛТЕК	94/3 90/10	12,4 12,5	1,03 1,04
3	УНИРЕМ-002	94/3 90/10	12,0 12,4	1,00 1,03
4	РТЭП	94/3 90/10	12,0 12,0	1,00 1,00

Табл. 4. Оценка битумоудерживающей способности полимерных добавок в асфальто вяжущем

ляется добавка КМА КОЛТЕК с коэффициентом 1,03 и 1,04, а добавки УНИРЕМ-002 и РТЭП не обладают битумоудерживающей способностью, что коррелирует с данными по определению показателя стекания

ЩМАС-15, приведенными в табл. 1. С учетом того, что показатель стекания в соответствии с ГОСТ 31015-2002 должен быть не более 0,2, наиболее эффективной добавкой можно считать Viator 66, менее эффективной – КМА КОЛТЕК, начиная с расхода добавок 0,3%. Добавки РТЭП и УНИРЕМ-002 не позволяют достичь требуемого показателя стекания 0,2 при всех расходах добавок, то есть не являются стабилизирующими.

Основываясь на вышеприведенных экспериментальных данных, возможно объяснить изменения физико-механических свойств асфальто вяжущего с рассмотренными полимерными добавками и их битумоудерживающей способности, рассмотрев процессы структурообразования в асфальто вяжущем. С увеличением расхода целлюлозной добавки Viator 66 в асфальто вяжущем и асфальтобетоне значительно увеличивается удельная поверхность набухших агрегатов микрофибрилл, являющихся элементами структуры целлюлозных волокон, и, соответственно, площадь структурированных граничных слоев битума на межфазной поверхности битум-целлюлоза. Таким образом, добавка Viator 66 вызывает образование вторичной битумо-целлюлозной микроструктуры, характеризующейся наличием связанного, структурированного битума в граничных слоях на межфазной поверхности, которая не разрушается в асфальто вяжущем и асфальтобетонной смеси при сжимающих уплотняющих воздействиях. Это подтверждается существенным увеличением значения водонасыщения образцов асфальто вяжущего с увеличением расхода добавки (табл. 2), прочность при этом снижается из-за увеличивающегося дефицита битума в системе по сравнению с оптимальной структурой. Такой механизм структурообразования и проявления битумоудерживающей способности позволяет удерживать большой объем битума в фиксированном состоянии в межзерновом пространстве асфальто вяжущего и щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси. Кроме этого, возможно увеличить объем межзернового пространства в ЩМАС, увеличить количество щебня в смеси

и соотношение между фракциями, увеличив одновременно расход битума и целлюлозной стабилизирующей добавки.

В асфальтовяжущем и ЩМАС с добавкой КМА КОЛТЕК и УНИРЕМ-002 процессы структурообразования связаны с наличием в добавке компонентов, которые инициируют образование совместных новых структур за счет протекания химических реакций полимеризации и физико-химических процессов гелеобразования в битумной системе при высоких температурах в процессе получения асфальтовяжущего или ЩМАС. Резиновая крошка при формировании структуры битума, асфальтовяжущего и ЩМАС играет роль дисперсного

органического заполнителя в асфальтовяжущем и ЩМАС. С увеличением расхода добавки в асфальтовяжущем водонасыщение образцов увеличивается не так существенно, как в случае с целлюлозной добавкой Viator 66, что свидетельствует о том, что невыжимаемого при уплотнении слоя битума в системе остается значительно меньше, чем в асфальтовяжущем с целлюлозной добавкой.

В асфальтовяжущем и ЩМАС с добавкой РТЭП, в силу инертности и неактивности полиолефинового носителя, структуры, которые бы способствовали образованию невыжимаемых в межзерновое пространство слоев битумного вяжущего, отсутствуют. Поэтому с увеличением

расхода добавки водонасыщение образцов асфальтовяжущего незначительно снижается, а прочность при 50°C при всех расходах добавки выше, чем у асфальтовяжущего без добавок и с другими добавками, что свидетельствует о повышенной теплостойкости асфальтовяжущего и ЩМАС с добавкой РТЭП.

А.Б. Соломенцев, канд. техн. наук, доцент ОГУ им. И.С. Тургенева, начальник ОКК ОА «Орелдорстрой»;

С.Л. Ревякин, аспирант ОГУ им. И.С. Тургенева, инженер ОКК АО «Орелдорстрой»;

И.А. Баранов, канд. техн. наук, старший преподаватель ОГУ им. И.С. Тургенева, ГИП ООО «Геосервис»

Литература

1. Соломенцев А.Б., Баранов И.А. Оценка битумоудерживающей способности стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичного асфальтобетона в асфальтовяжущем // Строительство и реконструкция. – 2010. – № 4. – С. 53–58.
2. Соломенцев А.Б., Баранов И.А. Структура дорожного битума и его взаимодействие со стабилизирующими волокнистыми добавками для щебеночно-мастичного асфальтобетона // Строительство и реконструкция. – 2013. – № 4. – С. 75–83.
3. Соломенцев А.Б., Баранов И.А. Взаимодействие дорожного битума со стабилизирующими полимерными добавками для щебеночно-мастичного асфальтобетона // Юбилейная Международная научно-практическая конференция «Научно-практические технологии и инновации», 9–10 октября 2014 г.: [сб. докладов, ч. 5]. – Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2014. – С. 79–83.
4. Кошкаров В.Е., Худякова Т.С. Для улучшения показателей // Дорожная держава. – 2016. – № 69. – С. 56–61.



Традиции и новаторство,
качество и доступность

Основанная в 2003 году ООО «Компания РостЭС-Юг» – крупный оптовый поставщик традиционных и самых передовых материалов, технологий и решений для промышленного, гражданского и дорожно-транспортного строительства.

Широкий ассортимент продукции соответствует самым высоким нормам и требованиям заказчиков.

«Компания РостЭС-Юг» предлагает:

- Адгезионные добавки: «Адгезол», «Амдор», «Азол»
- Асфальтобетонные защитные пропитки «Дорсан»
- Модификаторы асфальтобетонов, в т. ч. РТЭП
- Модификаторы битумов «Дорсо 46-2»
- Стабилизирующие добавки: Viator 66, VIATOR premium
- Эмульгаторы битумных эмульсий: «Амдор», «Азол»
- Битум дорожный
- Дорожно-бетонные материалы
- Дорожные мастики и стыковочные ленты
- Холодный асфальт, реноасфальт
- Барьерные ограждения
- Минеральные порошки
- Геосинтетические материалы

ООО «Компания РостЭС-Юг», г. Армавир
тел: +7 (988) 379-52-66

+7 (988) 379-80-76

www.rostes-iug-doroga.ru

<http://viator-iug.pf>; <http://rtep-iug.pf>