

**Г.А. ПИКУС,**

кандидат техн. наук, доцент кафедры «Технология строительного производства»  
ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет).

**К.М. МОЗГАЛЁВ,**

старший инженер 1-го территориального отдела управления регионального  
государственного строительного надзора Министерства строительства,  
инфраструктуры и дорожного хозяйства Челябинской области, аспирант кафедры  
«Технология строительного производства» ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский  
государственный университет» (национальный исследовательский университет).

## Нормативные требования по контролю прочности бетона, выдерживаемого в зимних условиях

*В статье исследуются прикладные научные исследования по изучению влияния распределения температуры по сечению монолитных бетонных и железобетонных конструкций на термонапряженное состояние бетона в зимних условиях Южного Урала.*

**Ключевые слова:** бетон, контроль прочности бетона, термонапряженное состояние бетона, разность температур.

В настоящее время в России, как и во многих развитых зарубежных странах, все большую актуальность приобретает строительство из монолитного бетона и железобетона. Учитывая необходимость круглогодичного производства работ, в том числе в экстремальных условиях, это, несомненно, приводит к резкому увеличению объемов зимнего бетонирования. Качество и безопасность монолитных бетонных и железобетонных конструкций, возводимых в зимних условиях, главным образом зависят от соблюдения в процессе производства работ требований нормативных документов в области зимнего бетонирования. При этом, предусмотренная частью 5 статьи 42 Федерального закона Российской Федерации № 384-ФЗ от 30 декабря 2009 года «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» актуализация до-

кументов технического регулирования в строительстве должна осуществляться на основе современных теоретических и экспериментальных исследований, а также — практического опыта.

Долгие годы в разделе, регламентирующем правила выполнения бетонных работ при отрицательных температурах СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции» было указано (п. 2.61), что контроль прочности бетона следует осуществлять, как правило, испытанием образцов, изготовленных у места укладки бетонной смеси. Однако, данное требование не могло быть реализовано в зимнее время, так как массивность образца-куба с ребром 100 мм и, к примеру, колонны с размерами 400×400×3000 мм, разная (отличается почти в 5,5 раза). Значит и темп остывания бетона в них будет разным, что приведет к неправиль-



ной оценке его прочности. Более того, на стройплощадке может выполняться термообработка бетона в конструкции, которую невозможно повторить в образце-кубе. В тоже время, в этом же пункте правил справедливо говорилось, что допускается контролировать прочность бетона по его температуре в процессе выдерживания.

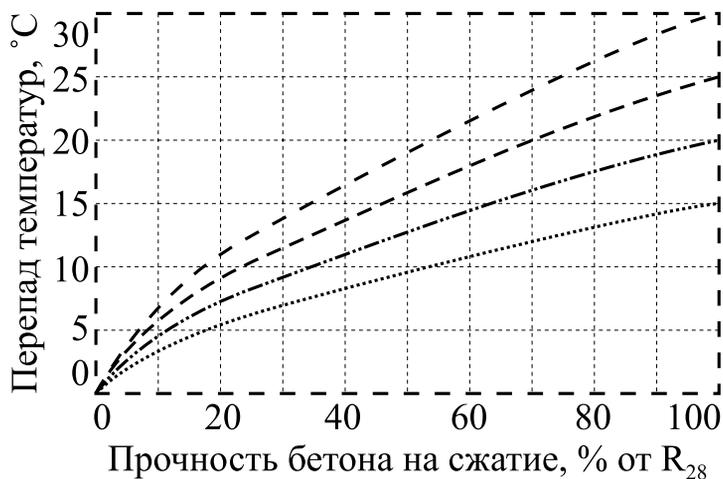
В качестве замечания: следовало исключить слово «допускается», заменив его обязательным требованием. Многочисленные исследования показывают, что в зимних условиях именно контроль прочности бетона по его температуре является единственно возможным [1, 2], за исключением небольшого ряда случаев, которые будут рассмотрены ниже.

В СП 70.13330-2012 «Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87» [3], вообще исключены все пункты, касающиеся методов контроля прочности бетона в зимнее время. Оставлены лишь ссылки на национальные стандарты [5-7], в которых отсутствует упоминание о контроле прочности бетона по его температуре. По сути, опять говорится о контроле прочности бетона по образцам-кубам [5] и указана возможность осуществления контроля прочности неразрушающими методами. Однако, в п. 1.6 [6] и п. 1.4 [7] сказано, что испытания

неразрушающими методами проводят при положительной температуре бетона! При этом допускается проведение испытаний при температуре не ниже минус 10 °С, но при условии, что относительная влажность воздуха при выдерживании бетона не превышала 70%. Учитывая, что в зимнее время влажность воздуха всегда повышена (например, в Челябинской области относительная влажность воздуха зимой всегда выше 70%), в большинстве случаев применение неразрушающих методов контроля прочности бетона невозможно.

Также, действующий с 1 сентября 2012 года ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» предусматривает производить контроль прочности бетона по контрольным образцам (примечание к п. 4.3), изготовленным на строительной площадке и твердевшим в условиях, предусмотренных проектом производства работ или технологическим регламентом на производство монолитных бетонных и железобетонных конструкций данного объекта строительства (пункт 5.4) [8]. Но в случае реализации большинства методов зимнего бетонирования выполнить данное требование невозможно.

Нужно отметить, что в стандарте Национального объединения строителей СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 «Конструкции



Армирование 0 % ..... Армирование 1 % ----  
Армирование 2 % -- Армирование 3 % - -

**Рис. Максимальный температурный перепад по сечению конструкции**

монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля» [4], вопросы контроля прочности бетона в зимних условиях также недостаточно освещены. Вновь нигде не сказано о необходимости, и даже возможности, контролировать прочность бетона по его температуре. Для развития в системе стандартизации Национального объединения строителей документов в области зимнего бетонирования в настоящий момент кафедра «Технология строительного производства» Южно-Уральского государственного университета разрабатывает в дополнение к СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 Рекомендации «Производство бетонных работ при отрицательных температурах наружного воздуха».

Сам по себе контроль прочности бетона не является исчерпывающим при оценке качества бетона. Следует обязательно учитывать и его термонапряженное состояние в процессе выдерживания. На температурные напряжения оказывают влияние следующие основные параметры:

- скорость нагрева и остывания бетона;
- разность температур наружного воздуха и бетона при распалубке;
- перепад температуры по сечению бетона.

Первые два параметра указаны в рассматриваемых нормативных документах, однако жестко установленные

их предельные значения вызывают недоумение. Например, скорость остывания бетона в конструкции с модулем поверхности до 10 м<sup>-1</sup> регламентируется не более 10°С/час. В тоже время нужно понимать, чем обусловлены данные ограничения: при охлаждении происходит сжатие бетона, чему противодействует образовавшаяся структура бетона. Таким образом, предельные значения скорости остывания должны идти в зависимости от текущей прочности бетона.

Исследования и расчеты, проведенные на кафедре «Технология строительного производства» Южно-Уральского государственного университета, показывают, что эти значения справедливы, если бетон уже набрал свою проектную прочность. В более раннем возрасте предельное значение скорости остывания должно быть уменьшено. Так, при массивности конструкции до 10 м<sup>-1</sup> и текущей прочности бетона 50% от проектной скорость остывания не должна превышать 5°С/час.

Аналогичное влияние текущая прочность бетона оказывает и на максимальные перепады температур между поверхностью бетона и окружающим воздухом при распалубке. Однако расчеты показывают, что в этом случае существующие нормы излишне жесткие и определяют максимальные перепады температур при текущей прочности бетона, составляющей около 20% от проектной. Заметим, что распалубка конструкций не допускается до набора бетоном как минимум критической прочности, т.е. не менее 30%. Таким образом, при распалубке в более поздние сроки возможно увеличивать максимальный перепад температур. Например, для железобетонных конструкций с модулем поверхности 5 м<sup>-1</sup> и коэффициентом армирования до 1% нормируемый максимальный перепад температур составляет 20°С, а расчеты, выполненные при тех же условиях, свидетельствуют, что при

80-ти процентной текущей прочности этот перепад может быть увеличен до 50°С.

Оценка термонапряженного состо-



яния бетона на основе перепада температур по сечению конструкции вообще не рассматривается в существующих нормах.

На кафедре «Технология строительного производства» Южно-Уральского государственного университета в развитие [2] проведены прикладные научные исследования по изучению влияния распределения температуры по сечению монолитных бетонных и железобетонных конструкций на термонапряженное состояние бетона, в ходе которых получены математические зависимости, представленные в графической форме (см. рис.).

Результаты выполненных исследований нашли отражение в стандарте некоммерческого партнерства «Саморегулируемая организация Союз строительных компаний Урала и Сибири» СТ-НП СРО ССК-04-2013 «Температурно-прочностной контроль бетона при возведении монолитных конструкций в зимний период», одобренный комитетом по разработке стандартов и правил НП СРО «ССК УрСиб», в котором раскрыты положения температурно-прочностного контроля с учетом затронутых в данной статье особенностей зимнего бетонирования.

#### *Список литературы*

1. *Современные строительные технологии: монография / под ред. С.Г. Головнева. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 268 с.*
2. *Красновский, Б.М. Инженерно-физические основы методов зимнего бетонирования / Б.М. Красновский. – М.: Изд-во ГАСИС, 2007. – 512 с.*
3. СП 70.13330-2012 «Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87».
4. СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 «Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля».
5. ГОСТ 10180-90 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам».
6. ГОСТ 17624-87 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности».
7. ГОСТ 22690-88 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля».
8. ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».