

обозначенного оборудования такова, что у большинства граждан не хватает средств на одновременную покупку оборудования и, в этом случае, процесс подключения всей группы желающих, в рамках населенного пункта, может растянуться на многие месяцы.

Выводы

1. Все вышеперечисленное указывает, что при достаточной степени проработки инженерной части проектов электродомов, отсутствует решение экономической целесообразности как в части капитальных затрат, так, что было ожидаемо, и в части тарифов на электроэнергию. ввиду все еще излишней дороговизны электроэнергии для конечного потребителя.

2. Многоквартирные электродома могут быть выгодны только в ограниченных масштабах в тех местах, где отсутствуют теплосети и проблематична их прокладка, а также в случае, если нет близкого подключения к газовым сетям.

3. Отсутствие на будущие годы конкретных показателей по вводу объемов жилых массивов с электродомами, не обязывает строительные организации выполнять какие-либо планы по строительству и создает условия для постепенного его сворачивания.

УДК 666.972

Рекомендации по повышению энергоэффективности производства железобетонных изделий и цементобетона с использованием разогретых заполнителей

Сизов В. Д.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Рассмотрены результаты расчетов температурных полей железобетонных конструкций и цементобетонных покрытий в процессах разогрева и охлаждения и сформулированы на их основе рекомендации по повышению энергоэффективности при проведении данных процессов.

Для разработки рекомендаций по повышению энергоэффективности использования предварительно разогретых заполнителей при производстве железобетонных изделий и укладке цементобетонных покрытий были проведены аналитические исследования и расчеты, которые позволили выявить следующие закономерности и зависимости.

Расчет температурных полей и роста средней температуры изделия в целом показал, что средняя температура нагреваемой бетонной панели

достигает температуры разогрева 100°C в течение 5 часов при двухстороннем нагреве и в течение 10 часов при одностороннем нагреве (рис. 1).

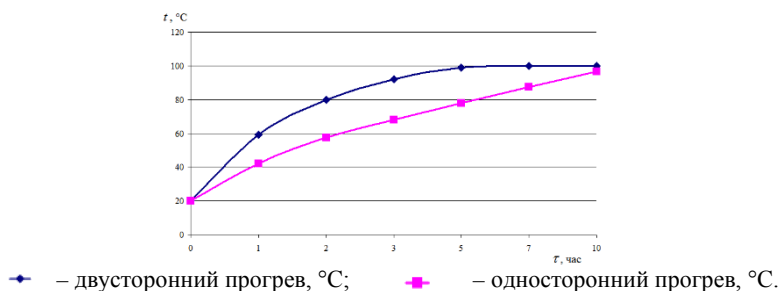


Рис. 1. Средние температуры конструкции панели в процессе обработки в щелевых камерах при $t_{\text{нач}} = 20^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{кон}} = 100^{\circ}\text{C}$, $\alpha = 80 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$

Расчеты по разогреву элементов заполнителя в виде шара классической формы показывают, что элементы диаметром 35 мм можно разогреть до температуры $\approx 100^{\circ}\text{C}$ при ГУ II рода примерно за 12 минут.

В этом случае начальная температура нагреваемого изделия достигает $35\text{--}40^{\circ}\text{C}$, а не 20°C и время тепловой обработки сокращается на $0,5\text{--}1,0$ часа при двухстороннем подогреве и на $10\text{--}15\%$ уменьшается расход тепловой энергии на ТВО.

Для теплотехнической оценки процессов теплопереноса было определено время охлаждения элементов заполнителей, находящихся в общем массиве изделия.

Данные расчетов при начальной температуре элемента диаметром $\varnothing 35 \text{ мм}$ в 60°C и конечной температуре 20°C показали, что данный элемент охлаждается примерно за 3 минуты.

При этом массив заполнителей отдает общей массе 55000 кДж и разогревает бетонную массу примерно до 50°C . С этой температуры начинается ТВО, а общее время сокращается уже на $1,0\text{--}1,5$ часа.

Для определения времени прогрева массива бетонной смеси между фракциями заполнителя была разработана физическая модель железобетонной конструкции.

Определенные по расчетным зависимостям [1] величины значений температур в различные промежутки времени и построенный график в этой модели представлен на рис. 2.

Для разработки основных технологических принципов использования предварительно разогретых заполнителей при укладке цементобетонных покрытий в первую очередь необходимо определить промежутки времени,

в течение которого уложенное покрытие будет охлаждаться до нулевой или отрицательной температуры при различных начальных параметрах.

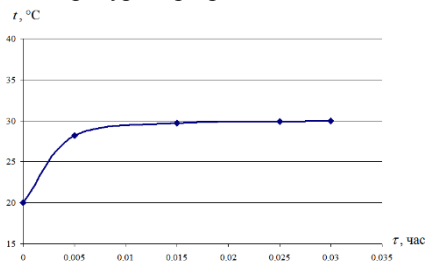


Рис. 2. График повышения средней температуры элемента массива бетонной смеси между фракциями заполнителя

Все полученные данные определяют увеличение периода охлаждения массива покрытия, что приводит к созданию лучших условий схватывания бетона.

По полученным результатам расчетов были построены графики зависимости температуры поверхности и средней температуры от времени охлаждения (рис. 3):

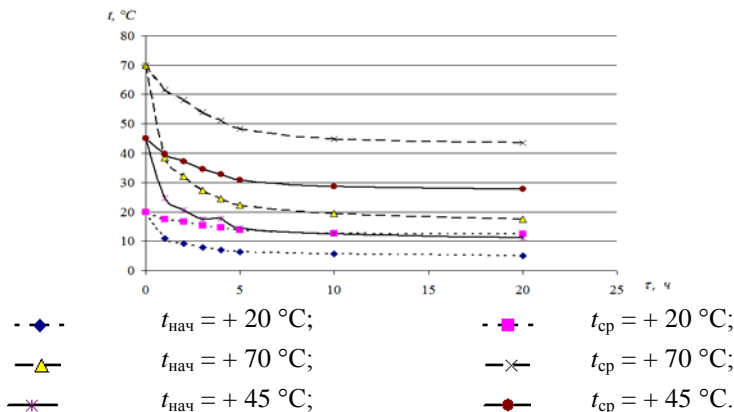


Рис. 3. Графики зависимости температуры поверхности и средней температуры от времени охлаждения

Результаты проведенных расчетов и построенные графики показывают, что при повышении начальной температуры цементобетонного покрытия,

время нахождения самого массива при положительных температурах увеличивается, а это обстоятельство значительно повышает эффективность схватывания самой цементной массы и способствует ее более эффективному твердению.

Для разработки рекомендаций по повышению энергоэффективности предварительного подогрева инертных заполнителей необходимо оценить влияние начальной температуры смеси на период охлаждения цементобетона.

Для уточнения данного предположения в дополнение к проведенным ранее аналитическим исследованиям были рассчитаны периоды охлаждения цементобетонного покрытия с $t_{\text{нач}} = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$; $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{кон}} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По полученным результатам расчетов построены графические зависимости снижения температуры поверхности цементобетона за время воздействия отрицательных температур при различных начальных значениях. Для примера приведен график снижения температуры при $t_{\text{нач}} = +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рис. 4).

Как видно из графических зависимостей, для создания наилучших условий схватывания цементобетонной смеси при положительных температурах и отрицательной наружной температуре $t_{\text{нар}} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$ начальная температура цементобетона должна быть не ниже $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$, а с определенным запасом $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, а время схватывания при положительных температурах более 2-х часов.

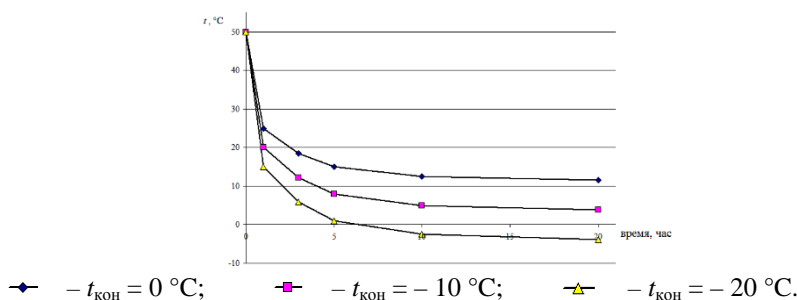


Рис. 4. Снижение температуры поверхности цементобетона за время воздействия отрицательных температур при $t_{\text{нач}} = +50\text{ }^{\circ}\text{C}$

Данную начальную температуру можно получить за счет подогретых инертных заполнителей в виде крупнофракционного щебня с диаметром $\varnothing \approx 35\text{ мм}$ каждой фракции.

При охлаждении цементобетонной смеси от +20 до +50 °С до минимальных наружных температур (–20 °С) могут появиться деформационные явления в виде трещин и сколов.

Основным критерием, определяющим трещиностойчивость является скорость охлаждения Ψ , критическая величина которой должна лежать в определенных пределах.

Расчетную скорость охлаждения цементобетонных покрытий определяют по формуле [2]:

$$\Psi = \frac{t' - t''}{\tau' - \tau''}, \text{ } ^\circ\text{C/ч},$$

где t' – температура цементобетона в момент времени τ' , °С; t'' – температура цементобетона в момент времени τ'' , °С.

По полученным результатам расчета построены графические зависимости скорости охлаждения поверхностных слоев цементобетона от времени охлаждения при различных начальных и конечных температурах, например, при $t_{\text{нач}} = +50$ °С (рис. 5).

Результаты расчетов и графики показывают, что максимальная скорость охлаждения цементобетонного покрытия при $t_{\text{нач}} = +50$ °С и $t_{\text{кон}} = -20$ °С составляет 35 °С/ч, но осредненная скорость охлаждения при этом находится в пределах 8,6 °С/ч, что превышает критическую скорость охлаждения асфальтобетонных покрытий равную 1,7 °С/ч, но находится в пределах величин 15–8 °С/ч, принимаемых для железобетонных конструкций.

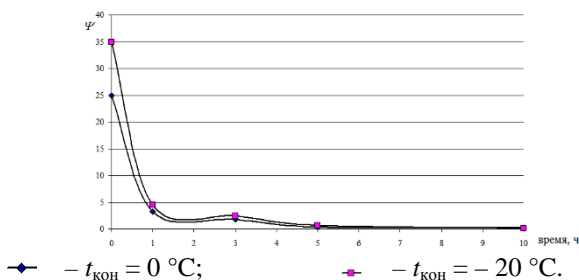


Рис. 5. Зависимости скорости охлаждения поверхностных слоев цементобетона от времени охлаждения при $t_{\text{нач}} = +50$ °С