

$$C_1 \cdot l + C_2 \cdot m - \frac{h^3}{3} \left( \frac{\partial B_1}{\partial x} + \frac{\partial B_2}{\partial y} \right) \cdot n + hD \cdot n + f_2(x, y) \cdot n = q(x, y)$$

$$C_1 \cdot l + C_2 \cdot m - \frac{h^3}{3} \left( \frac{\partial B_1}{\partial x} + \frac{\partial B_2}{\partial y} \right) \cdot n + hD \cdot n - f_2(x, y) \cdot n = 0$$

Складывая эти равенства, приходим к дифференциальному уравнению, описывающему изгиб тонких пластин переменной жесткости:

$$2C_1 \cdot l + 2C_2 \cdot m - \frac{2h^3}{3} \left( \frac{\partial B_1}{\partial x} + \frac{\partial B_2}{\partial y} \right) \cdot n + 2hD \cdot n = q(x, y)$$

Полученное уравнение существенно отличается от приведенного в [1] уравнения для пластин переменной толщины, которое было выведено без учета выполнения граничных условий на торцевых поверхностях пластинки.

#### Библиографический список

1. Тимошенко С.П., Войновский-Кригер С. Пластинки и оболочки. - М.: Гос. изд-во физико-математической литературы, 1963. - 635 с.

### ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДЕЛА ОГНЕСТОЙКОСТИ СТЕНОВОГО ОГРАЖДЕНИЯ ЗДАНИЯ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛЬНЫХ БЛОКОВ

проф. Ф.Ф.ТАМПЛОН, инж. Н.А.БРАГИНА

Уральский государственный технический университет

В настоящее время в мировой строительной практике и, в частности, в Германии [1] (система ISORAST) и Франции [2,3] (фирмами "ISBA", "Termatube" и "Keps Ets PATURLE" [2,3] появились здания из пенополистирольных блоков. Первые здания типа коттеджей с применением этих блоков и с использованием зарубежного опыта возведены и в России акционерным обществом "АВИСМА-ТЕРМОДОМ" (г.Березники) и НПП "Наука" (г.Екатеринбург).

Здания из пенополистирольных блоков обладают очень высокими теплотехническими свойствами (стены и покрытия имеют сопротивление теплопередачи от 3 до 6 м<sup>2</sup>·°С/Вт, нетрудоемкие в монтаже и изготовлении, долговечные и экологически чистые.

В условиях необходимости экономии энергетических ресурсов строительство таких зданий является одним из основных направлений технического прогресса в 2000-е годы.

Стеновые блоки, например, системы ISORAST, имеют размеры 750 (1250) x 250 x 250 (312,5) (рис.) и выполняют функции опалубки при строительстве и утеплителя при эксплуатации.

Однако применению этой системы в нашей стране препятствует недостаточная изученность огнестойкости и следовательно области ее применения в соответствии с отечественными строительными нормами /СНиП 21-01-97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений".

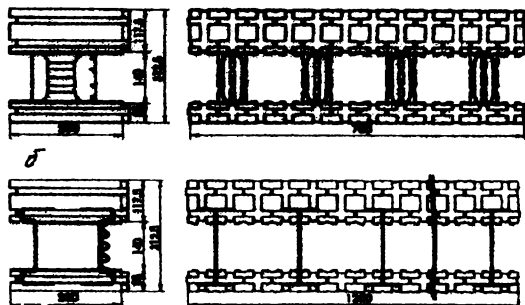


Рис. Полистирольные стеновые блоки системы ISORAST с перемычками: а - из пенопласта, б - из стали

Исследования предела огнестойкости стенового ограждения здания из пенополистирольных блоков выполнены с использованием результатов наиболее фундаментальных исследований огнестойкости строительных конструкций, выполненных д.т.н. А.И.Яковлевым [4]. Кроме того, использованы работы М.Я.Ройтмана, Н.И.Зенкова, А.Ф.Милованова, И.Г.Романенко и В.Н.Зигерн-Корна. Температурный режим при огневом воздействии при-

ныт стандартным в соответствии с ГОСТ 30247.0-94.

При определении предела огнестойкости несущих наружных стен здания рассмотрено два предельных состояния: потеря несущей способности вследствие обрушения конструкции при возникновении предельных деформаций (R) и потеря целостности в результате образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя (E) (ГОСТ 30247.1-94).

Стеновые блоки могут иметь два принципиальных конструктивных решения.

В первом - связь между наружным и внутренним слоями пенопласта обеспечивают пластмассовые перемычки, которые имеют большую площадь поперечного сечения и являются наиболее уязвимыми местами по пожару. Предел огнестойкости этой конструкции зависит только от толщины блока и не может быть большим, так как пенопластовые перемычки сравнительно быстро прогорают (предельное состояние E).

Во втором конструктивном решении связь между наружным и внутренним пенопластовыми слоями обеспечивается металлическими связями и средний бетонный или железобетонный слой сплошной. Предел огнестойкости этой конструкции существенно выше и определяется в основном средним слоем.

Если бетонный слой не армирован стальной арматурой, то предел огнестойкости получается наибольшим. Армирование рабочей арматурой снижает предел огнестойкости конструкции стены, так как стальная арматура при огневом воздействии быстро теряет свои прочностные свойства. Предел огнестойкости такой конструкции в значительной степени зависит от толщины защитного слоя бетона. В данной работе рассмотрены оба варианта.

На огнестойкость конструкции стенового ограждения влияют также материалы внутренней и наружной облицовки. Поэтому рассмотрены следующие наиболее вероятные облицовки внутренней поверхности:

- гипсокартонные листы толщиной 14 мм;
- два слоя гипсокартонных листов общей толщиной 28 мм;
- асбестоцементные листы толщиной 10 мм;
- цементно-песчаная штукатурка толщиной 15 мм по металлической сетке.

При наружном воздействии огня наиболее эффективной будет наружная облицовка цементно-песчаной штукатуркой, керамической плиткой или кирпичом.

В процессе исследования выполнены теплотехнические и статические расчеты. Целью теплотехнического расчета является определение температурного поля в сечении конструкции в процессе воздействия на нее стандартного температурного режима, имитирующего пожар. Теплотехнический расчет позволяет определить предел огнестойкости конструкции по признаку прогрева (повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем не более, чем на 140°C, или в любой точке не более, чем на 180°C), а также правильно задать прочностные свойства слоев материала конструкции при выполнении статического расчета и установлении предела огнестойкости конструкции по потере несущей способности.

В статической части расчета вычисляется несущая способность нагретой конструкции. За предел огнестойкости конструкции принимается время в часах, когда убывающая несущая способность конструкции, нагреваемая по стандартному режиму, становится недостаточной для восприятия приложенной к ней нагрузки.

Выполненные расчетно-теоретические исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Предел огнестойкости стен из пенополистирольных блоков с внутренним сплошным бетонным слоем марки В15 при толщине блока 312,5 мм, необходимой в соответствии со СНиП П-3-79\* "Строительная теплотехника" для района г.Екатеринбурга, определяется по потере несущей способности и равен:

- при нагрузках, действующих в двухэтажном здании - более 2 ч;
- при нагрузках, действующих в пятиэтажном здании - 2,1 ч (2 часа обеспечивает бетон и 0,1 часа - внутренний слой из пенопласта толщиной 55 мм).

2. Стена с теми же размерами со средним слоем из сплошного железобетона имеет предел огнестойкости по несущей способности при толщине защитного слоя 2,1 см - 0,64 ч, а при толщине защитного слоя 2,6 см - 1,1 часа. Из них 0,1 часа обеспечивает внутренний слой

пенопласта толщиной 55 мм. Критерием для определения несущей способности железобетона является разрушение арматуры.

3. Стены из блоков толщиной 312,5 мм с пенопластовыми перемычками имеют огнестойкость 0,67 ч. Предельным состоянием для этих стен является состояние E сквозное прогорание.

4. Предел огнестойкости рассматриваемых конструкций стен может быть повышен при использовании облицовок на внутренних поверхностях стен из:

- гипсокартонных листов толщиной 14 мм на 10 мин., а при двух слоях - на 20 мин;
- цементно-песчаной штукатурки толщиной 15 мм – 15 мин;
- асбестоцементных листов толщиной 10 мм - 8 мин.

Для облицовки наружных поверхностей следует применять керамические плитки, кирпич, асбестоцементные листы с различными водостойкими покрытиями и другие листовые и плитные материалы, которые относятся к трудногоряемым или негоряемым материалам.

#### Библиографический список.

1. ISORAST. Energiebewußte Bausysteme. Das neue System 2000.
2. Чистова Т.Н. Стеновые легкобетонные камни с повышенными теплоизоляционными свойствами / Франция// Строительство и архитектура. Строительные конструкции и материалы. Экспресс-информация. ВНИИТПИ, 1991, вып.3.- С.35-39.
3. Тыркина О. В. Ограждающие конструкции зданий с повышенными теплотехническими свойствами / Франция// Строительство и архитектура. Строительные конструкции и материалы. Экспресс-информация. ВНИИС. 1986, вып. 8. - с. 13-17.
4. Яковлев А. И. Расчет огнестойкости строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1988. - 143 с.: ил.

### РАСЧЁТ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЖИЛЫХ ДОМОВ

*доц. В.НАЛЕХИН, доц. А.А.АНТИПИН, ассист. Л.Г.ПАСТУХОВА, инж. С.Н.ШУБИН, асп. А.Н.ПОМЕЛОВ, проф. А.С.НОСКОВ.*

Уральский государственный технический университет.

В настоящее время в соответствии с новыми требованиями [2] резко повысились требования к теплотехническому качеству ограждающих конструкций. СНиП нормирует приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций. 1 этап –  $2.0 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ ; 2 этап

$3.5 \frac{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}{\text{Вт}}$ . В результате многие традиционные технические решения ограждающих конструкций, применяющиеся на практике, перестали удовлетворять повышенным теплотехническим требованиям.

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций является одной из основных характеристик, определяющих расчет теплотерь жилых зданий. Именно теплотерии жилых зданий определяют их эффективность и комфортные условия проживания. Методика определения приведенных сопротивлений теплопередаче ограждающих конструкций, предлагаемая СНиП, является приближенной, часто дающей неточные результаты.

Мы считаем, что в современных проектах необходимо комплексно подходить к оценке теплотехнических характеристик как ограждающих конструкций, так и показателей теплотерь зданий в целом. На кафедрах систем автоматизированного проектирования объектов строительства и гидравлики УГТУ совместно с ТОО “ТЕХКОН” разработана методика и программа расчета теплотерь жилых домов, реализующая положение СНиП [1,2].

Известно, что теплотерии здания складываются из теплотерь отдельных помещений и зависят от ряда факторов, среди которых сопротивление теплопередаче ограждающих