

УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕМ ДОРОЖНЫХ ЦЕМЕНТОБЕТОНОВ

Г. С. Меренцова, А. С. Победенный

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Приведены результаты исследования, позволяющие выявить физико-химический и механический механизм, определяющий направленное структурообразование дорожных бетонов с целью улучшения показателей надежности и долговечности дорожных конструктивных слоев. Рекомендуемые технологические приемы позволяют целенаправленно регулировать процессы структурообразования дорожных бетонов, улучшая физико-механические и деформативные свойства конструктивных слоев автомобильных дорог.

Ключевые слова: *структурообразование, дорожный цементобетон, прочность, золоцементное вяжущее, технологический прием, долговечность, стойкость, надежность, механическая активация, химическое воздействие, гидродинамическая активация, деструктивные процессы, кинетика процесса, управление процессами, деформативные свойства.*

Проблема долговечности дорожных бетонных покрытий носит комплексный характер, включающий влияние различных факторов: структуры бетона, его выносливости при действии знакопеременных растягивающих и сжимающих напряжений от движущегося транспорта и температурных перепадов окружающей среды. Для длительной работы бетонного покрытия большое значение имеет способность бетона при различных условиях эксплуатации сохранять свои строительно-технические свойства и, в первую очередь, прочность, морозостойкость и трещиностойкость.

Надежность покрытий автомобильных дорог определяется комплексом показателей физико-механических свойств. Целый ряд характеристик бетонных покрытий, влияющих на их эксплуатационную надежность и долговечность, закладываются еще на стадии приготовления и укладки смесей.

Исследование физико-химического взаимодействия вяжущего с минеральными компонентами не только раскрывает механизм процессов структурообразования дорожных бетонов, но и позволяет управлять этими процессами так, чтобы в итоге получить бетон с заданными механическими свойствами и структурой.

При выборе оптимальных составов и рациональных технологических параметров необходимо учитывать основные положения регулируемого структурообразования бетонов, определяющих повышение их прочности и долговечности. Большое значение имеет разработка методологических положений,

включающих рациональный выбор технологических факторов, позволяющий осуществить направленное структурообразование дорожных бетонов при использовании рациональных технологических приемов.

Общими задачами, определяющими дальнейший технический прогресс в технологии производства дорожно-строительных композиционных материалов на основе физико-химической механики, можно считать:

- увеличение физико-химической активности веществ на поверхности раздела фаз;
- достижение максимальной однородности смеси, особенно при смешивании и уплотнении многокомпонентных систем;
- соблюдение принципа когерентности, учитывающего момент приложения механических воздействий в соответствии с показателями, характеризующими прочность формирующейся структуры дорожного бетона;
- повышение интенсификации технологических процессов, с целью резкого сокращения их продолжительности, что способствует их производительности;

Важным технологическим приемом является активизация жидких п/гнердо-фазовых материалов. Теоретическим фундаментом активизационных технологий является физико-химическая механика дисперсных материалов, на основе теоретических положений которой формируется новое научное направление в дорожно-строительном материаловедении.

Известен опыт использования различных отходов промышленности, подвергнутых активизационной обработке для цементобе-

тонов. Так, тонкодисперсный золошлаковый материал, в зависимости от химико-минералогического состава, можно рассматривать не только в качестве пуццолановой добавки, но и активного наполнителя, оказывающего существенное влияние на процессы формирования макро- и микроструктуры конгломератов.

Кинетика структурообразования определяется не только свойствами компонентов бетонной смеси, но также режимами ее приготовления и формирования изделий [1, 2].

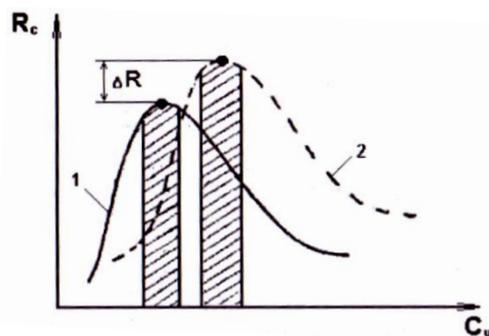
Одним из важнейших условий оптимизации развития структур твердения наполненных композиций является преодоление энергетического барьера, вызываемого электростатическими силами отталкивания между частицами связующего вещества и дисперсного наполнителя. Величиной энергетического барьера можно управлять, прикладывая различные химические, физические (вибрационные, температурные и т.п.) воздействия в оптимальное время с учетом вида вяжущего и наполнителя, массивности изделий и параметров термообработки.

При использовании отходов промышленности специфического химико-минералогического состава, в ряде случаев в первый период структурообразования формируется малопрочный дефектный кристаллический сросток, который обуславливает низкую конечную прочность изделий. С учетом характера структурообразования должно назначаться оптимальное время приложения механических или разного рода физических воздействий, позволяющих разрушить малопрочный первичный кристаллический сросток. При этом создаются условия для формирования качественной вторичной структуры. Момент приложения механических воздействий должен соответствовать сингулярной точке на кривой структурообразования твердеющего бетона, что обуславливается окончанием формирования первичного кристаллического сростка. Приложение вибрации (или других механических воздействий) в этот период приводит к ускорению структурообразования, повышению прочности бетона, более полному протеканию реакции гидратации и химического взаимодействия компонентов наполнителя. Если же учитывать развитие деструктивных процессов при последующей тепловой обработке, то эффект может быть сведен к минимуму из-за снижения прочности и стойкости бетонов. В зависимости от химико-минералогического состава и поверхностной активности наполнителей из

отходов промышленности, вводимых в бетонную смесь, оптимальное время приложения механических воздействий находится в пределах 0,5...2 ч., а для термообработки, с учетом кинетики тепловыделения смешанного вяжущего, 4...6 ч.. Но такие сроки не могут удовлетворять требованиям индустриального изготовления изделий. С целью сдвига структурообразования и максимума тепловыделения в более ранние сроки, эффективны различные активизационные воздействия:

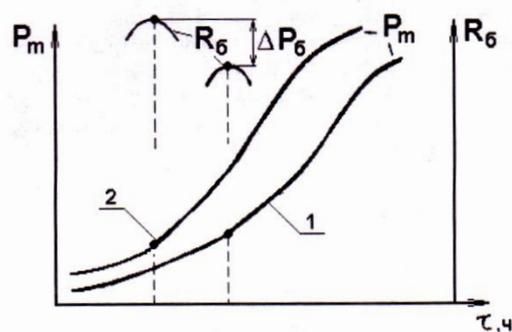
- механические (домол, интенсивное перемешивание, вибрация, вибропрессование и т.п.);
- химические (различного рода добавки и затравки);
- температурные (предварительный прогрев смеси);
- комплексные (сочетание химических и разного рода физических воздействий).

Эти активизационные воздействия способствуют приросту прочности при большей оптимальной концентрации наполнителя (рисунок 1).



1 – без активационных воздействий; 2 – с активационными воздействиями

Рисунок 1 – Обобщающая зависимость прочности бетона (R) от доли наполнителя в составе вяжущего (C)



1 – без активационных воздействий; 2 – с активационными воздействиями

Рисунок 2 – Кинетика прочности формирующейся структуры золоцементного вяжущего

Учет физико-химических воздействий позволяет при выполнении комплекса необходимых условий (оптимальная концентрация, размер зерен, физическое и химическое соответствие) ожидать наибольшего положительного эффекта при введении тонкодисперсного наполнителя (зол-унос, шлаков и т.д.). В частности, механическая активизация тонкодисперсных отходов в активаторах турбулентного типа приводит к повышению степени смачиваемости и равномерному распределению воды, физическому и химическому диспергированию, а для высококальциевых зол - сдиранию экранирующих гидрокальциевых и гидро.сульфоалюминатных пленок с частиц и появлению новых активных центров поверхности. Свободный оксид кальция гидратируется более интенсивно, что в значительной степени устраняет деструктивные процессы при твердении золобетон. Эффективность достигается также при гидродинамической активизации в аппаратах, сочетающих себе принципы работы дезинтеграторов, дисмембраторов, коллоидных мельниц и центробежных насосов.

Создание интенсивной технологии бетонов связано с применением химических добавок специального действия, влияющих на поверхностную активность компонентов бетона и молекулярное состояние их поверхности. За счет активизационных воздействий повышается стабильность фазового состава растворной части бетона, а также сцепление вяжущего с заполнителем, что обеспечивает повышение стойкости и долговечности изделий на отходах промышленности. Положительный эффект достигается при химической активизации зол ТЭС. Модифицирование высококальциевых зол целесообразно осуществлять путем хемосорбции активных кислотных центров. Эти добавки оказывают каталитическое воздействие на процессы структурообразования зольного и золоцементного камня. Интенсифицирующее действие добавок начинает проявляться уже в первые часы гидратации. Так, тепловыделение золы с мо-

дифицированной добавкой увеличивается в 1,5...2 раза в первый период гидратации. При этом повышается пластическая (P) и конечная (R) прочность формирующейся структуры зольного и золоцементного камня (рисунок 2).

Увеличение тепловыделения в первый период твердения позволяет начать тепло-влажностную обработку в оптимальный период времени, т. е. после спада реакций и приобретения необходимой начальной прочности. В результате этого устраняется появление температурных дефектов, приводящих к снижению конечной прочности золобетонов. С учетом указанных выше факторов, создается возможность рационального применения различных отходов. Так, при использовании зол в качестве добавок в бетонные смеси необходимо создавать условия направленного затвердевания, что позволит регулировать уровень дефектности структуры затвердевающего золобетона. Целенаправленное применение указанных выше технологических приемов способствует получению стойких и долговечных дорожных цементобетонов, эксплуатируемых в различных регионах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мчедлов-Петросян, О. П. Химия неорганических строительных материалов / О. П. Мчедлов-Петросян. – М. : Стройиздат, 1971. – 224 с.
2. Соломатов, В. И. Интенсивная технология бетонов / В. И. Соломатов, М. К. Тахиров, Шах Мд. Тахер. – М. : Стройиздат, 1989. – 264 с.
3. Меренцова, Г. С. Регулируемое структурообразование дорожных бетонов / Г. С. Меренцова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2010. – 130 с.

Меренцова Г.С. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительство автомобильных дорог и аэродромов» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: adio-06@mail.ru.

Победенный А.С. – студент группы 8САД-71 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: adio-06@mail.ru.