

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА СПОРУДИ

УДК 625.046:356.4

Братчун В.И., д.т.н.¹, Столярова Н.А., к.т.н.², Беспалов В.Л., к.т.н.¹

1 — ДонНАСА, г. Макеевка; 2 — АДИ ДВНЗ «ДонНТУ», г. Горловка

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ЛИТЫХ ДЕГТЕШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ И ДЕГТЕШЛАКОБЕТОНОВ

На основании заданных значений удобоукладываемости литой дегтешлаковой смеси и физико-механических свойств литого дегтешлакобетона рассчитан оптимальный состав для ремонта покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных дорог. Установлено удельное количество конденсационно-кристаллизационных контактов в литом дегтешлакобетоне.

Введение

Одним из перспективных способов снижения ресурсо- и энергоемкости производства асфальто- и дегтебетонных смесей и улучшения условий труда при их производстве, укладке и уплотнении конструктивных слоев дорожных одежд является производство и применение в дорожном строительстве, прежде всего, для аварийного ремонта влажных органоминеральных смесей (ВОМС), представляющих смеси увлажненных минеральных материалов и жидких органических вяжущих (гудрон, каменноугольные смолы, дегти, жидкий битум, битумные и дегтевые эмульсии) [1-3].

Целью работы является оптимизация состава литой влажной дегтешлакобетонной смеси.

Экспериментальные исследования. Интерпретация результатов

При проведении исследования в качестве активатора вяжущих свойств принята известь негашеная молотая, так как она значительно быстрее гидратируется, чем портландский цемент (табл. 1) и характеризуется большей водоудерживающей способностью, что и должно обеспечить благоприятные условия гидратации шлака.

Таблица 1

Физико-механические свойства отсева дробления отвального
мартеновского шлака в возрасте 28 суток

№ п/п	Состав бетона в массовых частях компонентов	Средняя плотность, ρ_0 , кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа, при		
			0 °С	20 °С	50 °С
1	Отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100, вода — 20	2280	0,8	0,7	0,7
2	Отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100, вода — 20, портландцемент М 400 — 3	2285	2,0	1,9	1,9
3	Отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100, вода — 20, известь негашеная молотая — 3	2290	2,2	2,1	2,1

Температура нагрева органического вяжущего 70-80 °С, в качестве которого принят каменноугольный дорожный деготь $C_{50}^{10} = 10с$, потому, что вследствие невысокой скорости формирования кристаллизационных контактов пленочный деготь такой консистенции обеспечит хорошее смачивание поверхности минеральных частиц и начальную прочность контактного слоя в ремонтируемой карте (рис. 1). К тому же литой дегтешлакобетон состава 2 на каменноугольном дорожном дегте вязкостью $C_{50}^{10} = 10с$ обеспечит в возрасте 28 суток (рис. 1) близкие значения деформационно-прочностных характеристик к составам асфальтобетон типа Б, приготавливаемых на наиболее широко применяемых для строительства покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных дорог битумах БНД 40/90.

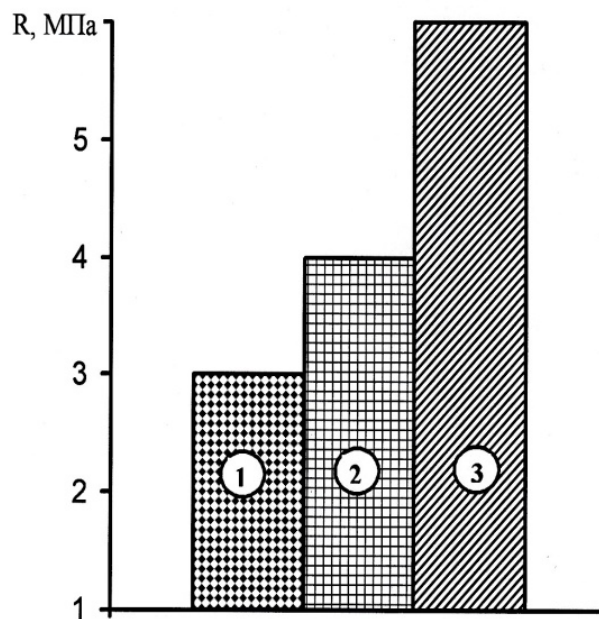


Рис. 1. Диаграмма предела прочности при сжатии при 20 °С, R_{20} литого дегтешлакобетона в 28-суточном возрасте. Составы бетонов в массовых частях компонентов: отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100; вода — 20; известь негашеная молотая — 3; каменноугольный дорожный деготь — 7; 1 — $C_{30}^{10} = 150с$; 2 — $C_{50}^{10} = 10с$; 3 — $C_{50}^{10} = 75с$.

Удобоукладываемость литой дегтешлаковой смеси зависит, прежде всего, от количества воды затворения. Зависимости, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что при увеличении воды затворения более 20% от массы минеральной части резко возрастает удобоукладываемость смеси, характеризуемая осадкой конуса, а также растет коэффициент расслаиваемости смеси во время транспортирования ее к месту укладки.

Это обусловлено снижением водоудерживающей способности литой дегтешлаковой смеси вследствие уменьшения сил капиллярного взаимодействия в смеси. Часть механически удерживаемой воды в литой дегтешлаковой смеси под действием сил гравитации вытекает из смеси.

Исходя из заданной удобоукладываемости $OK = 15-20$ см, обеспечивающей необходимую удобоукладываемость (текучесть) литой вододегтешлаковой смеси и ограничения по коэффициенту расслаиваемости смеси K_p не > 15 %, оптимальное содержание воды в системе назначали 19-21% от массы отсева дробления отвального мартеновского шлака.

Предел прочности бетона из литой дегтешлаковой смеси в зависимости от содержания каменноугольного дегтя проходит через экстремум. Данные, приведенные на рис. 3, свидетельствуют о существенном влиянии на механическую прочность литого дегтешлакобетона содержания в смеси каменноугольного дорожного дегтя. Это обусловлено как ростом вязности системы по мере увеличения органического вяжущего так и, вероятно, оптимальным

упрочнением межфазного контакта в результате образования фенолятов кальция и структурированием свободного каменноугольного дорожного дегтя высокодисперсными органическими новообразованиями.

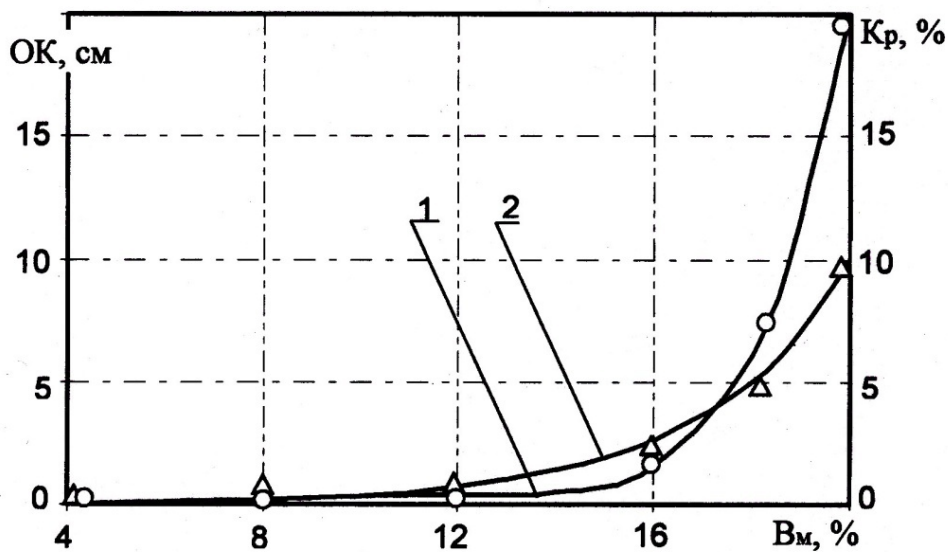


Рис. 2. Зависимость осадки конуса OK (1) и коэффициента расшлаиваемости K_p (2) литой дегтешлаковой смеси состава в массовых частях компонентов: отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100; каменноугольный дорожный деготь вязкостью $C_{50}^{10} = 10c$ — 7; вода по оси абсцисс

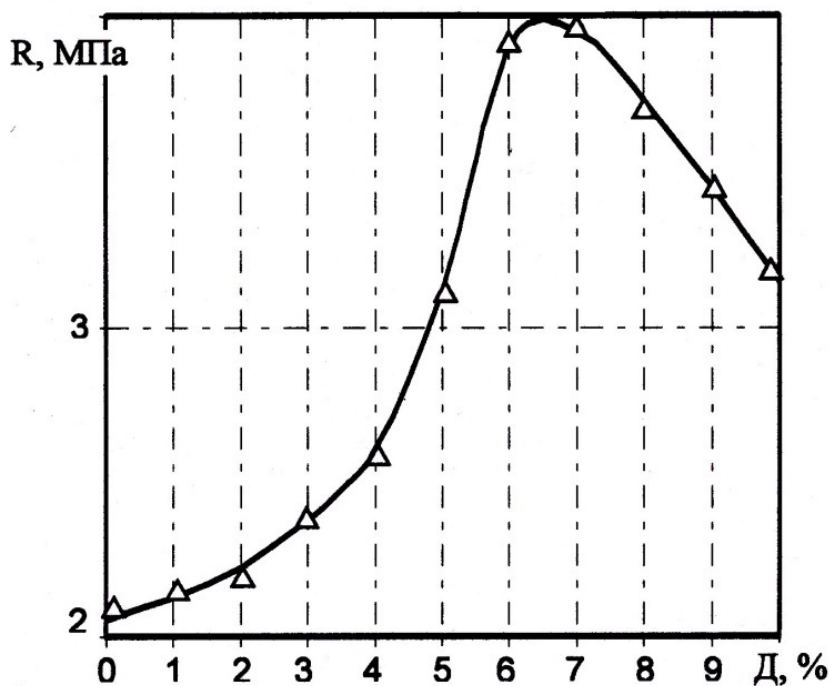


Рис. 3. Зависимость предела прочности при сжатии при $20^{\circ}C$ литого дегтешлакобетона в возрасте 28 суток, R_{20} , в массовых частях: отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100; вода — 20; известь негашеная молотая — 3; каменноугольный дорожный деготь вязкостью $C_{50}^{10} = 10c$ по оси абсцисс

В дальнейшем, после увеличения концентрации каменноугольного дорожного дегтя вязкостью $C_{50}^{10} = 10c$ (правая ветвь рис. 3) в бетоне растет содержание каменноугольного вяжущего, находящегося в свободном состоянии, а также растет удельное количество коагуляционных контактов, которые из-за малой вязкости дегтя имеют невысокую когезию, что и сказывается на снижении прочности литого дегтешлакобетона.

Таким образом, исходя из заданной удобоукладываемости литой дегтешлакобетонной смеси и оптимальной прочности литого дегтешлакобетона, оптимальное содержание компонентов в литой дегтешлаковой смеси в массовых частях компонентов следующее: отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100; дорожный деготь вязкостью $C_{50}^{10} = 10c$ — 7; вода — 20; известь негашенная молотая — 3.

При данном соотношении компонентов в литой дегтешлаковой смеси количество конденсационно-кристаллизационных контактов в композиционном материале в возрасте 28 суток будет равно

$$n_y = (CR_1 - R_2) / (C - 1) R_c, \quad (1)$$

где R_1 — предел прочности литого дегтешлакобетона при скорости деформирования образца при сжатии V_1 , МПа;

R_2 — предел прочности литого дегтешлакобетона при скорости деформирования образца при сжатии V_2 , МПа;

C — коэффициент, равный $V_2/V_1 = 15/3 = 5$;

R_c — предельная структурная прочность, соответствующая максимуму на зависимости предела прочности литого дегтешлакобетона от температуры или скорости деформации (рис. 4), МПа.

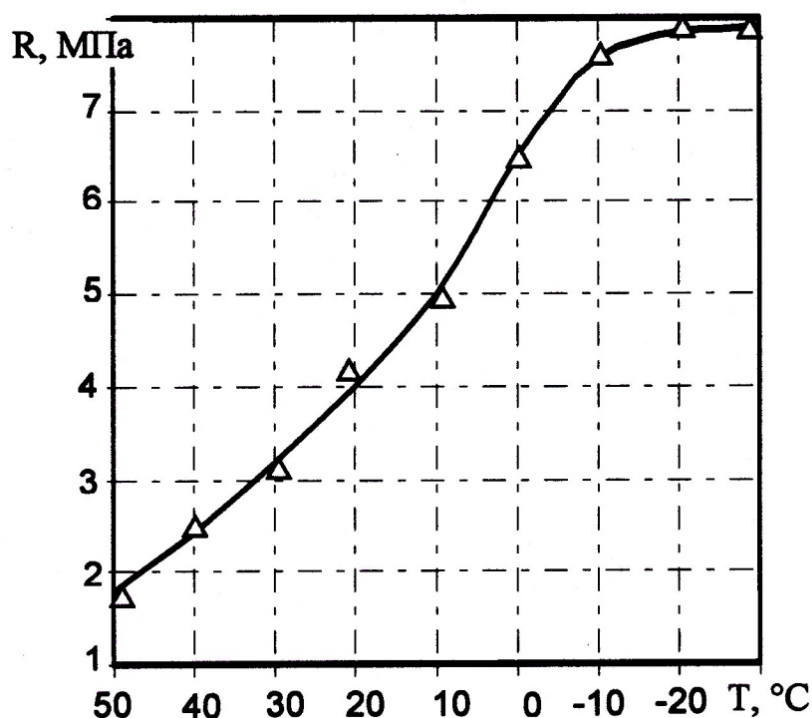


Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии литого дегтешлакобетона в возрасте 28 суток R в зависимости от температуры T состава в массовых частях компонентов: отсев дробления отвального мартеновского шлака — 100; вода — 20; каменноугольный дорожный деготь вязкостью $C_{50}^{10} = 10c$ — 7; известь негашенная молотая — 3

Получено

$$n_y = (5 \cdot 4 - 5,5) / (5 - 1) \cdot 8,0 = 0,45.$$

Таким образом, при содержании органического вяжущего в литом дегтешлакобетоне 7 м.ч. его структура представлена сочетанием взаимопроникающих микроструктур — коагуляционной (55 %) и конденсационно-кристаллизационной (45 %). Такая комбинированная микроструктура позволит обеспечить необходимую сдвигоустойчивость отремонтированного покрытия в области высоких положительных температур и деформативную способность в области отрицательных температур, а также рекомбинационную способность.

Выводы

На основании заданных значений удобоукладываемости литой дегтешлаковой смеси и физико-механических свойств литого дегтешлакобетона оптимальным составом для ремонта покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных дорог является система, представленная компонентами в массовых частях: отсеб дробления отвального мартеповского шлака — 100; каменноугольный дорожный деготь вязкостью $C_{50}^{10} = 10c$ — 7; вода затворения — 19-21; известь негашенная молотая — 3. При данном соотношении компонентов в литом дегтешлакобетоне формируется комбинированная микроструктура, представленная взаимопроникающими коагуляционной и конденсационно-кристаллизационными микроструктурами (удельное количество конденсационно-кристаллизационных контактов в системе составляет 0,45).

Список литературы

1. Горельшева А.А. Влажная смесь на органическом вяжущем для строительства и ремонта автомобильных дорог / А.А. Горельшева, В.М. Карамышева // Тезисы докладов и сообщений VII Всесоюзного совещания дорожников. Асфальтобетонные и черные облегченные покрытия автомобильных дорог. — М.: Союздорнии, 1980. — С. 19-20.
2. Опыт строительства конструктивных слоев дорожных одежд с применением влажных органоминеральных смесей (ВОМС) / В.М. Карамышева, А.А. Горельшева, Н.Ф. Синицын и др. // Экспресс-информация. Автомобильные дороги. — М.: ЦБНТИ, 1986. — Вып.7. — 22 с.
3. Рекомендации по применению органоминеральных смесей для устройства конструктивных слоев дорожных одежд / Минавтодор РСФСР, Гипродорнии. — М.: — 1986. — 44 с.

Стаття надійшла до редакції 14.01.09

© Братчун В.И., Столярова Н.А., Беспалов В.Л., 2009