

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 13.06.01 Техника высоких напряжений
Школа Инженерная школа энергетики
Отделение Отделение электроэнергетики и электротехники

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Повышение эффективности энергопотребления при тепловой обработке железобетонных изделий УДК <u>621.31.031-027.236:666.982</u>

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A8-45	Батюк Михаил Игоревич		

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. НПЛ ИПЭПТ	Ремнёв Г. Е.	д.т.н.		

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОЭЭ ИШЭ	Ивашутенко А. С.	к.т.н., доц.		

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Проф. ОЭЭ ИШЭ	Ушаков В. Я.	д.т.н., проф.		

Актуальность темы исследования. Тепловая обработка (ТО), как одно из эффективных средств интенсификации твердения бетона, является неотъемлемым технологическим этапом производства железобетонных изделий (ЖБИ). На сегодняшний день, как в России, так и за рубежом, основным способом теплового воздействия является паротепловая обработка при атмосферном давлении (пропаривание). Удельный расход энергии на её реализацию составляет в среднем 711 МДж/м³ (198 кВт·ч/м³). Другим менее распространённым, но более энергоэффективным методом, применяемым преимущественно в России, является ТО бетона в среде продуктов сгорания природного газа (ПСПГ). Ориентировочный расход энергии при данном методе составляет 457 МДж/м³ (127 кВт·ч/м³). На долю ТО приходится 40-60% от суммарных энергозатрат, что составляет 5-10% стоимости продукции, а её продолжительность составляет в среднем 70-80% общей длительности производственного цикла. Поэтому в настоящее время, тепловая обработка, как самый длительный и дорогостоящий технологический этап, становится наиболее актуальным объектом исследования в аспекте повышения энергоэффективности и сокращения длительности технологического процесса.

Одним из перспективных направлений для решения данной задачи является совершенствование и внедрение в технологию производства ЖБИ методов электротермического воздействия, отличающихся более высоким коэффициентом полезного действия (КПД) благодаря непосредственному тепловыделению в объёме бетона за счёт протекания электрического тока. Наиболее эффективным из них с точки зрения физики протекающих в бетоне процессов и рациональности использования пространства, является метод предварительного электроразогрева бетонной смеси (ПЭРБС). Использование всех его преимуществ может способствовать снижению энергопотребления в 3 и более раза, повышению качества конечного продукта, сокращению ряда эксплуатационных издержек. Однако, на сегодняшний день значительная доля потенциала ПЭРБС не реализована и его применение по большей мере остаётся ограниченным. Обусловлено это следующими факторами:

- Используемое оборудование и технология не обеспечивают требуемых параметров нагрева бетонной смеси. Связано это в первую очередь с тем, что на сегодняшний день остаётся нерешённой проблема неравномерного нагрева смеси по объёму, что зачастую ведёт к нарушению технологического процесса, браку продукции, выходу оборудования из строя.

- Недостаточно высокий технический уровень средств реализации ПЭРБС. На сегодняшний день рассматриваемая область характеризуется низким уровнем автоматизации (а в большинстве случаев полным её отсутствием). Отсутствие обратной связи и противоаварийной автоматики также усугубляет вышеперечисленные негативные эффекты.

- Недостаток нормативной базы и регламентирующих документов в области данного направления. Имеющиеся официальные рекомендательные и регламентирующие документы разработаны более 30 лет назад. Наиболее актуальная информация содержится в различных научных работах, не всегда доступных для рядовых инженерно-технических работников промышленных предприятий.

Объектом исследования является технология тепловой обработки бетона с применением предварительного электроразогрева бетонной смеси.

Предметом исследования являются процессы формирования электрических и тепловых полей в объёме устройств для предварительного электроразогрева бетонной смеси.

Цели и задачи работы включают исследование распределения температуры по объёму и его влияния на качество бетона при различных методах тепловой обработки, разработка способа физического моделирования электрического и теплового поля при электроразогреве бетонной смеси, разработка средств и методов управления тепловым полем в объёме бетонной смеси для достижения её равномерного нагрева.

Научная новизна работы:

1. Разработан способ физического моделирования (воспроизведения) типовых электрических полей, формирующихся при электротермическом воздействии на бетонную смесь.
2. Предложен способ исполнения, установки и расположения электродов по площади внутренних стенок ёмкости для электроразогрева смеси, обеспечивающий возможность точечного управления нагревом.
3. Разработан способ непрерывной подстройки теплового поля для получения равномерного разогрева смеси по объёму.
4. Расширен арсенал технических средств, используемых в технологии ПЭРБС.
5. Предложен сравнительно недорогой способ исследования распределения температуры по объёму железобетонных изделий.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработан новый, теоретически и экспериментально обоснованный способ разогрева смеси, позволяющий улучшить качество горячей смеси и повысить ресурс электротермического оборудования за счёт более равномерного распределения температуры по объёму. На основе проведённых исследований была разработана, изготовлена и апробирована в лабораторных условиях система непрерывной подстройки теплового поля с опцией диспетчеризации и архивации данных технологического процесса. В ходе исследования были экспериментально получены результаты распределения температуры по объёму прогреваемых реальных ЖБИ и монолитных конструкций. Данная информация может быть полезной для инженерно-технических работников предприятий стройиндустрии, занимающихся разработкой режимов тепловой обработки. Для проведения исследований температурных градиентов был разработан способ получения значений температуры с различных точек объёма с учётом специфики методов теплового воздействия.

Структура и содержание работы. Научно-квалификационная работа состоит из введения, 4 глав и заключения. Общий объём работы – 95 страниц, включая 39 рисунков и 2 таблицы.