

ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ ПРИ ВЕДЕНИИ БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

ШЕЙДА О.Ю., КОРБУТ Е.Е.

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Климатические условия Беларуси, характеризующиеся холодным периодом с октября-ноября по март (иногда и по апрель) месяца года при чередующихся «заморозках-оттепелях» предопределяют необходимость дополнительных энергетических затрат на прогрев монолитного бетона при строительстве в этот период года. С позиций обеспечения увеличивающихся объемов и темпа монолитного строительства в Беларуси бетонные работы ведут круглогодично и проблема энергосбережения при этом нарастает, а предложения по ее решению не теряют своей актуальности.

Для выполнения бетонных и железобетонных работ в зимнее время необходимо понимать, как влияют отрицательные температуры на процесс твердения бетона.

Свежеуложенному бетону мороз опасен. И, прежде всего из-за влияния низких температур на процессы схватывания и твердения цементов. Бетон очень чувствителен к холоду. Это сказывается, прежде всего, на времени схватывания и скорости твердения. Так, например, при снижении температуры с 20 до 5 °С схватывание бетона замедляется в 2 – 5 раз. Но особенно резко проявляется это замедление при дальнейшем снижении температуры – до 0 °С. Однако если восстановить нормальную температуру выдерживания, то твердение вновь принимает обычные темпы. А если температура бетона опустится до 0 °С. Твердение прекращается полностью. Это объясняется тем, что при замерзании бетона содержащаяся в нем свободная вода замерзает, а образование цементного камня замедляется. Следовательно, прекращается и твердение бетона. Замерзая в бетоне, вода увеличивается в объеме на 9%. В результате этого в порах бетона развивается большое давление, которое вызывает разрушение структуры еще не затвердевшего бетона. Скопившаяся на

поверхности зерен крупного заполнителя вода при замерзании образует тонкую ледяную пленку, которая отделяет поверхность заполнителя от соприкосновения с цементным тестом. В результате ухудшается монолитность бетона. Если заморозить бетон в раннем возрасте, то лед разрушит многие кристаллики цементного клея. Если затворение бетона было проведено до замораживания, а твердение бетона еще не началось, то оно не начнется и после замерзания. Но если твердение началось, то оно приостанавливается, пока свободная вода в бетоне будет оставаться в виде льда. При оттаивании бетона замерзшая свободная вода превращается в жидкость, и твердение бетона возобновляется. В нем происходят те же процессы, что и до замерзания, но уже при изменившейся структуре. Эти изменения в структуре бетона уменьшают его прочность и сцепление бетона с арматурой. Конечная прочность бетона будет тем ниже, чем раньше бетон подвергся замораживанию.

Наиболее опасное замерзание бетона в период схватывания цемента. Известно [3, 9], что замерзший на ранней стадии твердения (после укладки и уплотнения в опалубке или формах) бетон характеризуется ростом пористости структуры, ее проницаемости и непредсказуемым снижением прочности и других физико-технических свойств. При этом отрицательные эффекты нарастают с повышением водоцементного отношения бетона, глубины и скорости охлаждения при замерзании, зависят от времени твердения до замерзания и уровня прочности которую набрал бетон к этому моменту [3, 8].

При зафиксированном в уложенном (отформованном) бетоне первоначальном взаимном расположении зерен заполнителя (вокруг которых имеется «оболочка» воды), цементных зерен (флоккул), в сольватных оболочках которых только развиваются процессы гидролиза–гидратации и образования гидрокристаллов – продуктов реакций цемента с водой, увеличение последней в объеме сопровождается раздвижкой твердофазных частиц при замерзании. Последующее ее оттаивание не обеспечивает возвращение структуры в исходное положение, сложившееся после уплотнения (или некоторого периода твердения) бетона, способствуя росту его пористости и ухудшению качественных характеристик.

Данная проблема общеизвестна и решается путем недопущения замерзания уложенного в строительные конструкции бетона приме-

нением разнообразных приемов прогрева (обогрева): электродного (в разных его вариантах); греющими проводами; индукционного и инфракрасного; с помощью термоактивных (греющих) опалубок, а также сочетанием метода термоса (горячего или холодного) и применения химических добавок (рассмотрены далее) [1-7].

Необходимо отметить, что не всегда должным образом оценивается проблема замедления темпа роста прочности цементного бетона при низких положительных температурах воздуха (особенно со снижением ее до 5...0°C, когда опасности его замерзания нет. В этом случае медленный рост прочности бетона (особенно несущих конструкций: колонн, ригелей, перекрытий и т.д.) будет сдерживать темп строительства, увеличивая его сроки. Без должного учета этой проблемы может создаться ситуация (особенно при строительстве многоэтажных (высотных) зданий), когда нагрузка от последующих этажей может подойти к критической отметке (или даже превысить ее) по отношению к несущей способности ранее возведенных (устроенных) конструкций.

Выходом из этого положения являются мероприятия, предвещающие возникновение данной проблемы, и которые основываются на повышении темпа роста прочности бетона за счет применения ранее перечисленных приемов интенсификации его твердения.

Еще одной проблемой, которой не всегда уделяется должное внимание, является обеспечение не только требуемых прочностных характеристик конструкционного бетона, но и его эксплуатационных свойств (водопоглощение, водонепроницаемость, морозостойкость, защитная способность по отношению к стальной арматуре и др.), от которых зависит эксплуатационная надежность и долговечность строительных конструкций.

Особую значимость эта проблемы приобретает с учетом специфически зимних методов прогрева (обогрева) бетона, которые по существу подвода теплоты к нему относятся к сухим методам. Электродный прогрев, обогрев греющими проводами, индукционные методы обогрева создают тепловой поток, направленный из внутренних слоев бетона к периферии конструкции; инфракрасный обогрев – наоборот, т.е. с обогреваемой поверхности. Но во всех этих случаях имеет место активное испарение воды затвердения с незащищенных неопалубленных поверхностей бетона прогреваемых (обогреваемых) конструкций, что способно привести к суще-

ственному росту пористости и снижению физико-технических свойств бетона. Полностью устранить это явление за счет гидро-, теплоизоляции неопалубленных поверхностей при практикуемых продолжительных режимах прогрева (обогрева) бетона практически невозможно. Решением проблемы может быть сочетание гидро-, теплоизоляции неопалубленных поверхностей и энергосберегающей технологии прогрева (обогрева) бетона, характеризующейся низкотемпературным и кратковременным разогревом бетона, содержащего эффективную химическую добавку с комплексным водопонижающим и ускоряющим твердение бетона действием.

Такая технология должна обеспечить повышенный темп твердения бетона (т.е. рост прочности в начальный период) при снижении температуры его разогрева и последующем твердении без подвода тепла (энергии) с максимально возможным использованием собственного тепловыделения (экзотермии) реагирующего с водой цемента. Базирующаяся на этих принципах технология позволит обеспечить необходимый температурный режим ускоренного твердения бетона, благоприятный для формирования его структуры и свойств при минимально необходимых энергетических затратах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батяновский Э.И., Голубев Н.М., Бабицкий В.В., Марковский М.Ф. Технология и методы зимнего бетонирования: учебное пособие. – Мн.: БНТУ, 2005. – 238 с.
2. Вегенер Р.В. Электропрогрев бетонных и железобетонных конструкций. – М.: – Л.: Госстройиздат, 1953. – 143 с.
3. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования. – М.: Стройиздат, 1975. – 700 с.
4. Рекомендации по электрообогреву монолитного бетона и железобетона нагревательными проводами. – М.: ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1989. – 68 с.
5. Руководство по бетонированию монолитных конструкций с применением термоактивной опалубки. – М.: Стройиздат, 1977. – 95 с.
6. Руководство по зимнему бетонированию с применением метода термоса. – М.: Стройиздат, 1975. – 195 с.
7. Руководство по производству бетонных и железобетонных работ в зимних условиях. – М.: Стройиздат, 1967. – 167 с.