

УДК 693.547.3

## МЕТОД ГРУППОВОГО АНАЛИЗА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ

В. В. МОЛОДИН, Н. С. ВОЛКОВ, М. С. ПОПОВА

Новосибирский государственный архитектурно-строительный  
университет (Сибстрин)  
Новосибирск, Россия

Строительство является уникальным техническим и технологическим процессом, включающим в себя множество подпроцессов, разделенных между собой последовательностью их выполнения. Возведение монолитной конструкции в зимний период является одним из них.

Однако, несмотря на все известные методы прогрева бетонной смеси при отрицательной температуре, строители сталкиваются с проблемой ненадлежащего ухода за бетонной смесью, залитой в опалубку, поскольку процесс гидратации напрямую зависит от температуры состава. К тому же, исходя из нормативной документации, раствор приобретает критическую прочность только при положительной температуре. Влияние отрицательной же способствует кристаллизации воды, находящейся в порах, и последующим недобору критической прочности, влекущее несоответствие готового изделия к эксплуатации и экономическим издержкам в связи с производственным браком, либо с передержкой при прогреве.

Советские и российские ученые активно пытались вывести формулы, позволяющие решить данную проблему путем вывода формул, описывающих процесс набора критической прочности бетонной смеси при заданных параметрах мощности и изменении негативных факторов окружающей среды, но все они обладали рядом неточностей, среди которых:

1) формула Б. Г. Скрамтаева [1] хоть и являлась наиболее рациональной и применимой, но при этом лишь приблизительно описывала данный процесс;

2) вывод теории регулярного режима Г. М. Кондратьева [2] не учитывала изменения температуры окружающей среды и позволяла решать три типа задач – пластинка, цилиндр и шар;

3) задача А. В. Лыкова [3] также не учитывала фактор изменчивости температуры среды;

4) решение В. В. Молодина с применением линейных дифференциальных уравнений теплопроводности линейно описывала данный процесс и была громоздкой, что не позволяло его применять в условиях реальных строительной площадки.

Однако, благодаря Л. В. Овсянникову, был получен принципиально новый метод [4], основанный на нелинейности процессов, происходящих в среде, в связи с чем Ю. А. Чиркунов предложил использовать групповой анализ дифференциальных уравнений в качестве инновационного пути решения поставленной задачи. Им выведены формулы, описывающие монолитные конструкции разного типа и сечения, среди которых были плита, колонна и ригель [5].

Полученные сведения в ходе экспериментального исследования подтвердили, что данный метод является не только применимым, но и актуальным в реалиях строительной площадки, поскольку данные формулы нелинейно описывали кривую нагрева и охлаждения бетонной смеси и, ввиду компактности, позволяют применять их в рамках строительной площадки.

В связи с изученными материалами определена основная цель исследования.

Целью проводимого исследования является оценка метода группового анализа дифференциальных уравнений с последующей реализацией его на строительных объектах Российской Федерации.

На основе полученного материала и поставленных целей проведены экспериментальные и теоретические исследования для выявления его потенциала.

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы.

1. Подмодели T1 и T10, описывающие нелинейный процесс распространения тепла в неоднородном стержне при наличии нестационарного источника тепла, дают хорошую сходимость.

2. Для случая малой мощности расчетные формулы дают наиболее точный результат.

3. Сравнительный анализ сходимостей двух графиков показал разницу в 2,6 %.

4. Метод группового анализа дифференциальных уравнений является эффективным в условиях зимнего бетонирования.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные материалы / Б. Г. Скрамтаев [и др.]. – Москва, 1954.
2. **Кондратьев, Г. М.** Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – Москва, 1954.
3. **Лыков, А. В.** Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – Москва, 1967.
4. **Овсянников, Л. В.** Групповой анализ дифференциальных уравнений / Л. В. Овсянников. – Москва, 1978.
5. Нелинейные подмодели, описывающие распределение тепла при зимнем бетонировании колонны при наличии внешнего нестационарного источника тепла / В. В. Молодин [и др.]. – Новосибирск, 2023.