

## СИСТЕМА ТЕМПЕРАТУРНО-ПРОЧНОСТНОГО КОНТРОЛЯ БЕТОНА В РАННЕМ ВОЗРАСТЕ

### SYSTEM TEMPERATURE-STRENGTH CONCRETE CONTROL AT EARLY AGE

Н.Н. Журов, С.В. Комиссаров

N.N. Zhurov, S.V. Komissarov

ГОУ ВПО МГСУ

*Рассматривается производственная система контроля выдерживания бетона монолитных конструкций, позволяющая непосредственно на строительной площадке оперативно управлять процессом тепловой обработки и набора прочности бетона в монолитных конструкциях.*

*The industrial monitoring system of concrete solidification is considered. It allows to operate a process of thermal processing and a strength progress of concrete in monolithic constructions directly on a building site.*

Сложившаяся система контроля качества бетона монолитных конструкций базируется на оценках его состояния на стадиях, когда что-то изменить или исправить уже невозможно. Так, контроль по образцам-кубам, испытания образцов-кернов, ультразвуковые обследования констатируют реальное состояние как правило уже выполненных конструкций, в то время как основные составляющие этого конечного качества складываются в ходе укладки, выдерживания и тепловой обработки бетона.

Выдерживание и тепловая обработка – процесс проектируемый и управляемый, имеющий в составе бетонных работ самостоятельные информационно-методические и технические основы. При этом методы тепловой обработки, средства непосредственного ее контроля, оценки и управления выступают как основные регуляторы конечного качества изготавливаемых монолитных конструкций.

Измерение температуры бетона в ходе выдерживания разнообразных монолитных железобетонных конструкций является обязательной операцией при выполнении бетонных работ в зимних условиях [1,2,3,4]. Корректное проведение температурного контроля должно достигаться обеспечением нужного объема измерений и своевременной обработкой результатов измерений с целью оперативной оценки и регулирования хода тепловой обработки и выдерживания конструкций. Выполнить оба этих условия достаточно сложно: это практически непрерывные измерения температуры бетона во множестве точек и сопутствующая оперативная обработка результатов измерений. Полнота и достоверность информации о температурном состоянии бетона в ходе выдерживания, согласно существующим рекомендациям [3,4], должна обеспечиваться системой контрольных точек измерения температуры, относительно равномерно распределяемых в объеме монолитных конструкций: одна

точка на 10м<sup>2</sup> перекрытий, на 6 метров длины стены, на одну колонну, на 30 м<sup>2</sup> фундаментной плиты или на 3м<sup>3</sup> объема иных конструкций. Если следовать этим рекомендациям, то при объемах укладки 40-60 м<sup>3</sup> бетона в день, на объекте ежедневно придется вести контроль температуры бетона в 20,...30 точках изготавливаемых стен и перекрытий. Организационно и технически такая задача непосильна для большинства отечественных строительных организаций: реальная представительность температурного контроля на большинстве объектов составляет сегодня одну точку наблюдения на 10-30м<sup>3</sup> уложенного бетона и в таком виде температурный контроль не способен решать каких-либо задач действенного управления обогревом и эффективно влиять на конечное качество конструкций.

При работе на ответственных объектах, где нет места пренебрежительному отношению к существующим правилам и рекомендациям, практическая организация температурного контроля потребует:

- формирования и обучения звеньев исполнителей для выполнения измерений температур в круглосуточном режиме;
- назначение инженерного работника, ответственного за выполнение и обработку результатов температурного контроля;
- выбора методов измерений температуры бетона для различных конструкций и условий выдерживания, оснащения техническими средствами измерений;
- разработки правил выполнения и документирования измерений;
- выработки методики обработки и использования результатов измерений для управления процессом выдерживания конструкций;
- обеспечения безопасности измерительных работ при наличии затрудненных подходов, опасных мест и при работе в ночное время.

Именно для таких ситуаций авторами статьи разработана система температурно-прочностного мониторинга (TRM), обеспечивающая:

- качественную подготовку технологической документации на выполнение температурного контроля при обогреве и выдерживания ответственных монолитных конструкций;
- множественные измерения температуры в забетонированных конструкциях с минимизацией трудовых и финансовых затрат;
- эффективное управление обогревом на основе полного оперативного анализа реальных ситуаций;
- автоматизированное оформление необходимой документации температурно-прочностного контроля для журнала работ;
- совместимость результатов расчетного прогнозирования прочности с используемыми на объекте приборными методами контроля прочности бетона.

Система TRM успешно применена на десятках ответственных объектов и обеспечивает оптимальное соотношение критериев "*доступность - надежность - безопасность - стоимость*" при организации качественного температурно-прочностного контроля на строительной площадке.

Наиболее трудоемкая часть температурного контроля, связанная с непосредственными измерениями температуры бетона в выдерживаемых конструкциях, в рамках системы TRM базируется на использовании специального приборного комплекта для контактных множественных измерений в комплексе с приборами дистанционной инфракрасной термометрии.

Приборный комплект для контактных измерений (государственный сертификат соответствия № 0000601) состоит из электронного преобразователя (рис.1) и набора датчиков (рис. 1а, б), устанавливаемых в контрольных точках на весь период наблюдений. Каждый датчик выполнен в виде гибкого кабеля, на одном конце которого установлен полупроводниковый сенсор, а на другом - разъем для подсоединения к корпусу прибора. Длина кабеля датчика варьируется от 0,5 до 3 м, что позволяет выполнять измерения без применения лестниц и подмостей, располагать разъемы в безопасных для подхода местах.



Рис.1. Приборный комплект для множественных измерений температуры бетона: а) – датчики комплекта в прочном упругом резиновом кожухе для установки непосредственно в бетон (прямые измерения температуры); б) – датчики в мягкой защитной оболочке для установки на опалубку (косвенные измерения температуры бетона)

Одновременно с приборным комплектом для контактных измерений, в составе предлагаемой системы активно используются дистанционные измерения температуры на открытой поверхности опалубки с помощью современных ИК приборов – пирометров с последующим расчетным определением температуры бетона под опалубкой (рис. 2). Спонтанное и все расширяющееся использование на стройках пирометров для определения температуры бетона происходит в последние два-три года без должного теоретического и методического обоснования. В рамках предлагаемой системы косвенные измерения используются в совокупности с прямыми измерениями температуры бетона на основе методик, обеспечивающих оперативность и производительность измерений с соблюдением необходимой надежности результатов.



Рис.2. Общая принципиальная схема выполнения пирометрических измерений и схема косвенного измерения температуры бетона с использованием пирометра.

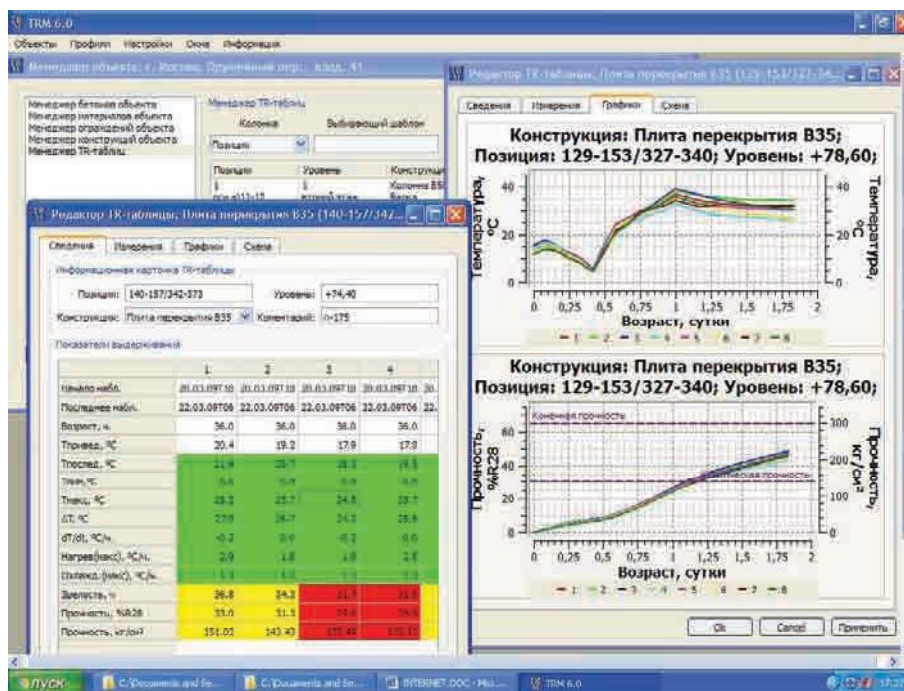


Рис.3. Рабочий экран программы TRM 6.0 при работе с температурным листом

Обработка результатов температурных измерений в системе происходит с помощью компьютера, установленного непосредственно на строительной площадке и программы TRM6. Программа обеспечивает ведение температурных листов в электронном виде с автоматическим расчетным определением прочности бетона в наблюдаемых точках. При этом производится построение графиков изменения температуры, полный анализ температурных критериев выдерживания бетона на предмет их соответствия существующим правилам и требованиям (рис. 3), вычленение неблагоприятных ситуаций. Наилучшим образом решено оформление документации контроля, формирование сводок и заключений, как в электронном, так и в бумажном виде. Особого упоминания заслуживают используемые в программе методы статистической

обработки результатов, позволяющие получать информацию, совершенно недоступную при традиционном контроле. Прежде всего, это группировки температурных показателей по различным видам конструкций и периодам выдерживания. Крайне эффективно работает принцип статистической настройки расчетных показателей прочности по данным операционного и приемочного неразрушающего контроля, обязательного при возведении монолитных зданий.

Практика показала, что система TRM обеспечивает эффективное управление процессами роста прочности бетона в период выдерживания при любых способах тепловой обработки. Ее применение означает современный технический и информационный уровни выполнения работ при зимнем бетонировании.

#### *Литература*

1. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. Госстрой СССР. -М.: ЦНИИОМТП Госстроя СССР, 1988.
2. Сборник нормативных требований к качеству выполнения строительных работ в соответствии с классификатором СНиП ч.3 «Организация производства и приемка работ». -М. Мосоргстрой, 1993.
3. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера. ЦНИИОМТП Госстроя СССР. -М: Стройиздат, 1982.
4. Руководство по производству бетонных работ. ЦНИИОМТП, НИИЖБ. -М.: Стройиздат, 1975.

#### *The literature*

1. SNIP 3.03.01-87. Nesuchie i ograjdaiushie konstrukzii
2. Sbornik normativnykh trebovaniy k kachestvu vypolnenia stroitelnykh rabot v sootvetstvii s klassifikatorom SNIP "Organizacia proizvodstva i priemka rabot
3. Rukovodstvo po proizvodstvu betonnykh rabot v zimnih usloviyah, raionah Dalnego Vostoka, Sibiri i Krainego Severa
4. Rukovodstvo po proizvodstvu betonnykh rabot

*Ключевые слова:* монолитное домостроение, зимнее бетонирование, обогрев и выдерживание бетона, измерение температуры бетона, контроль прочности бетона, технические средства для измерения температуры бетона, термометры, обучение специалистов, программное обеспечение.

*Keywords:* monolithic housing construction, winter concreting, heating and care of concrete, temperature measurement of concrete, control of concrete strength, means for measurement of concrete temperature, thermometers, experts training, the software.

*E-mail авторов:* [info@ntrm.ru](mailto:info@ntrm.ru).

*Рецензент:* Каган П.Б. Директор НИЦ «Информтехпроект»