

УДК 693.547.32:666.982

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ
СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**М.И. Батюк

Научный руководитель: профессор, д.т.н. В.Я. Ушаков

Научный консультант: профессор, д.т.н. А.И. Гныря

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634034

E-mail: mb110@yandex.ru**INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF ACCELERATED CURING DURING PRECAST
CONCRETE PRODUCTION**M.I. Batyuk

Scientific Supervisor: Prof., Dr. V.Ya. Ushakov

Scientific Consultant: Prof., Dr. A.I. Gnyrya

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634034

E-mail: mb110@yandex.ru

Abstract. *In this paper an assessment of implementation of direct electric preheating of concrete mixture applied to precast concrete production is given. It is determined that its implementation can significantly reduce the cost of production. The results of studying the dynamics of change and distribution of temperature during preheating and holding of concrete are presented.*

Введение. Тепловая обработка, применяемая для ускорения набора прочности бетона, является наиболее энергозатратным и ответственным этапом производства железобетонных изделий. Традиционным способом её реализации является обработка изделий паром [1]. Применяется также тепловое воздействие продуктами сгорания различного вида топлива, чаще - природного газа. Применение перечисленных способов сопровождается значительными технологическими потерями тепла и загрязняющими атмосферу выбросами. Одним из путей сокращения негативного воздействия на окружающую среду и повышения энергоэффективности технологического процесса производства бетонных и железобетонных изделий может служить предварительный электроразогрев бетонной смеси (ПЭРБС). Преимущества данного подхода будут возрастать по мере увеличения доли электроэнергии, производимой по «чистым технологиям» (с использованием возобновляемых энергетических ресурсов, повышением доли ядерной и термоядерной энергетики).

ПЭРБС является элементом технологии зимнего бетонирования, обеспечивающим возможность укладывания бетонной смеси на промёрзшее основание и способствующим достижению критической прочности бетона до возникновения в нём фазовых переходов воды. В заводских технологиях ПЭРБС не нашёл широкого применения. Применение данного технологического приёма в условиях отапливаемого производственного помещения позволит в полной мере использовать и другие его преимущества, способствующие повышению энергоэффективности производственного процесса и качества бетона.

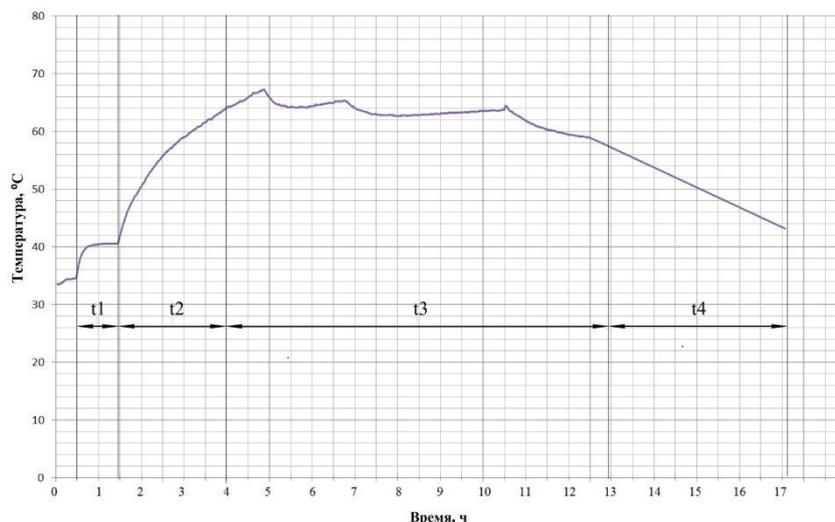


Рис. 1. График тепловой обработки плит ПДН-14 в среде продуктов сгорания природного газа

На рис. 1 представлен график тепловой обработки дорожных напряжённых плит ПДН-14 в ямной камере в среде продуктов сгорания природного газа (ПСПГ), где t1- стадия предварительной выдержки бетона, t2 – стадия подъёма температуры, t3 – стадия изотермического прогрева, t4- стадия остывания. Кривая на графике отображает изменение температуры в камере тепловой обработки. Одновременно с данным технологическим процессом был произведён электроразогрев трёх параллельно заформованных образцов 100x100x100мм из смеси того же состава (класс, В27,5, расход материалов на 1м³: цемент-400 кг, песок – 710 кг, щебень – 1150 кг, вода – 100 л, воздухововлекающая добавка – 0,2 кг, фиброволокно – 0,9 кг). График изменения и распределения температуры представлен на рисунке 2.

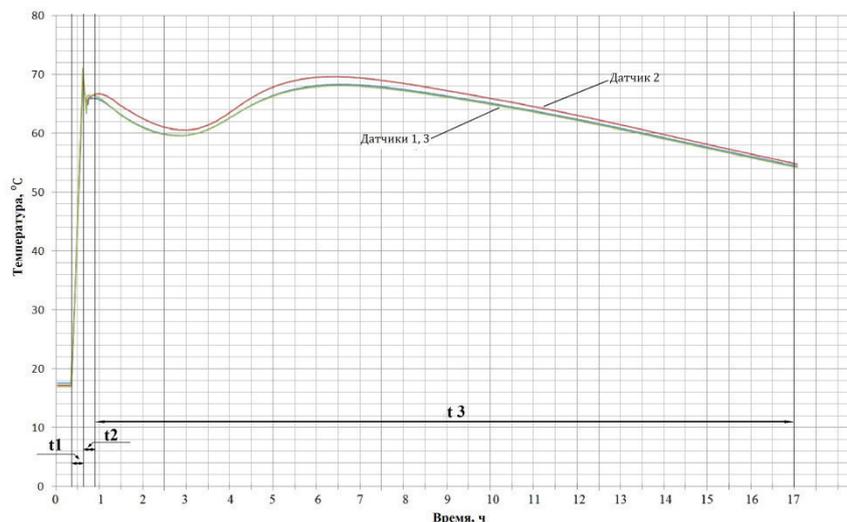


Рис. 2. Динамика изменения и распределения температуры бетона при ПЭРБС

Здесь t1 –стадия форсированного разогрева смеси (16 минут), t2 – укладывание смеси, t3 – выдержка образцов без дополнительного теплового воздействия в изолированной опалубке. Как видно из представленного графика, на протяжении всего цикла температура распределена по объёму практически равномерно – температуры крайних образцов (1,3) идентичны, температура образца 3, расположенного в

середине, отличается не более чем на 2°С в большую сторону. Для наглядности и удобства сопоставления, рассматриваемые графики совмещены в одной системе координат (рис.3), откуда видно, что после электропрогрева смеси и обеспечения надёжной влаго- и теплоизоляции конструкции, не требуется дополнительных ресурсов для того, чтобы воспроизвести (и даже превзойти по среднему значению температуры) график традиционного режима. Следует также отметить, что применение традиционных методов предусматривает работу дополнительного оборудования (автоматика, насосы, вентиляторы и др.) большую часть цикла, что неизбежно ведёт к дополнительным эксплуатационным издержкам, в то время как при ПЭРБС данная необходимость минимальна, либо отсутствует вообще.

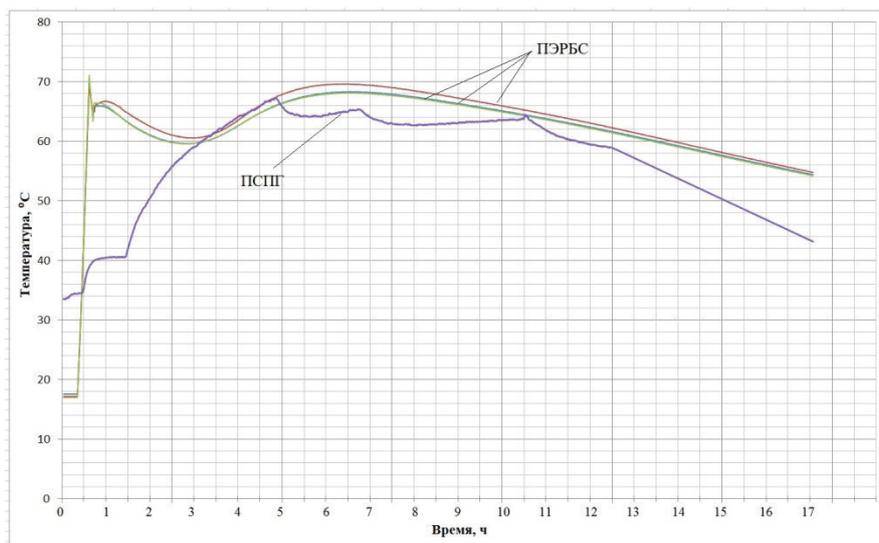


Рис. 3. Сопоставление режимов теплового воздействия

Спустя 16 часов образцы были извлечены из формы и испытаны на сжатие. Средняя прочность образцов составила 24,8 МПа. Расход электроэнергии на разогрев трёх образцов составил 130 Вт (155 МДж/м³), что в 2,5 раза ниже минимальных энергозатрат при прогреве в среде ПСПГ.

Заключение. Получение относительно высоких показателей энергоэффективности процесса тепловой обработки в условиях производственного помещения достигнуто благодаря интенсификации экзотермии цемента за счёт форсированного разогрева смеси и рационального использования экзотермического тепла. Есть основания полагать, что дальнейшее совершенствование технологии и условий проведения экспериментов позволит добиться более высокой прочности при меньших энергозатратах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kafry I.D. Direct Electric Curing of Concrete: Basic Design // Whittle Publishing Services. – 1993. –Р. 93-94.