

УДК.693.542.54:666.97.031.2

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ГРАДИЕНТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕТОНА

Гныря А.И., Гаусс К.С.

Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск

Для получения бетонных конструкций требуемого качества в зимних условиях применяют специальные методы бетонирования, основанные на сохранении или внесении тепла в бетон, снижение температуры его замерзания применением противоморозных добавок. При этом не один из методов не исключает градиентов температуры по сечению выдерживаемых конструкций. Так как, в построечных условиях зимой период предварительного выдерживания отсутствует, возникающие после укладки смеси градиенты температуры вызывают процесс миграции влаги из более нагретых в охлажденные зоны конструкции. В результате это приводит к их переувлажнению и последующему ухудшению свойств. Величина температурного градиента в большинстве случаев не велика (около 1.2-1.8 °С/см), вызванный им процесс массопереноса способен изменить структуру, пористость, влажность, прочность и другие физико-механические свойства бетона.

Для исследования влияния температурного градиента на физико-механические свойства бетона в лаборатории кафедры ТСП ТГАСУ был проеден эксперимент на установке регулируемых температурных градиентов. Это дало нам возможность в автономном режиме создавать и поддерживать в течение заданного времени неоднородное температурное поле в одном горизонтально расположенном образце твердеющего бетона. Установка состоит из климатической камеры, устройства для крепления образцов, опалубки, нагревателя, измерительного комплекса (рис.1,2).



Рис. 1. Климатическая камера



Рис. 2. Установка регулируемых температурных градиентов

Деревянная опалубка имеет внутренний размер 100x100x300 мм. Стенки выполнены из древесины толщиной 10мм с металлической пластинкой с одного торца (толщиной 5 мм) и деревянной пластинкой с другого (толщиной 10 мм). Стенки герметичны и изолированы от изменения температуры в поперечном сечении. Внутри образец разделен на 6 равных частей, с помощью водопроницаемых мембран (рис. 3). Металлическая пластина - находится при воздействии электронагревателя, деревянная пластина – входит в рабочий объем климатической камеры на 5 см, тем самым охлаждается с заданным режимом (-30°C) посредством аппаратно-программного комплекса установки.



Рис.3 Общий вид деревянной опалубки

Приготовленная цементно-песчаная смесь укладывалась в формы, уплотнялась и предварительно выдерживалась в течение 4-х часов до начала схватывания. Затем опалубка устанавливалась в проектное положение установки регулируемых температурных градиентов.

Выдержанные в неизотермических условиях образцы помещались в нормальные условия твердения и выдерживались для определения относительной прочности и капиллярной пористости. Испытания проводились в лаборатории ТГАСУ на гидравлическом прессе INSTRON 3382 с давлением до 10 тонн и скоростью деформации 4 мм/мин (рис. 5).

Для этого из каждой шести частей по длине образца, были выбраны по три контрольных пробы, с размером 20x20x20 мм (рис.4).

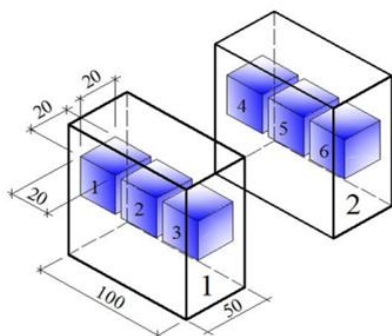


Рис. 4. Места отбора проб для определения относительной прочности



Рис. 5. Гидравлический пресс INSTRON 3382

В результате определения прочности для каждого из 18 образцов были получены кривые деформации бетонных кубиков (рис.6). После обработки кривых была построена диаграмма прочности по длине образца (рис.7).

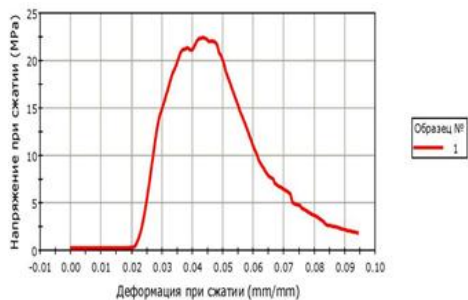


Рис.6. Деформационные кривые



Рис.7. Диаграмма прочности

Опыты по определению капиллярной пористости бетона проводились в «Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН».

Капиллярная пористость образцов определялась по изображениям структуры, полученных методом растровой микроскопии при увеличении в 2000 раз. При этом использовался растровый микроскоп Hitachi TM-1000 (рис. 8).

Метод растровой электронной микроскопии (РЭМ), в отличие от других методов определения характеристик поровой структуры, не разрушает структуру при подготовке образцов, не требует специальной пропитки или обработки поверхности, ее искажающей. Кроме того, он удобен для сравнения с моделью, так как полученные изображения обрабатываются одним и тем же методом. Подготовка образцов заключается в получении образцов с оптимально ровным профилем излома заданного размера.



Рис.8. Растровый микроскоп Hitachi TM-1000.

Увеличение при съемке подбиралось с позиций обеспечения достаточного для статистического анализа количество объектов (пор) капиллярного диапазона и качества изображения.

Так как поверхность образца была объемной, необходимо было отделить на снимках представительную площадь и оставшуюся (занятую неровностями) скола или крупными порами, анализ которых не входил в нашу задачу. Путем пробных снимков и их обработки определено, что более технологичными для обработки являются увеличения в 2000 раз (рис. 9). Неровностями и дефектами изображений считались объекты размером более 10 мкм.

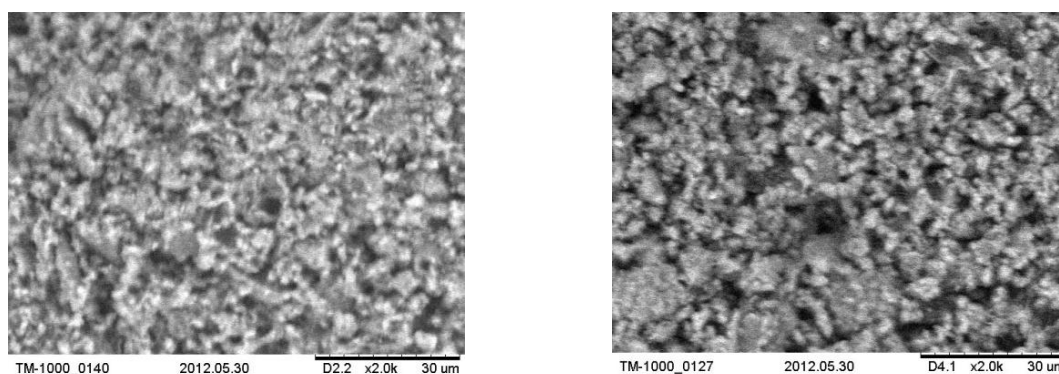


Рис. 9. Изображения структуры цементного камня при увеличении в 2000 раз

Количественная обработка снимков производилась специально разработанной программой («Hole»), определяющей поры и их площади. Идентификация пор происходила по отношению к уровню яркости изображения.

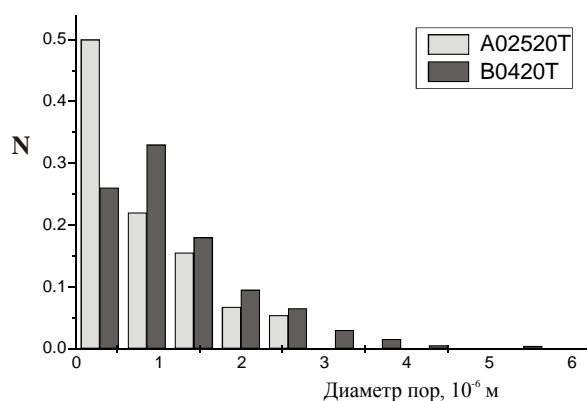


Рис. 10. Гистограмма количества и радиуса пор

Выводы:

В ходе экспериментальных исследований была применена на практике установка регулируемых температурных градиентов.

После проведенных испытаний и тщательной обработки полученных данных установлено влияние температурного градиента на формирование структуры бетона, а, следовательно, и на физико-механические свойства.

Экспериментально установлено, что наличие температурного градиента приводит к перемещению влаги в бетонных образцах. Влага движется в сторону понижения температуры.

По направлению понижения температуры, в бетонных образцах было установлено снижение прочностных характеристик.

Литература:

1. *Ахвердов И.Н.* Основы физики бетона. — М.: Стройиздат, —1981. —464 с.
2. *Баженов Ю.М.* Технология бетона. Учебник. И М.: Изд-во АСВ, —2003. —500 с.
3. *Гныря А.И.* Технология бетонных работ в зимних условиях- Томск: Изд-во Том.ун-та, — 1984.-280 с.
4. *Заседателев И.Б., Петров-Денисов В.Г.* Тепло- и массоперенос в бетоне специальных промышленных сооружений. — М.: Стройиздат, —1973. - 168 с.