

У статті розглянуто вплив антиаутогезійної добавки на злежуваність холодних термопластбетонних сумішей з в'язкими різними марок, а також на фізико-механічні властивості холодного термопластбетону на їх основі. Для зниження злежування запропонована обробка суміші водним розчином неіоногенної поверхнево-активної речовини. При оптимальному вмісті добавки в суміші і відповідній в'язкості в'язучого досягнута підвищена міцність холодного пластбетону

Ключові слова: аутогезія, рідкі в'язучі, антиаутогезійна добавка, термопластбетонна суміш, злежування, холодний термопластбетон

В статье рассмотрено влияние антиаутогезионной добавки на слеживаемость холодных термопластбетонных смесей с вязкими различными марок, а также на физико-механические свойства холодного термопластбетона на их основе. Для понижения слеживаемости предложена обработка смеси водным раствором неионогенного поверхностно-активного вещества. При оптимальном содержании добавки в смеси и соответствующей вязкости вяжущего достигнута повышенная прочность холодного пластбетона

Ключевые слова: аутогезия, жидкие вяжущие, антиаутогезионная добавка, термопластбетонная смесь, слеживаемость, холодный термопластбетон

ВЛИЯНИЕ АНТИАУТОГЕЗИОННЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ХОЛОДНЫХ ТЕРМОПЛАСТБЕТОНОВ

М. А. Сви́нарев

Младший научный сотрудник*

E-mail: svynarov.maxim@gmail.com

В. А. Зо́лотарев

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой*

E-mail: vvm@khadi.kharkov.ua

*Кафедра технологии

дорожно-строительных материалов

Харьковский национальный автомобильно-

дорожный университет

ул. Петровского, 25, г. Харьков, Украина, 61002

1. Введение

Принцип получения холодного асфальтобетона основан на учете конкуренции технологических свойств смеси и физико-механических свойств асфальтобетона. Для получения качественного покрытия необходимо применение вяжущих с высокой когезией и адгезией. При этом количество вяжущего в смеси должно быть таким, чтобы обеспечивалась максимальная прочность асфальтобетона. Это противоречит тенденции обеспечения технологичности холодной асфальтобетонной смеси, которая должна быть рыхлой – несслеживающейся. Без обеспечения минимально необходимого уровня слеживаемости, смесь теряет подвижность, что затрудняет или вообще исключает возможность ее дальнейшего применения. Во избежание этого содержание вяжущего в смеси принимают на 10-15 % ниже оптимального. Кроме того, применяемое вяжущее должно иметь пониженную вязкость и когезию. Выполнение этих условий приводит к ухудшению механических свойств асфальтобетона. Следовательно, возникает необходимость рассмотрения причин слеживаемости и путей ее снижения, при сохранении высокого уровня качества асфальтобетона.

2. Постановка проблемы

Основной проблемой холодных асфальтобетонных являются их низкие физико-механические свойства и технологические трудности при устройстве покрытий, вызванные пониженным содержанием вяжущего, в целях обеспечения рыхлости и подвижности смеси. Сухая асфальтобетонная смесь отличается плохой уплотняемостью и длительным сроком формирования структуры и свойств. В этот период асфальтобетонное покрытие особенно уязвимо из-за его высокой пористости, низкой прочности и водостойчивости.

Для улучшения качества холодного асфальтобетона и, в то же время сохранения приемлемой слеживаемости смеси, необходима технология, отвечающая следующим требованиям: обеспечение возможности введения количества вяжущего, близкого к оптимальному; предупреждение образования прочных связей между контактирующими поверхностями пленок вяжущего в период остывания-хранения смеси; повышение уплотняемости асфальтобетонной смеси при температуре окружающей среды.

3. Анализ последних исследований и публикаций

На основе анализа литературных источников можно выделить несколько основных способов получения холодных асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов на их основе. Первый способ основан на введении в состав вяжущего, каких-либо растворителей с низкой температурой кипения, которые способствуют ослаблению периферийных слоев пленок вяжущего, а после испарения их из слоя быстрому упрочнению контактов.

В Советском Союзе большое распространение получили смеси на основе жидких вяжущих, полученных путем введения растворителей в вязкий дорожный битум. Вяжущее приготавливали на специальном оборудовании, разжижая битум до необходимой вязкости, затем нагревали до технологических температур и перекачивали в смеситель для объединения с минеральной частью [1 – 3]. В этом случае необходимая слеживаемость смесей обеспечивалась низкой вязкостью вяжущего и низким его содержанием в смеси, что сопровождалось низкой прочностью асфальтобетона.

Второй способ, практикуемый в Европе и США, предполагает использование порошкообразных битумов. Особенностью этой технологии является то, что вначале обрабатывают растворителем каменные материалы, после чего вводят само вяжущее или его составляющие. Объединение компонентов вяжущего обеспечивают их перемешиванием с каменными материалами [4 – 6]. Можно предположить, что рыхлость таких смесей обеспечивалась пониженной аутогезией твердого порошкообразного битума, который, постепенно растворяясь, формировал однородный по прочности контактный слой.

Третий способ получения несслеживающихся смесей основан на применении вязких вяжущих, природных вяжущих, вяжущих разжиженных различного рода пластификаторами с высокой температурой кипения [7 – 10]. При этом антиаутогезионный слой формировали за счет охлаждения смеси ниже 50 °С перед ее складированием.

Кроме того, особого внимания заслуживают технологии, в которых для обеспечения рыхлости используются специальные добавки. Так, в [11] для предотвращения слипания зерен смесь обрабатывалась тонкодисперсным порошком из барита, сланцев или известняка. Такие порошки смешивали с порошкообразным битумом в пропорции 3:1. В тоже время согласно [12] применение тонкодисперсных порошков для снижения слеживаемости может привести к ухудшению физико-механических свойств асфальтобетона в случае недостаточного содержания вяжущего.

Эффективными являются технологии, в которых используются вода, водные суспензии, растворы ПАВ для разделения зерен и обеспечения подвижности смеси [12, 13]. Учитывая данные [14], можно предположить, что водные антиаутогезионные добавки не только снижают слеживаемость, но и улучшают уплотняемость смеси.

4. Цель исследования

Целью исследования являлась разработка способа предупреждения слеживаемости термопластбетонных

смесей, за счет введения в них антиаутогезионной добавки, создающей водные пленки на поверхности вяжущего.

5. Слеживаемость холодных термопластбетонных смесей и физико-механические свойства термопластбетонов с антиаутогезионной добавкой

Состав холодных асфальтобетонов включал: вяжущие, полученные путем пластификации нефтеполимерной смолы пластификатором с высокой температурой кипения, модифицированные полимером типа СБС. Приняты жидкие вяжущие трех марок 40/70, 70/130 и 130/200 с условной вязкостью соответственно $C_{60}^5 = 60$ с, $C_{60}^5 = 99$ с, $C_{60}^5 = 166$ с. В качестве антиаутогезионной добавки использован водный раствор ОП-10. Добавка вводилась в смесь непосредственно после окончания перемешивания минеральной части с вяжущим.

Для определения влияния антиаутогезионной добавки на физико-механические свойства термопластбетона было заформовано по три смеси на вяжущем каждой марки с 3 % и 5 % от массы смеси антиаутогезионной добавки. Количество вяжущего во всех случаях было близким к оптимальному, а слеживаемость выше нормативной. Гранулометрический состав смеси отвечал требованиям ДСТУ Б В.2.7-119-2011.

Для объективной оценки влияния содержания антиаутогезионной добавки на физико-механические свойства термопластбетонов сравнивали бетоны со сформировавшейся, после уплотнения и полного удаления воды, структурой. Воду удаляли путем прогрева образцов. Влияние добавки на физико-механические свойства термопластбетона иллюстрируются результатами, представленными в табл. 1.

После введения в смесь 3 % добавки прочность термопластбетона при 20 °С на основе вяжущего 40/70 практически не изменилась и составила 1,31 МПа. Прочность при 50 °С по сравнению с исходной смесью незначительно повышается от 0,53 МПа до 0,78 МПа. Плотность повышается до 2280 кг/м³. Водонасыщение по сравнению с исходной смесью понижается на 0,5 % от 4,5 % до 4,0 %, повышается коэффициент длительной водоустойчивости на 0,12 от 0,81 до 0,93. Увеличение количества добавки до 5 % приводит к незначительному снижению прочности (1,25 МПа) термопластбетона при 20 °С по сравнению с термопластбетоном с 3 % добавки. В то же время прочность бетона при 50 °С осталась практически неизменной и составила 0,80 МПа. Плотность, водонасыщение, коэффициент длительной водоустойчивости также практически не изменились. Показатели слеживаемости смесей, приготовленных на основе жидкого вяжущего 40/70 и обработанных различным количеством добавки достаточно близки.

Прочность термопластбетона на основе вяжущего 70/130 с 3 % добавки при 20 °С незначительно повысилась по сравнению с исходной смесью и составила 1,4 МПа. Прочность при 50 °С также повысилась на 0,24 МПа от 0,65 МПа до 0,89 МПа. Плотность термопластбетона практически не изменилась. Водонасыщение образцов снизилось от 4,6 % до 4,3 %. Коэффициент длительной водоустойчивости повысился от 0,77 до 0,89. Увеличение количества добавки прак-

тически не изменяет физико-механические свойства термопластбетона, незначительно понижает коэффициент длительной водоустойчивости по сравнению с термопластбетоном с 3 % добавки (от 0,89 до 0,86). В тоже время слеживаемость термопластбетонной смеси при увеличении добавки в 1,67 раза уменьшается в 1,75 раза.

Таблица 1

Физико-механические свойства термопластбетона и слеживаемость смесей в зависимости от количества антиаутогезионной добавки

Вязущее	Содержание вязущего и добавки, %	Прочность, МПа при температуре		Средняя плотность, кг/м ³	Водонасыщение, %	Коэффициент водоустойчивости K _{в15}	Слеживаемость кол-во ударов
		20 °С	50 °С				
До прогрева							
40/70	6 %	1.37	0.57	2280	4.6	0.71	10
	6 % + 3% Д	1.33	0.78	2290	3.5	0.93	4
	6 % + 5% Д	1.17	0.75	2290	3.8	0.97	3
После прогрева							
40/70	6 %	1.29	0.53	2270	4.5	0.81	-
	6 % + 3% Д	1.31	0.78	2280	4.0	0.93	-
	6 % + 5% Д	1.25	0.80	2280	4.0	0.94	-
До прогрева							
70/130	6 %	1.36	0.61	2280	4.7	0.65	17
	6 % + 3% Д	1.40	0.71	2300	3.0	0.86	7
	6 % + 5% Д	1.38	0.84	2290	4.0	0.86	4
После прогрева							
70/130	6 %	1.30	0.65	2280	4.6	0.77	-
	6 % + 3% Д	1.40	0.89	2280	4.3	0.89	-
	6 % + 5% Д	1.37	0.84	2280	4.4	0.86	-
До прогрева							
130/200	6 %	1.65	0.73	2280	4.4	0.70	25
	6 % + 3% Д	1.56	0.88	2300	3.7	0.85	15
	6 % + 5% Д	1.55	0.85	2290	4.0	0.85	14
После прогрева							
130/200	6 %	1.59	0.75	2280	4.5	0.84	-
	6 % + 3% Д	1.48	0.88	2290	4.0	0.99	-
	6 % + 5% Д	1.55	0.85	2280	4,9	0,93	-

Прочность термопластбетона на основе вяжущего 130/200 с 3 % добавки при 20 °С снизилась от 1,59 МПа до 1,48 МПа, в то время как прочность при 50 °С незначительно повысилась от 0,75 МПа до 0,88 МПа. Плотность термопластбетона, как и в предыдущих случаях, осталась неизменной. Водонасыщение снизилось на 0,5 % от 4,5 % до 4,0 %. Коэффициент длительной водоустойчивости увеличился на 0,15 и составил 0,99. При увеличении количества добавки от 3 % до 5 % прочность при 20 °С повысилась от 1,48 МПа до 1,55 МПа, прочность при 50 °С и плотность остались практически неизменными, водонасыщение повысилось на 0,9 % от 4,0 % до 4,9 %.

Эти результаты согласуются с данными [14], где было показано, что добавление воды способствует уплотнению, в результате чего повышаются физико-механические свойства холодного асфальтобетона. В то же время установлено, что избыточное введение добавки приводит к ухудшению водоустойчивости и водонасыщения.

Приведенные на рис. 1 зависимости показывают, что слеживаемость термопластполимерных смесей на основе маловязкого вяжущего 40/70 удовлетворяет требованиям стандарта ДСТУ Б В 7-119-2011. Однако показатель водоустойчивости термопластбетона в этом случае достаточно низок. Чтобы обеспечить его повышением, необходимо вводить 3 % добавки. Это сопровождается существенным улучшением удобоукладываемости смеси: показатель слеживаемости улучшается более чем в 2,5 раза. Чтобы повысить прочность асфальтобетона, особенно, при 50 °С, целесообразно применять более вязкое вяжущее 70/130. При этом возрастание слеживаемости может быть упреждено использованием добавки в количестве близком к 3 %. Эффективность добавки ОП-10 проявляется в относительно маловязких вяжущих. В случае 130/200 даже 5 % добавки не обеспечивает приемлемый уровень слеживаемости.

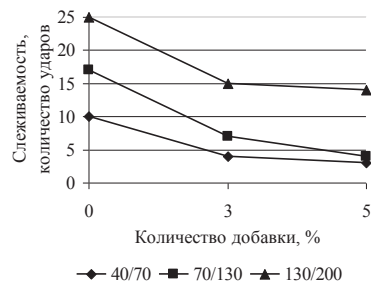


Рис. 1. Зависимость слеживаемости термопластбетона от количества антиаутогезионной добавки и вязкости вяжущих

Из зависимостей, приведенных на рис. 2, следует, что минимальная вязкость вяжущего при расходе добавки, из условия обеспечения максимальной слеживаемости, равном 3 %, не должна превышать 120 с, а при расходе добавки равной 5 % 136 с.

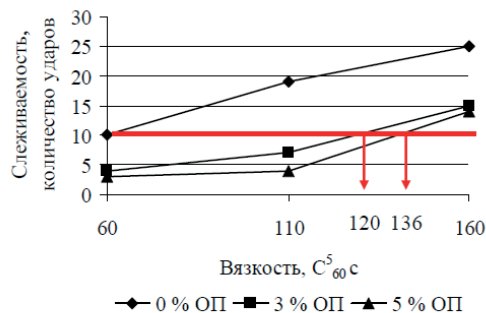


Рис. 2. Зависимость слеживаемости термопластбетона от вязкости вяжущего

Следовательно, обработка термопластбетонных смесей добавкой на основе водного раствора неионогенного поверхностно-активного вещества позволяет не только снизить слеживаемость смеси, но и повысить вязкость применяемых вяжущих исходя из максимально допустимого значения слеживаемости в 10 ударов. Это в свою очередь может положительно отразиться на физико-механических свойствах получаемых термопластбетонных.

6. Выводы

Антиаутогезионная добавка, представляющая собой водный раствор ОП-10, позволяет значительно снизить слеживаемость термопластбетонных смесей без ухудшения их физико-механических свойств.

Введение в смесь добавки в количестве 3 % практически не оказывает влияния на прочность термопластбетона при 20 °С, а незначительно повышает прочность при 50 °С, плотность, коэффициент длительной во-

доустойчивости, понижает водонасыщение холодного термопластбетона.

Эффективность добавки зависит от вязкости вяжущего – с ее повышением степень влияния добавки уменьшается. Повышение содержания добавки (около 5 %) в смеси не приводит к улучшению физико-механических свойств холодного термопластбетона и не позволяет достигнуть допустимого уровня слеживаемости особенно на вяжущих повышенной вязкости.

Литература

1. Перегуд, П. И. Холодный асфальт. Изучение и применение холодного мелкозернистого асфальта в дорожном строительстве [Текст] / П. И. Перегуд. – Ленинград: Гострансиздат, 1934. – 209 с.
2. Козлова, Е. Н. Холодный асфальтобетон [Текст] / Е. Н. Козлова – М.: Научно-техническое издательство автотранспортной литературы, 1958. – 124 с.
3. Вешов, Д. Холодный песчаный асфальтовый бетон [Текст] / Д. Вешов // Автомобильные дороги. – 1961. – № 9. – С. 28 – 29.
4. Надежденский, Н. Холодные способы постройки асфальтовых одежд [Текст] / Н. Надежденский // Транспорт и дороги города. – 1933. - № 6. – С. 23 – 24.
5. Пат. 2939800 USA. Production of cold mixed asphaltic patting compositions [Текст] / Wilbur E. Fox, Walter A. Los; заявитель и патентообладатель Sinclair Refining Company. - № 626085; заявл. 4.12.1956; опубл. 7.06.1960, 4 Claims (106-280)
6. Пат. 2629669 USA. Cold-rollable paving mix [Текст] / Benjamin A. Anderton, Cliffside Park N. J.; заявитель и патентообладатель Allied Chemical & Dye Corporation. - № 150110; заявление 16.03.1950; опубл. 24.02.1953, 8 Claims (106-281)
7. Гохман, Л. М. Исследование технологических свойств складированных асфальтобетонных смесей на основе полимербитумных вяжущих [Текст] / Л. М. Гохман, И. И. Капаназе // Труды СОЮЗДОРНИИ. – 1986. – Совершенствование технологии строительства асфальтобетонных и других черных покрытий. – С. 32 – 39.
8. Jerome, M. The road of green chemistry [Text] / Jerome M., Jean-Pierre A. // European roads. – 2007. - № 10. - p. 27 - 32.
9. Пат. 0900822 European patent application, Int. Cl.⁶ C08K5/101, C08L 95/00. Liant bitumineux, composition et utilisation [Text] / Pasquier, Michel; заявитель и патентообладатель Rousset, Jean-Claude Cabinet Netter 40, rue Vignon 75009 Paris (FR). - №98402118,8; заявл. 26.08.1998; опубл. 10.03.1999 Bulletin 1999/10.
10. Christine, D. Bio-products on the roads [Text] / Christine D. // European roads. – 2007. - № 10. - p. 34 - 37.
11. Пат. 2978351 USA. Paving composition [Text] / Harold B. Pullar; заявитель и патентообладатель Jary, Desmond & Parker. - № 738297; заявл. 28.05.1958; опубл. 4.04.1961, 3 Claims (117-32)
12. Козлова, Е. Н. Слеживаемость холодных асфальтобетонных смесей [Текст] / Козлова Е. Н. – М.: Научно - техническое издательство министерства автомобильного транспорта и шоссейных дорог РСФСР, 1959. – 30 с.
13. Герстманис, А. М. Агрегированная асфальтобетонная смесь [Текст] / А. М. Герстманис, Н. В. Табаков, В. Р. Майер, Н. Е. Ситников // Автомобильные дороги. – 1989. - № 10. – С. 15 – 16.
14. Космин, А. В. Исследование технологии асфальтового бетона холодного типа [Текст]: дис. ... кандидата тех. наук: Космин Александр Витальевич. – Харьков, 1969. – 226с.