ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/411

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ТОЧНЫХ РЕШЕНИЙ НЕЛИНЕЙНОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

Молодин В.В., Чиркунов Ю.А., Лазарев А.А.

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Уже первые опыты производства бетонных работ в условиях отрицательных температур потребовали ответа на основной вопрос зимнего бетонирования – как рассчитать остывание конструкции забетонированной на морозе и какую прочность приобретёт бетон за это время.

Сегодня, температурные режимы бетона, подвергающегося термообработке, определяются либо приблизительно [1], либо точными, но очень сложными решениями [2].

Задачей настоящего исследовательского проекта является получение практического подтверждения теории, основанной на принципиально новом, простом решении уравнения интегрального теплового баланса Фурье (1).

$$\bar{Q} = -\lambda \cdot \text{grad}(T) \cdot S \quad (1).$$

методами группового анализа дифференциальных уравнений для реальных конструкций неидеальной формы, предложенных заведующим кафедрой высшей математики НГАСУ, доктором физико-математических наук, профессором Ю.А. Чиркуновым [3].

Исследование актуально и направлено на облегчение расчетов тепловых режимов и прочности твердеющего бетона в реальных производственных условиях бетонирования в зимних условиях.

Для подтверждения гипотезы выбрана одна из предложенных функций (2), описывающая процесс распространения тепла в неоднородном стержне при наличии внешнего нестационарного источника тепла:

$$T = \left[\frac{\beta}{(\alpha - 2)(2 - \alpha + \beta)} \right]^{\frac{1}{\beta}} \cdot x^{\frac{2-\alpha}{\beta}} \cdot \left[(\ln(\varepsilon(t)))' \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (2).$$

В ходе исследования устанавливалась зависимость между:

T – температурой прогрева, t – временем прогрева и x – текущей координатой внутри стержня.

Рис. 1. Экспериментальная модель

В рамках эксперимента ставилась задача определить тепловую волну в неоднородном стержне и подтвердить или опровергнуть теоретические положения на которых строится новая модель расчёта. С целью приближения процесса к реальному бетонированию, было принято решение заменить стержень моделью колонны.

Экспериментальная модель (см. рис. 1) представляет собой опалубку (1); два нагревательных прибора (2), расположенных у верхнего и нижнего торца колонны; утеплитель боковых граней из плит пенополистирола (3); модельного тела (смесь бентонитовой глины, песка, воды и крупного заполнителя, имитирующая бетонную смесь) (4); термодатчиков (5), установленных вдоль

продольной оси модельного тела с шагом 160 мм по боковой поверхности и в центре.

Секция 8. Сварка, родственные процессы и технологии для создания технических систем ответственного и специального назначения, в том числе для эксплуатации в экстремальных условиях и низких климатических температур Арктики и Крайнего Севера

В результате обработки данных, считанных с термодатчиков в ходе эксперимента получены следующие графики зависимости температуры от времени. На рисунке (см. рис. 2) представлен характер распределения фактических температур в экспериментальной конструкции для случая, когда нагреватели установлены сверху конструкции. Пунктирной линией на экспериментальном графике показана расчётные кривые изменения температуры в конструкции

Закключение

На основе графиков, построенных по экспериментальным данным и графикам, полученных путем построения зависимостей, предложенных Ю.А. Чиркуновым, можно сделать следующие выводы:

- 1) Сравнение теоретической и экспериментальной кривых изменения температуры для одной точки в конструкции, подвергающейся термообработке, показывает их хорошую сходимость.
- 2) Графики изменения температуры по времени для разных точек конструкции имеют схожий характер и описываются предложенной зависимостью;
- 3) Представляется возможным найти некие коэффициенты, при которых график теоретический будет полностью идентичен результатам эксперимента, что существенно упростит его практическое использование;
- 4) Чтобы снизить погрешность, имеет смысл построить трёхмерный график зависимости $T(t, x)$, где x – расстояние до исследуемой точки;
- 5) Представляется разумным, провести дополнительные исследования с целью анализа тепловой волны, исходящих от нагревающих элементов, находящимися в других плоскостях конструкции (в том числе и на боковых гранях), для усовершенствования технологии прогнозирования режимов термообработки бетонных конструкций.

1. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях в районах Дальнего Востока, Сибири и Крайнего Севера / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1982. – 213 с.
2. Молодин В. В. Бетонирование монолитных строительных конструкций в зимних условиях: монография / В. В. Молодин, Ю. В. Лунев. – Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2006. – 300 с.
3. Чиркунов Ю.А. Нелинейное распространение тепла в неоднородном стержне при воздействии нестационарного источника тепла применительно к задачам зимнего бетонирования. // Известия ВУЗов. Строительство. 2018. № 2. С. 70–76.