

УДК 691.31:691.33

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОТЕРМООБРАБОТКИ УЗЛОВ СОПРЯЖЕНИЯ СБОРНО-МОНОЛИТНЫХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ

*Титов М.М., Борисов И.А.*

*Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Новосибирск*

Ключевые слова: зимнее бетонирование, сборно-монолитный каркас, расчет трехмерных узлов, прогрев, охлаждение.

Наиболее прогрессивной конструктивно-технологической строительной системой для каркасных зданий на сегодняшний день является сборно-монолитная конструкция каркаса, исключая опалубочные работы как таковые. Применение ее в загородном малоэтажном (2-3 этажа) строительстве позволяет резко сократить трудозатраты на возведение каркаса здания, а значит и стоимость, сроки и в совокупности с возможностями свободной планировки помещений практически не имеет конкурентов.

Узким местом этой прогрессивной системы является набор прочности бетона в зимний период, т.к. строительство обязательно должно быть круглогодичным. Однако все имеющееся на сегодня в распоряжении строителей нормативные и рекомендательные документы по электротермообработке бетона в зимнее время не позволяют решить эту задачу в виду очень большого модуля поверхности бетонизируемых конструкций и отсутствия достоверных методов расчета тепловых и электрических задач технологии. Особенно это касается наиболее ответственного узла сборно-монолитного каркаса – сопряжение сборно-монолитной плиты перекрытия со сборно-монолитным участком колонны, где происходят сложные трехмерные теплообменные процессы всеми тремя способами теплопередачи – теплопроводностью, конвекцией, лучистикой. Аналитическое решение подобных задач возможно лишь для простейших геометрий и крайне затруднительно для реальных производственных форм. Проблему можно решить, лишь используя современные программные продукты, позволяющие решать подобные задачи для любых типов трехмерных узлов. В качестве иллюстрации рассмотрим следующий пример.

Рассмотрим узел сопряжения плиты и колонны в сборно-монолитном здании (рис. 1):

Для расчета приняли 1/4 узла со следующими размерами элементов: железобетонная колонна произвольной длины с сечением 400 на 400 мм, железобетонная плита произвольной длины и ширины с толщиной 200 мм.

Зададимся следующими условиями: температура окружающей среды равна  $-20^{\circ}\text{C}$ , начальная температура бетона плиты  $+10^{\circ}\text{C}$ , коэффициент конвективной теплоотдачи равен  $20 \text{ Вт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$ .

Рассмотрим два варианта расчета:

- 1) Остывание бетона плиты до температуры окружающей среды;
- 2) Прогрев плиты с двух сторон мощностью  $100 \text{ Вт/м}^2$ , прогрев узла с двух сторон мощностью  $200 \text{ Вт/м}^2$

Остывание бетона плиты до температуры окружающей среды:

Теплоотдача будет происходить через верхнюю и нижнюю грани плиты и через две грани колонны (рис. 2).

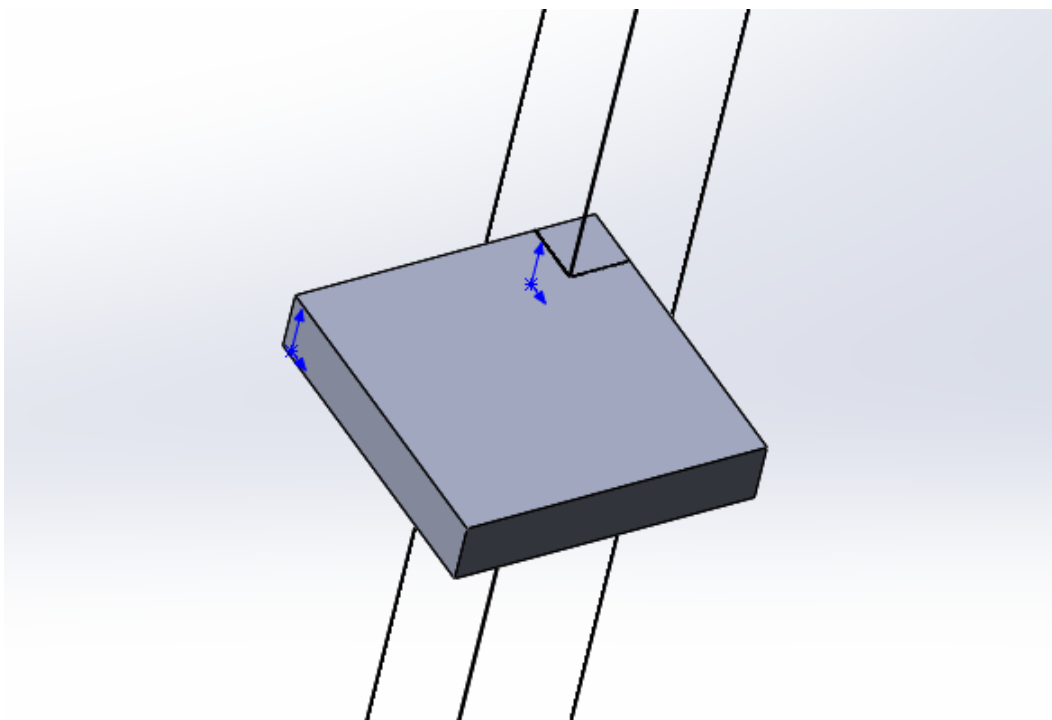


Рис. 1: Узел сопряжения плиты и колонны в сборно-монолитном здании.

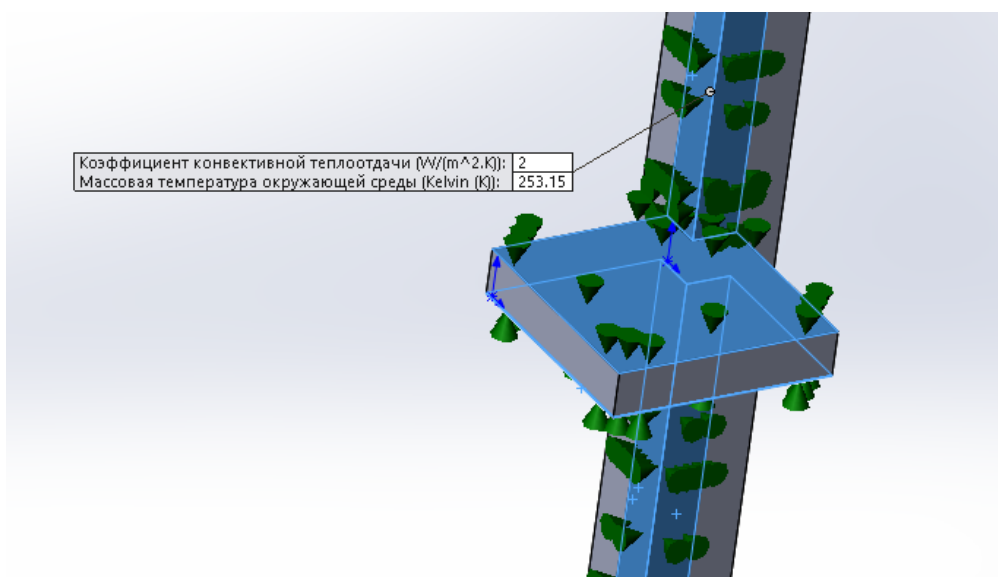
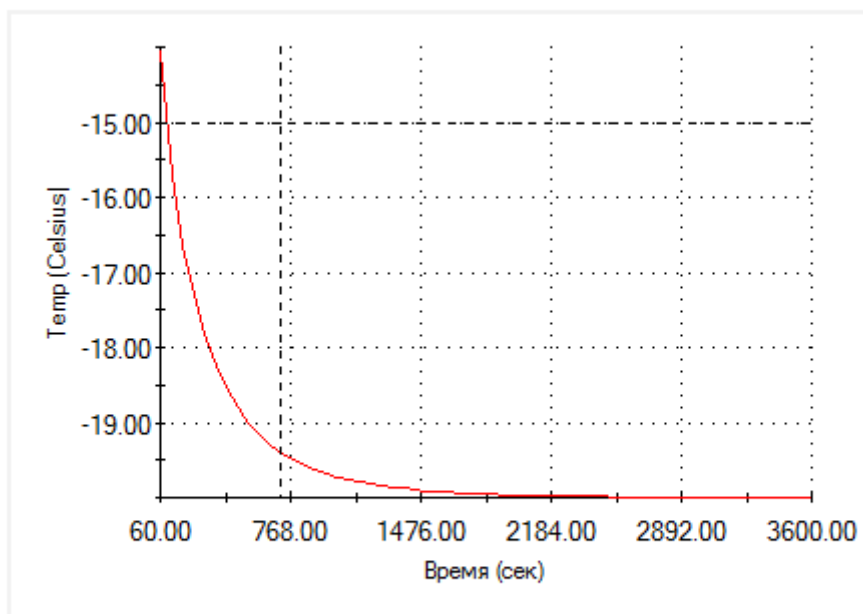


Рис. 2. Схема расположения поверхностей, через которые происходит теплоотдача.

В результате расчета получим следующую модель охлаждения узла.  
Построим графики охлаждения плиты (рис. 3, 4):

Название исследования: Исследование 1(-По умолчанию-)  
Тип эюры: Термическая Термический1

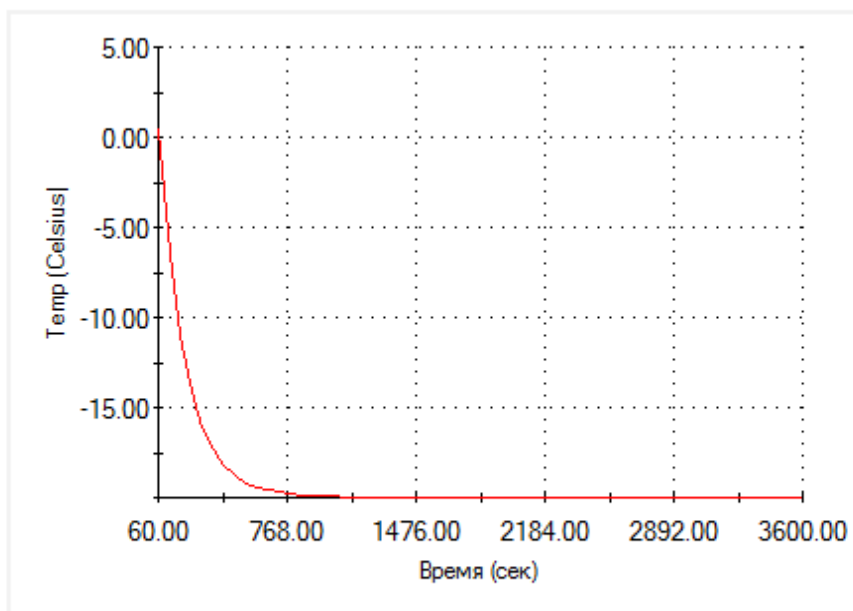


— Узел 967

713.538, -15.0133

Рис. 3. График охлаждения плиты в колонне.

Название исследования: Исследование 1(-По умолчанию-)  
Тип эюры: Термическая Термический1



— Узел 13993

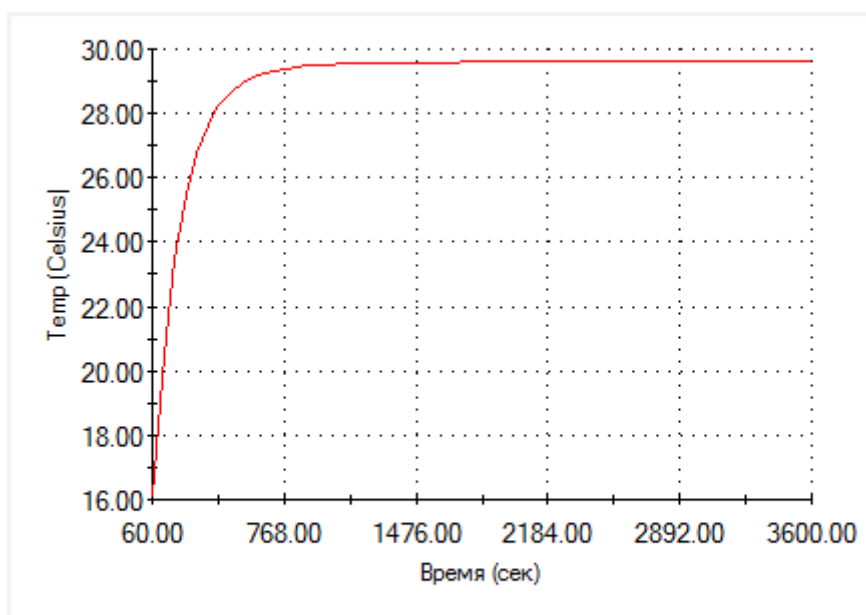
3698.03, -26

Рис. 4. График охлаждения плиты перекрытия.

Прогрев плиты и узла заданной мощностью:  
Схема теплоотдачи (рис. 2).

В результате расчета получим следующую модель прогрева узла  
 Построим графики охлаждения плиты перекрытия (рис. 5, 6):

**Название исследования: Исследование 2(-По умолчанию-)  
 Тип эпюры: Термическая Термический1**

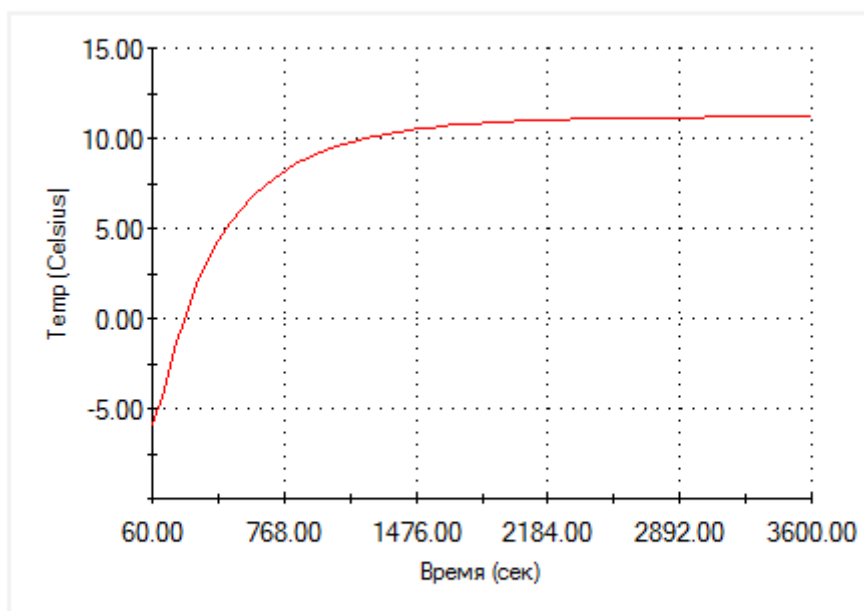


— Узел 13629

-628.632, 24.2133

Рис. 5. График прогрева плиты перекрытия.

**Название исследования: Исследование 2(-По умолчанию-)  
 Тип эпюры: Термическая Термический1**



— Узел 970

630.274, -14.5556

Рис. 6. График прогрева плиты в колонне.

Проанализируем полученные результаты:

1) В случае если начальная температура бетонной смеси +10 при температуре воздуха -20, то, как следует из расчетов (рис. 3, рис. 4), остывание смеси происходит за считанные минуты и уже через 15 минут опускается до температуры наружного воздуха на контакте со старым бетоном, что неприемлемо.

2) При прогреве монолитной плиты сверху и снизу плоским источником тепла мощностью 100 Вт/м<sup>2</sup> и плиты в сечении колонны мощностью 200 Вт/м<sup>2</sup> получены графики температур в центре плиты (рис. 5 и 6) . Вполне приемлемы для реализации их имеющимися техническими средствами в распоряжении строителей.

Таким образом, показана принципиальная возможность организации производства зимнего бетонирования сборно-монолитных узлов каркасных зданий, что позволяет получать гарантировано требуемую СНиПом прочность бетона в стыках как на стадии проектирования технологических процессов, так и непосредственно в самом производстве.

### **Литература**

1. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 192 с.
2. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях. / Под ред. Б.А. Крылова, С.А. Амбарцумяна, А.И. Звездова. – М.: НИИЖБ, 2005. – 275 с.
3. ГОСТ 26633-12 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые»