

УДК 69.001.5

Программное управление зимним прогревом бетонных смесей

© И.А. Дорофеев, Н.Л. Дорофеева

Иркутский национальный исследовательский технический университет, г. Иркутск, Россия

Данная статья посвящена внедрению инновационных технологий в процесс управления зимним прогревом бетонных смесей в промышленном и городском строительстве. В статье рассматриваются эффективные способы увеличения коэффициента полезного действия систем традиционных методов прогрева бетонных смесей при применении управляющих комплексов.

Ключевые слова: прогрев бетонных смесей, энергоэффективность модулей управления, системы прогрева бетонных смесей, модульная система

Program control of winter heating of concrete mixtures

© Ivan A. Dorofeev, Natalia L. Dorofeeva

Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia

This article is devoted to the introduction of innovative technologies in the management of winter heating of concrete mixtures in industrial and urban construction. The article deals with effective ways to increase the efficiency of systems of traditional methods of heating concrete mixtures in the application of control systems.

Keywords: concrete mixes heating, control modules energy efficiency, concrete mixes heating systems, modular system

В современной России повсеместно нарастают темпы городского и промышленного строительства. Вопрос обеспечения населения качественным жильем является вопросом первостепенной важности. Во времена СССР широкое распространение получило строительство на основе блочных железобетонных конструкций. Это объяснялось простотой монтажа и производства работ на строительной площадке. Современные технологии строительства сильно отличаются. Острая необходимость увеличения качества жилья в совокупности с небольшой площадью выделяемых под строительство земельных участков делают актуальным возведение многоэтажных зданий, выше 9 этажей. Большое количество районов с высокой сейсмичностью на территории нашей страны создает необходимость сооружения гибких конструкций. К тому же наметился явный прогресс и в качестве используемых материалов, и в скорости их внедрения в строительство. Всем вышеперечисленным требованиям отвечает способ монолитного производства строительных работ.

В большинстве районов России промежуток времени с положительными средними суточными температурами является сезонным, его продолжительность очень невелика. Стремление к наращиванию темпов строительства жилых зданий приводит к необходимости производства строительных работ круглый год, а это значит, что бетонные работы должны проводиться при любой отрицательной температуре в диапазоне от 0 °С до -30...-45 °С. Поддержание положительной температуры при укладке и затвердевании бетонных смесей при монолитном бетонировании в зимних условиях требует очень больших энергетических затрат [1].

Снижение потребления электроэнергии приводит к снижению себестоимости всего процесса производства строительных работ, а следовательно, и к уменьшению стоимости возводимого жилья. Контроль параметров качества бетонной смеси при их укладке и затвердевании при доминировании отрицательных температур достаточно сложен и требователен. Наличие человеческого фактора при осуществлении контроля над процессами прогрева бетонных смесей во время строительства зачастую значительно ухудшает качество бетона, а в некоторых случаях делает невозможным дальнейшую эксплуатацию конструкций.

Существует несколько способов формирования подогрева при зимнем бетонировании. В каждом случае есть свои преимущества и недостатки, но каждая из систем обогрева бетонных смесей подразумевает преобразование электрической энергии в тепловую энергию. Чаще всего в роли преобразователей электрической энергии используются электроды, греющие кабели или калориферы. Но мало поддерживать температуру смесей в границах

положительных температур, необходимо учитывать и влажность окружающей среды, влажность самой бетонной смеси и воздействие ветровой нагрузки на элементы конструкции в период затвердевания бетона [2].

Мониторинг всех параметров поддержания системы в оптимальном режиме работы может осуществлять модуль управления толстопленочным резистивным нагревателем, с соответствующим программным обеспечением. Этот модуль соединяет прогреваемую строительную конструкцию и преобразователями электрической энергии, осуществляющими подогрев. В систему контроля программного обеспечения заложены все параметры, необходимые для успешного затвердевания бетона при проведении зимнего бетонирования с дальнейшим прогревом смесей [3, 4].

Принцип работы модуля управления процессом контроля систем прогрева бетонных смесей основан на оптимизации всех режимов работы оборудования. Известно, что при укладке бетонных смесей в опалубку, в течение непродолжительного времени возникают изотермические процессы, которые повышают температуру бетона в его толще. Внутренний перегрев бетонных смесей, как и отрицательные внешние температуры, при зимнем бетонировании оказывают негативные последствия: уменьшается прочность конструкций, после затвердевания бетонных смесей наблюдается сильное отклонение от проектных нормативов в виде местных выпучиваний [1].

Невозможность точного регулирования параметров температуры при не автоматизированном контроле над процессами прогрева, осуществляемом операторами, приводит либо к перегреву, либо к промерзанию бетонной смеси. Разработанное для модуля управления толстопленочным резистивным нагревателем программное обеспечение позволяет выдерживать все параметры, предъявляемые к качеству бетонирования. Программа управления автоматически регулирует мощность систем прогрева, увеличивая или уменьшая поступление электрической энергии на силовые блоки систем. Заложенный в программное обеспечение алгоритм позволяет учитывать понижение или повышение температуры и смеси и наружного воздуха, и, при наличии, ветровую нагрузку, динамически влияющую на изменение температурного режима [5].

Управление программным модулем может осуществляться не квалифицированным персоналом, что также ведет к снижению себестоимости работ и, следовательно, увеличению рентабельности всех строительных процессов, производимых на площадках. Применяемая система контроля была опробована экспериментально на действующих строительных площадках города Иркутска и зарекомендовала себя с положительной стороны на различных элементах конструкций фундаментах, монолитных и балочных перекрытиях, колоннах [6].

Модульная система управления гибкая и многофункциональная. В ее программном обеспечении заложены параметры блоков трансформаторов и блоков рабочей схемы, будь то греющий кабель или электроды, поэтому в итоге не имеет значения, каким из традиционных способов будет осуществляться прогрев бетонной смеси. Управляющий модуль и контролирующие элементы системы существенно снижают расход затраченной на прогрев бетонных смесей электроэнергии. Система управления оперативно реагирует на понижение температуры наружного воздуха, увеличивая поступления электроэнергии на рабочую схему. Увеличение же температуры бетонной смеси автоматически снижает поступление электроэнергии на системы прогрева. Но снижение энергетических затрат не самое главное. Основная задача заключается в улучшении качества возводимых конструкций за счет соблюдения всех параметров теплового режима при бетонировании в условиях отрицательных температур [7].

Снижение энергопотребления на строительных площадках повышает рентабельность всех производимых бетонных работ и, соответственно, приводит к удешевлению всего строительного процесса.

Система осуществления контроля за изменением температурных параметров в процессе затвердевания бетонной смеси и регулирования теплового режима при производстве бетонных работ с помощью модуля управления нагревательным элементом была успешно применена на строительной площадке «Новая Эра» в городе Иркутске. На основании уже произведенных работ можно уверенно говорить о значительном сокращении себестоимости проведения бетонирования в зимних условиях, что весьма актуально для современного строительства.

1. Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Пакулов С.А., Главинская М.М. Анализ производства строительных работ в зимний период времени // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 6. С. 99–102.
2. Евстигнеев В.В., Пугачев Г.А., Халина Т.М., Халин М.В. Расчет и проектирование низкотемпературных композиционных электрообогревателей. Новосибирск: Наука, 2001. 168 с.
3. Пат. №109628, РФ. Нагревательный элемент / И.Ю. Шелехов, И.В. Шелехова, Н.А. Иванов, И.М. Головных, Бьянг Чул Ким. Патентообладатели: Общество с ограниченной ответственностью «Термостат»; Институт кооперации науки и промышленности Пусанского национального университета. Заявл.: 31.03.2011. Оpubл.: 20.10.2011.
4. Пат. № 2463748, РФ. Способ изготовления толстопленочного резистивного нагревателя / И.Ю. Шелехов, И.В. Шелехова, Н.А. Иванов, Бьянг Чул Ким, И.М. Головных. Патентообладатели: Общество с ограниченной ответственностью «Термостат». Заявл.: 28.01.2011. Оpubл.: 10.10.2012.
4. Бардаков В.М., Векслер А.С., Гладкий Г.Ю., Шелехов И.Ю. Толстопленочные нагреватели и приборы на их основе: монография. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2001. 80 с.
5. Шелехов И.Ю., Шишелова Т.И., Смирнов Е.И. Применение новых технических решений в конструировании термоэлектрических систем // Вестник Мордовского университета. 2018. Т. 28. № 1. С. 48–61.
6. Шелехов И.Ю., Смирнов Е.И., Иноземцев В.П., Афонасьева А.А. Полупроводниковые нагревательные элементы: XII Международная науч.-практ. конф. «Научные открытия 2016» (г. Москва, 03 июня 2016 г.). Астрахань: НЦ «Олимп», 2016. С. 1295–1299.

Сведения об авторах / Information about the Authors

Дорофеев Иван Андреевич,

студент группы ГСХм-18-1,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: profxp@yandex.ru

Ivan A. Dorofeev,

Student,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: profxp@yandex.ru

Дорофеева Наталья Леонидовна,

кандидат технических наук,
доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов,
Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, Россия,
e-mail: dorofeeva@istu.edu

Natalia L. Dorofeeva,

Cand. Sci. (Technical),
Associate Professor of Theoretical mechanics and resistance of materials,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074, Russia,
e-mail: dorofeeva@istu.edu