

М.Т. Солдаткин, д-р техн. наук,  
И.Ф. Фиалко, канд. техн. наук,  
Л.Б. Эйдельштейн, ст. науч. сотр.  
(БПИ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКСА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ТЕПЛОВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ ТРЕХСЛОЙНЫХ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ С ПОЛИМЕРЦЕМЕНТНЫМ ПОКРЫТИЕМ

В исследованиях [1,2] на основе наиболее характерных особенностей климатических условий Белоруссии, по данным многолетних метеонаблюдений, установлен типовой ход температурных колебаний наружного воздуха и разработана программа лабораторных испытаний, воспроизводящая наиболее неблагоприятные воздействия климата в течение 15–20 лет.

В данной работе испытывался фрагмент трехслойной стеновой панели жилых зданий из объемных блоков. На фасадную поверхность фрагмента была нанесена грунтовка и полимерцементный фактурообразующий раствор с последующим покрытием защитно-декоративным составом. При формовке образца на его поверхность и в массив закреплялось в двух параллельных сечениях по 9 термодатчиков, с помощью которых измерялась температура и определялась динамика температурных полей фрагмента. С целью исключения массообменных процессов торцовые поверхности по периметру образца покрывались двумя слоями полистирольного клея.

Экспериментальная установка создана на базе климатической камеры КТК–3000, в дверной проем которой герметично устанавливался стенд с образцами-фрагментами исследуемых ограждений.

До начала испытаний из образца были отобраны пробы на влажность. Места отбора проб соответствовали тем же сечениям, что измерения температур. В соответствии с разработанной методикой исследований во внутреннем объеме климатической камеры создавался необходимый температурно-влажностный режим.

Исследования проводились в два этапа.

На первом этапе продолжительностью в 40 дней периодически понижали температуру воздуха в объеме камеры до заданных значений с одновременным измерением температур в сечениях изучаемого фрагмента. После отключения камеры в образце устанавливались положительные температуры. Испытания на первом этапе имитировали наиболее агрессивные воздействия метеорологических условий, которые особенно сказываются на режиме работы наружного отделочного слоя.

В течение второго этапа исследований в объеме климатокамеры создавался круглосуточный температурно-влажностный режим согласно разработанной программе [3].

Во время функционирования климатокамеры учитывалась ее инерционность. При положительных температурах в предусмотренные программой периоды испытаний наружный отделочный слой смачивали расчетным количеством влаги, что имитировало косой дождь в периоды оттепелей.

После окончания исследований произведен внешний осмотр облицовочного слоя образца и взяты пробы для определения послойного влагосодержания. По найденным значениям влагосодержания построен график (рис. 1). Ломаные 1,2 показывают распределение влагосодержания до эксперимента, а 3, 4 — после него. В процессе испытаний влагосодержание фибролита уменьшилось, но характер распределения влаги по толщине образца не изменился.

Учитывая, что нас интересовали не абсолютные значения влагосодержаний, которые достоверны только в натуральных условиях, а характер их изменения в ограждении, полученные данные позволили сделать анализ эксплуатационных показателей объекта исследования. Так, хорошо наблюдаемый скачок влагосодержаний на границе внутреннего слоя бетона с фибролитом, который закономерен для различных потенциалов теплопроводности материала, почти не отмечался на второй границе материалов — между фибролитом и наружным слоем бетона. Это является показателем изменения свойств внешней части фибролита и объясняется проникновением цементного молока в утеплитель при изготовлении образца.

Исходя из значений температур, получаем их распределение по толщине образца в определенный момент времени. Совокупность ломаных линий характеризует динамику изменения температурного поля в образце.

Анализ результатов экспериментов показал, что отделочный слой ограждения уже в течение первого часа испытывает воздействие изменения температуры наружного воздуха. Поэтому особое значение имеет влажностное состояние материала, прилегающего к отделочному слою, и паропроницаемость фактурного слоя. Учитывая структуру полимерцементного покрытия, которое дает выход водяному пару из ограждения, ухудшения сцепления с основным материалом конструкции не должно произойти. Наиболее резкие колебания температур во времени наблюдались во внешнем слое бетона и на границе  $1/3$  толщины утеплителя. Они достигали значений, при которых замерзает содержащаяся в порах влага. Внутренний слой аглопорита не испытывал столь резких колебаний температур, и поэтому материал этого слоя может быть менее морозостойким. Распределение температур по толщине фрагмента-образца показало, что основное падение их происходило в фибролите на  $2/3$  его толщины от внутренней границы.

Во внешней  $1/3$  толщины утеплителя не наблюдалось существенного падения температур.

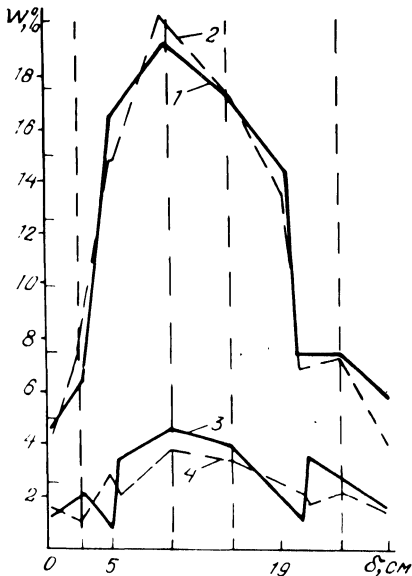


Рис. 1. Динамика послойного влагосодержания в толще образца-фрагмента: 1-2 — до начала эксперимента; 3-4 — после эксперимента.

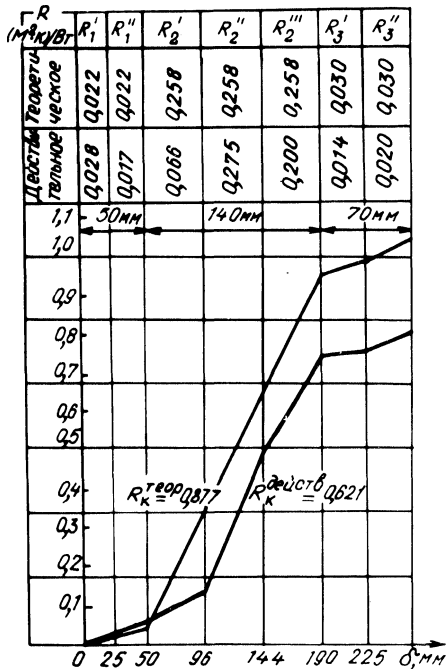


Рис. 2. Термические сопротивления отдельных слоев ограждения.

Таким образом, подтверждается предположение, сделанное при анализе распределения влагосодержаний по толщине ограждения. Учитывая, что в производственных условиях подобные явления неизбежны при изготовлении объемных элементов, необходимо предусматривать меры по их устранению.

Определено, что стационарное тепловое состояние в ограждении из трехслойных панелей объемного блока устанавливалось через 10–12 ч после изменения температуры наружного воздуха. Этот результат подтверждает правильность выбора интервала измеряемых температур воздуха при обработке данных метеонаблюдений и разработке типового хода температур.

После установления стационарных условий при расчетных параметрах наружного воздуха ( $t_H = -20... -30^{\circ}\text{C}$ ) температуры на внутренней поверхности ограждения понижались ниже допустимых из санитарно-гигиенических условий пределов, т.е.  $t_B - t_{B.п.} > 6^{\circ}\text{C}$ . Это является следствием уменьшения действительного сопротивления теплопередаче конструкции ниже требуемых по нормам величин.

Расчеты по методике СНиП II-3-79 показывают, что теоретическое значение сопротивления теплопередаче  $R_0 = 1,03 \text{ (м}^2\text{K)/Вт}$  и больше требуемой величины  $R_0^{1P} = 0,903 \text{ (м}^2\text{K)/Вт}$ . В связи с этим найдены действительные

значения термических сопротивлений отдельных слоев и сопротивления теплопередаче ограждения в целом. Использован известный метод составления уравнений теплового баланса в процессе теплопередачи через плоскую стену при стационарных условиях. На основании измеренных значений температур на поверхностях фрагмента, границах и в массиве слоев фактическое сопротивление теплопередачи фрагмента трехслойной стеновой панели объемного блока жилых зданий оказалось равным  $R_0^{\text{факт}} = 0,80 \text{ (м}^2\text{·К)/Вт}$  при ошибке 15,2%. Вычисленные термические сопротивления отдельных слоев ограждения позволили представить изменение термического сопротивления конструкции в целом (рис. 2). Полученные результаты убедительно доказывают правильность предложения о проникновении цементного молока в слой утеплителя, что способствует резкому увеличению его теплопроводности, снижению теплозащитных качеств ограждения в целом и увеличению потери тепла через наружные стены жилых зданий из объемных блок-комнат.

На основании результатов нашей работы можно сделать ряд выводов.

1. Разработанная программа лабораторных исследований пригодна для испытаний многослойных конструкций и при необходимости может быть скорректирована с учетом свойств материалов исследуемых конструкций.

2. Результаты исследований дают возможность установить эксплуатационный режим ограждающих конструкций, их теплозащитные показатели и косвенно оценивать технологию изготовления с точки зрения обеспечения zaproektirovannykh физико-технических свойств ограждений.

3. Несмотря на жесткий температурно-влажностный режим полимерцементных покрытий, они могут применяться для внешней отделки трехслойных стеновых конструкций и надежно эксплуатироваться 10–15 лет.

4. При проектировании и изготовлении трехслойных стеновых панелей необходимо учитывать возможность частичной пропитки утеплителя цементным молоком и эксплуатационный режим ограждения и применять для внешнего и внутреннего несущих слоев материалы с различной морозостойкостью, т.е. представляется возможность получить экономию цемента на внутреннем слое.

## Л и т е р а т у р а

1. Солдаткин М.Т., Фиалко И.Ф., Эйдельштейн Л.Б. Исследование динамики температурных полей в массиве фрагментов из керамзитобетона разной тепловой обработки под воздействием комплекса метеопараметров внешней среды. – Изв. вузов. Сер. Стр-во и архит., 1978, № 7, с. 85–87.
2. Выявление типового хода температурных колебаний наружного воздуха для климатических условий Белорусской ССР/ М.Т. Солдаткин, Ж.Н. Петрович, И.Ф. Фиалко, Л.Б. Эйдельштейн. – Стр-во и архит. Белоруссии, 1974, № 1, с. 41–43.
3. Солдаткин М.Т., Фиалко И.Ф., Эйдельштейн Л.Б. Разработка программы лабораторных испытаний фрагментов наружных стен под воздействием комплекса параметров внешней среды. – Стр-во и архит. Белоруссии, 1979, № 1, с. 34–35.