

твердая поверхность была частично смачиваемой, то кривые растекания (см.рис. 3), построенные в той же системе координат, прошли бы выше. Так, ширина полосы композиции вязкостью  $\eta = 1 \text{ Па}\cdot\text{с}$  через 200 с растекания на частично смачиваемой поверхности превышает аналогичный показатель той же композиции, растекающейся на частично несмачиваемой поверхности в полтора раза. Еще эффективнее уменьшать величину погонной массы (см. рис. 4). Если одному и тому же количеству композиции позволить растекаться на твердой поверхности не одной, а двумя полосами, то продолжительность процесса растекания можно сократить в несколько раз.

Таким образом, изменяя погонную массу композиции, ее вязкость (температуру) и поверхностное натяжение, а также смачиваемость твердой поверхности технолог с помощью уравнения (6) в каждом конкретном случае имеет возможность добиваться того, чтобы к концу индукционного периода (начало вспенивания) процесс растекания композиции был завершен.

### Литература

1. Артюшина А.А., Гурьев В.В., Ким Т.И., Груздев И.В. Влияние технологии изготовления на плотность фенольного пенопласта в напели // Пластические массы. - 1989.- № 2. - С. 58-59
2. Никитин В.И. Математическое моделирование и ЭВМ: Учебное пособие. - Брест, 1992. 70 с.
3. Быховский А.И., Пролесковская А.Ю. О кинетике растекания капли жидкости по твердой поверхности в условиях постоянного градиента температуры// Поверхностные силы в тонких и дисперсных системах: Сб.докладов.- М.: Наука, 1972. - С. 301-306.

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЛЕГКИХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

**В.Черноиван, Н.Сложеникина**

В Республике Беларусь и других странах СНГ эксплуатируется значительное количество зданий с применением легких стеновых конструкций. Это в основном модули по типовым проектам 400-0-12, 400-0-20.83, 400-0-21.83 с трехслойными стеновыми панелями по ГОСТ 23486-79 со стальными обшивками и средним слоем из заливочных композиций.

Ввиду высокой технологичности изготовления и монтажа наибольшее применение нашли панели заводского изготовления с обшивками из профилированной стали и средним слоем из заливочного пенопласта марки "SYSPUR SH4055" (панели типа "сэндвич").

Из трехслойных панелей типа "сэндвич" выполняется наружное ограждение отапливаемых зданий следующего назначения: производственные, складские, общественные, спортивные и др., а также холодильные камеры. В зданиях со стеновым ограждением из панелей типа "сэндвич" в основном применяется вертикальная разрезка стен с креплением их к горизонтально расположенным ригелям. Ригеля, как правило, выполняются из металлических профилей. Крепление стеновых панелей к ригелям выполняется на болтах диаметром 8...10мм.

Отличительной особенностью легкого стенового ограждения его существенная деформативность при температурных перепадах на наружной и внутренней обшивках. Проведенные натурные исследования показали, что деформации возникающие в панелях приводят к раскрытию вертикальных стыков. Установлено, что при перепаде температуры на обшивках  $\Delta=27,6^{\circ}\text{C}$  величина раскрытия стыка в середине пролета панели (между ригелями) достигла 0,1мм [3]. Исследования показали, что наибольший перепад температур на обшивках панелей имеет место при максимальной интенсивности солнечной радиации, то есть при ясной солнечной погоде. Очевидно, раскрытие стыков и наличие крепежных элементов оказывает существенное влияние на теплотехнические характеристики стенового ограждения в целом.

Существующая методика расчета сопротивления теплопередаче панельных стен позволяет учесть влияние теплопроводных включений. Это достигается введением в расчеты коэффициента теплотехнической однородности "r" [1].

По выражению 11 [1], приведенное сопротивление теплопередаче панельного стенового ограждения с учетом теплопроводных включений определяется:

$$R=R_0 \cdot r, \quad (1)$$

$R_0$  - сопротивление теплопередаче панельных стен (рассчитаное по выражению 4 [1] без учета теплопроводных включений);

r - коэффициент теплотехнической однородности.

Для определения фактической величины "r", согласно [4], было использовано выражение:

$$r = \frac{(\tau_{в.ср} - \tau_{н.ср}) \cdot (t_{в} - \tau_{в})}{(t_{в} - \tau_{в.ср}) \cdot (\tau_{в} - \tau_{н})}, \quad (2)$$

$\tau_{в}$  и  $\tau_{н}$  - соответственно температура на глади внутренней и наружной обшивок,

$t_{в}$  - температура внутреннего воздуха.

$\tau_{в.ср}$  и  $\tau_{н.ср}$  - соответственно средняя температура внутренней и наружной обшивок (с учетом теплопроводных включений),

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{\sum \tau_i \cdot X \cdot Y}{X \cdot Y} \quad (3),$$

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{\sum \tau_i \cdot X \cdot Y \cdot Z}{X \cdot Y \cdot Z} \quad (4)$$

$\tau_i$  - температура на участке теплопроводного включения,  
 $X, Y, Z$  - величина зоны теплопроводного включения по оси  $X, Y, Z$  соответственно.

Для определения значений  $\tau_{\text{в.ср}}$  и  $\tau_{\text{н.ср}}$  необходимо знать характер распределения температурного поля на наружной и внутренней обшивках панели и площади зон теплопроводных включений. При наличии этих данных можно произвести подсчет средней температуры обшивки с учетом теплопроводных включений. В случае двухмерного температурного поля расчет ведется согласно выражения 3, трехмерного температурного поля - согласно выражения 4.

Для определения фактических значений  $\tau_{\text{в.ср}}, \tau_{\text{н.ср}}, \tau_{\text{в}}, \tau_{\text{н}}$  и  $t_{\text{в}}$  были проведены натурные исследования на объектах города Бреста. Исследования проводились в течение года.

Основной задачей исследований было изучение характера распределения температурного поля на наружной и внутренней обшивках панелей стенового ограждения.

Для измерения температур на обшивках панелей использовались термомпары и термошуп, в качестве чувствительного элемента которых использовались медь-константные элементы. Измерение ЭДС термомпары осуществлялось переносным потенциометром марки ПП-63. В качестве нулевой точки использовался сосуд Дьюара со смесью талой воды и льда. Измерения температуры наружного и внутреннего воздуха, осуществлялись ртутным термометром ТО-6 (ГОСТ 215-73) с ценой деления  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

Замеры температурного поля проводились в 50 точках на внутренней обшивке и в 6 точках на наружной обшивке. В результате исследований были зафиксированы изменения температурного поля в зонах стыка и крепежных болтов.

Максимальная разность температуры внутренней обшивки по глади и в зоне стыка составила  $2,5^{\circ}\text{C}$  [3]. Согласно полученных экспериментальных данных выполнен расчет коэффициента теплотехнической однородности "r" по выражению 2.

Расчетом установлено, что величина "r" отличается более чем на 10% от нормативных значений не в запас сопротивлению теплопередаче ограждающей конструкции.

Анализ данных натурных исследований позволяет сделать следующие выводы:

1. Перепад температур на обшивках панелей приводит к раскрытию стыков и оказывает влияние на характер распределения температурного поля.

2. Величина температурного поля имеет тенденцию к изменению по ширине и по высоте панели. Установлено, что разница температур на обшивке панели по глади и в зоне стыка достигает 8% при  $\Delta t = t_H - t_B$  не превышающем 22,2°C.

3. Наличие теплопроводных включений и раскрытие стыков приводят к снижению сопротивления теплопередаче стенового ограждения на основе трехслойных панелей типа "сэндвич". Установлено, что при перепаде температур на обшивках 26,7°C сопротивление теплопередаче снизилось почти на 10% по сравнению с данными, полученными расчетом по нормативным документам.

4. Исследованиями установлено, что снижение сопротивления теплопередаче стенового ограждения приводит к изменению температуры воздуха внутри помещения. Выявлено, что при нагреве наружных обшивок на 23°C, температура воздуха внутри помещения повысилась более чем на 4°C. Очевидно, что примененные стеновые панели толщиной 65мм не отвечают теплотехническим требованиям для регионов, расположенных на широте 55°.

Таким образом, в помещениях с легким стеновым ограждением на основе трехслойных панелей по серии 1.432-17 имеет место изменение температурного режима. Для поддержания нормируемого температурного режима в помещениях необходимы конструктивные меры по снижению деформативности легкого стенового ограждения. В настоящее время ведутся работы по реализации этой задачи.

### Литература

1. СНиП 11-3-79\*\*. Нормы проектирования. Строительная теплотехника /Госстрой СССР, 1968.

2. ГОСТ 26254-84. Здания и сооружения. Методы определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

3. Проведение натуральных исследований действительной работы стенового ограждения из слоистых панелей: Брестский инженерно-строительный институт. № ГР 0189.0080409. М., 1989 - 126с.

4. Кузьмич П.М. Пути повышения эффективности наружных легких ограждающих конструкций с утеплителем из фенольных пенопластов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 1989 - 20с.