

Проблемы транспортирования модифицированных бетонных смесей

Иванова Е.А., Батыновский Э.И.

Белорусский национальный технический университет

В практике строительства с применением монолитного цементного бетона широко используются химические добавки различных видов, с помощью которых модифицируют реологические свойства бетонной смеси или темп твердения и физико-технические характеристики затвердевшего бетона. Многие из этих веществ усложняют условия транспортирования бетонных смесей, так как активно влияют на ее технологические свойства: формуемость, расслоение, водоотделение и др. В результате могут существенно измениться (ухудшиться) физико-технические характеристики бетона.

В частности, используемые добавки-ускорители твердения бетона и, особенно, уплотняющие его структуру (CaCl_2 ; ННХК; Na_2SO_4 ; FeCl_3 и др.) активизируют процесс схватывания цементного геля, сопровождающийся ускоренной потерей формовочных свойств бетонной смеси. В их присутствии активизируются процессы взаимодействия клинкерных минералов цемента с водой, проявляется эффект интенсивной дезагрегации (пептизации) цементных флокул, перераспределения жидкости сольватных оболочек за счет потенциала поверхности твердой фазы в сторону уменьшения их толщины, возрастает скорость протекания реакций с образованием новых фаз в виде микрогидрокристаллов аллюмоферритной группы. В результате создаются условия для ускоренного формирования коагуляционной структуры цементного геля и проявления эффекта «ближней коагуляции», т.е. схватывания. Как установлено экспериментально, отмеченное характерно для всех основных видов (марок) цементов, выпускаемых в Беларуси, но степень влияния различна и может быть соотнесена с их активностью либо группой эффективности при пропаривании.

В случае применения пластифицирующих добавок в бетон (особенно без корректировки воды затворения) наблюдается

обратная тенденция увеличения сроков схватывания цементного геля за счет «блокировки» активных участков поверхности цементных частиц молекулами «ПАВ», содержащихся в этих добавках. Результатом их адсорбции является эффект замедления гидратации цемента, сопровождающийся снижением темпа развития означенных ранее процессов. Одновременно снижается напряжение сдвига (τ_0) системы «цемент-вода» и, соответственно, снижается седиментационная устойчивость бетонной смеси как реологической системы: проявляется отрицательный эффект ее расслоения. Транспортирование таких смесей в статическом состоянии (без побуждения в пути следования) приводит к существенному ухудшению качества бетона.

При использовании комплексных добавок в бетон, например, сочетающих эффекты пластификации и ускорения твердения, имеет место наложение означенных тенденций. Экспериментально выявлены закономерности изменения реологических характеристик модифицированных бетонных смесей во времени в зависимости от важнейших факторов: вида и количественного соотношения пластифицирующего и ускоряющего компонентов, температуры смеси и окружающей среды, интенсивности механического воздействия на смесь при транспортировании.

Повышение температуры проявляется в естественном ускорении процессов гидратации и коагуляционного структурообразования системы «цемент-вода», вследствие роста кинетической энергии элементарных частиц твердой фазы (цемента) при соответствующем снижении их потенциальной энергии, благодаря которой они удерживаются в структурной решетке вещества. В результате снижается усилие, которое надо обеспечить молекулам воды как растворителя, чтобы оторвать элементарную частицу от зерна цемента и «увлечь» в раствор. А с другой стороны, возрастает активность (подвижность) молекул воды, в результате чего за единицу времени возникает большее количество ситуаций, при которой адсорбирующиеся у поверхности цемента «гроздь» поляризованных молекул воды создают усилие, превышающее то, с которым его элементарные частицы удерживаются в структурной решетке. В случае

присутствия в воде ионов добавок-электролитов (ускорители твердения, уплотняющие неорганической группы, ингибиторы коррозии стали и др.) ее «растворяющая способность» возрастает, а процессы гидратации и схватывания цемента в еще большей степени ускоряются.

Продолжительное перемешивание бетонной смеси с добавками (особенно способствующими ускорению процесса гидратации цемента) сопровождается сокращением периода сохраняемости ее формовочных свойств после выгрузки. Это связано, во-первых, с развивающимся процессом дезагрегации цементных флокул и связыванием воды открывающейся поверхностью цемента. Во-вторых, дополнительная масса пылевидных фракций удаляется с поверхности заполнителей и адсорбирует воду. В-третьих, энергия трения при продолжительном перемешивании способствует активизации поверхностных силы твердой фазы, увеличивая ее адсорбционную активность. Отмеченные эффекты дополняются постоянными нарушениями гелеобразных «каемок новообразований» цементных частиц (флокул), которые при статическом состоянии цементного теста достаточно быстро формируются вокруг зерен вяжущего и начинают сдерживать развитие процесса гидратации.

Особый случай представляет собой транспортирование бетонных смесей в зимний период, в том числе с использованием противоморозных добавок в бетон. Смеси без этих добавок должны при отгрузке характеризоваться положительной температурой, обеспечивающей уровень последней к моменту окончания укладки в опалубку (или, по условиям ведения работ, к началу прогрева) не ниже 5 °С. В случае использования противоморозных добавок (особенно наиболее дешевой и доступной – поташа) возникает проблема необходимости одновременного введения добавок-замедлителей схватывания бетона.

Полученные по означенным направлениям экспериментальные данные позволяют сформулировать требования к условию транспортирования модифицированных бетонных смесей, обеспечивающие сохранение их формовочных свойств и однородность бетона.