

действии экстремальных отрицательных температур наружного воздуха происходит замерзание воды в сооружениях.

2. При размещении утеплителя толщиной 70 мм на покрытии и стенке в воде возникают отрицательные температуры, при этом в блоке очистки производительностью 1,5 л/с отрицательны и средние температуры

3. При размещении утеплителя толщиной 100 мм на покрытии и стенке в блоке очистки производительностью 1,5 л/с в незначительной части объема воды (не более 7% общего объема воды) возникают небольшие отрицательные температуры, при этом средние температуры, вычисленные для слоев воды с температурой меньше 3 и больше 5 градусов, положительны, а в блоке очистки производительностью 10 л/с температура воды всегда положительна. Все это позволяет утверждать, что даже при действии экстремальных отрицательных температур наружного воздуха для данного варианта утепления не происходит замерзания воды в сооружениях.

Таким образом для недопущения замерзания воды в блоках очистки требуется размещения утеплителя толщиной 100 мм с коэффициентом теплопроводности 0,05 Вт/(м\*гр) между ребрами покрытия и на стенке на глубину промерзания грунта. При использовании утеплителей с иным коэффициентом теплопроводности следует пропорционально изменить толщину утеплителя.

#### Литература

1. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М., 1983.
2. Климат Бреста. Л., 1979. 3. Теплофизические расчеты объектов народного хозяйства, размещаемых в горных выработках.
3. Справочное пособие к СНиП 2.01.55-85. М., 1989.
4. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. М., 1985.

## КОНСТРУИРОВАНИЕ СТЕН С ПОВЫШЕННЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ

*Туснин А.Р., Туснина В.М.*

В настоящее время при реконструкции и новом строительстве с целью достижения требуемого сопротивления теплопередаче применяются неоднородные стены, включающие несущий слой, утеплитель, защитный слой, анкеры и перемычки.

При проектировании стен крупнопанельных зданий традиционно приведенное сопротивление теплопередаче определяется на основе расчета температурного поля, а затем опытный образец конструкции испытывается в тепловой камере, где находится фактическое сопротивление теплопередаче. После сопоставления расчетного и фактического сопротивления теплопередаче с требуемым решается вопрос о серийном про-

изводстве панелей. Указанный подход позволяет учесть пространственное распределение температуры в конструкции и большое влияние на потери тепла через стену анкеров, ребер, перемычек, наличие окон.

Опыт проектирования крупнопанельных стен, накопленный в Брестском политехническом институте при разработке панелей для объединения "Брестжилстрой" подтверждает значительный вклад в потери тепла указанных факторов. В тепловой камере в 1993 и 1994 гг. были испытаны панели марки Н13 и Н13-2, сопротивление теплопередаче которых составило 2,45 и 2,75 м<sup>2</sup>\*гр/Вт соответственно. Сопоставление данных эксперимента с результатами определения приведенного сопротивления панелей с использованием вычислительного комплекса расчета трехмерных стационарных температурных полей "Тер1", разработанного на кафедре городского строительства и архитектуры Брестского политехнического института и реализующего численную методику контрольного объема, показало, что отличие теоретических значений сопротивления теплопередачи от экспериментальных составило для панели Н13: 9%, для панели Н13-2: 3%. Сопротивление теплопередаче вычисленное без учета пространственного распределения температуры составило для панели Н13: 3,43 м<sup>2</sup>\*гр/Вт, что больше экспериментального в 1,4 раза, а для панели Н13-2: 3,78 м<sup>2</sup>\*гр/Вт (больше экспериментального в 1,38 раза). Проведенные исследования подтвердили справедливость требований СНБ 2.01.01-93, где указано, что термическое сопротивление неоднородной ограждающей конструкции с не плоской поверхностью (именно такой является стена с несущим и утепляющим слоями, анкерами, окнами) должно определяться на основании расчета температурного поля и достоверность получаемых вычислительным комплексом "Тер1" результатов.

Таким образом приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, характеризующее фактические потери тепла, значительно меньше сопротивления теплопередаче вычисленного без учета пространственного распределения температуры. Использование приближенных способов расчета ведет к существенно большим, чем нормативные, потерям тепла, поэтому при проектировании ограждений с повышенным сопротивлением теплопередаче необходимо применять методики расчета, позволяющие учесть наличие анкеров, перемычек, откосов окон. Наиболее универсальными являются численные методы, реализованные в целом ряде программ расчета на ЭВМ. При этом достоверные результаты можно получить только при использовании программ рассчитывающих трехмерные температурные поля.

В Республике Беларусь для уменьшения потерь тепла введены повышенные значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Для стен с окнами нормируется общее сопротивление теплопередаче ограждения за исключением заполнения световых проемов. Определение общего сопротивления стен на практике чаще всего сводится к расчету сопротивления, как суммы термических сопротивлений слоев многослойного ограждения без проемов, либо к расчету неоднородного ограждения по приближенным формулам, когда конструкция разбивается сначала плоскостями парал-

лельными потоку тепла, а затем плоскостями перпендикулярными потоку. И тот и другой способ не учитывают трехмерное распределение температуры в стене с окнами, потери тепла на примыкающих перекрытиях и перегородках, откосах окон, в местах установки анкеров и других теплопроводных включений, и поэтому неприменимы при проектировании большинства стен. Особенно важно точно знать распределение температуры и потери тепла при проектировании стен с повышенным сопротивлением теплопередаче, где из-за наличия окон, примыкающих конструкций и теплопроводных включений (перемычек, анкеров и т.п.) приведенное сопротивление ограждения оказывается намного меньше, чем определенное приближенными методами.

В подтверждение этого рассмотрим стену из кирпича толщиной 510 мм, с наружной стороны которой размещен пенополистирольный утеплитель. Коэффициенты теплопроводности составляют для кирпича 0,64 Вт/м\*гр, для пенополистирола 0,05 Вт/м\*гр. Высота этажа в здании 2,8 м, перекрытия из сборных железобетонных плит толщиной 220 мм, перегородки кирпичные толщиной 120 мм, расстояние между осями перегородок 3 м. В стене устроено окно размером 1,5x1,5 м, заполненное двойным остеклением в деревянных раздельных переплетах. Площадь окна 2,25 м<sup>2</sup>, стены вне оконного проема 5,255 м<sup>2</sup>. Для теплотехнического расчета использован разработанный на кафедре городского строительства и архитектуры Брестского политехнического института вычислительный комплекс "Терп". В таблице 1 показана зависимость сопротивления теплопередаче от толщины утеплителя при размещении его по наружной поверхности стены.

Сопротивление теплопередаче при размещении утеплителя с наружной стороны стены, м<sup>2</sup>\*гр/Вт.

Таблица 1.

Толщина утеплителя мм	Расчет на ЭВМ	Приближенный расчет
60	1,087	2,155
100	1,218	2,955
200	1,382	4,955
500	1,513	10,955
1000	1,527	20,955

Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод о том, что расположение утеплителя только на наружной стороне стены не позволяет обеспечить требуемое сопротивление теплопередаче при любой толщине утеплителя. Подобные же результаты получаются и при расположении утеплителя только на внутренней стороне стены.

Изучение альбомов узлов утепления стен, проектной документации вновь возводимых и реконструируемых зданий показало, что большинство проектных решений стен из штучных материалов при расположении утеплителя на наружной или внутренней поверхности стены не обеспечивает требуемого сопротивления теплопередаче (со-

противление меньше требуемого в 1,5-2,3 раза) для стен с окнами. Причиной этого является отсутствие утепления на откосах окон и применение только приближенных методов определения сопротивления теплопередаче при проектировании, которые на стадии проектирования не позволяют точно оценить потери тепла через ограждение.

Часто, оправдывая такое положение дел, ссылаются на отсутствие простых и доступных методик, отработанных конструктивных решений. С этими аргументами нельзя согласиться. Действительно, для определения приведенного сопротивления теплопередаче потребуется рассчитать трехмерное температурное поле на ЭВМ, но ведь прошло то время, когда современные персональные компьютеры были недоступны и расчет строительных конструкций выполнялся при помощи арифмометра или логарифмической линейки, есть и необходимое программное обеспечение. При использовании ЭВМ проектировщик составляет расчетную схему, определяет температурные воздействия, вводит исходные данные, выполняет расчет на ЭВМ, анализирует результаты расчета. Эта методика сложнее простого расчета сопротивления теплопередаче, как суммы термических сопротивлений отдельных слоев конструкции, но только она позволяет проектировать конструкции в соответствии с действующими нормами и в соответствии со сложившейся мировой практикой. А отработанные конструктивные решения будут отсутствовать до тех пор пока от всех проектировщиков не потребуют всего лишь соблюдения действующих норм. При этом конструкция спроектированная по результатам расчета трехмерного температурного поля будет иметь основной слой утеплителя мало отличающийся от известных решений, но в дополнение к основному некоторое количество утеплителя будет размещено там, где расчетом выявлены значительные потери тепла. Пока же в большинстве своем, так называемые утепленные конструкции стен из мелкогазобетонных элементов успешно решают лишь одну задачу: имитировать решение проблемы экономии тепла.

Необходимо учесть, что применение утепленных стен не сопровождается значительным удорожанием строительства. Неутепленные кирпичные стены имеют толщину 510 мм, что значительно больше, необходимой по прочности. Поэтому применение дополнительного слоя эффективного утеплителя толщиной 100-120 мм (цена 1 куб.м примерно в 2 раза больше, цены кирпича) при уменьшении толщины кирпичной стены по условию прочности до 250 и 380 мм, ведет к тому, что суммарная стоимость материалов либо меньше, либо немного больше, чем неутепленной стены.

При разработке новых конструкций стен необходимо учитывать большой опыт накопленный в европейских странах, где применяются совершенные методики тепло-технического расчета ограждающих конструкций. Сложившиеся в течении довольно длительного времени они подчинены главному - потери тепла в здании не должны превышать предельно допустимых при сохранении ограждением эксплуатационных свойств. С этой целью в Германии, например, нормируется осредненный коэффициент теплопередаче, учитывающий потери тепла через стену и окна, которые при этом рассматриваются как единое целое. Для определения уровня теплозащиты всей наружной

оболочки здания введен осредненный коэффициент теплопередаче, учитывающий теплотери через стены, окна, пол и потолок, причем величина этого коэффициента зависит от отношения площади ограждения к объему здания. Определение коэффициента теплопередаче выполняется либо расчетом на ЭВМ, с учетом всех конструктивных особенностей ограждения, либо с использованием специальной инженерной методики, позволяющей рассчитать коэффициент теплопередаче с достаточной для практических целей точностью. Подобный подход дает возможность независимо от того, где в ограждении происходят теплотери, ограничить их до нормативного уровня и обеспечить требуемый уровень эксплуатационных затрат на отопление.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

-стены с повышенным сопротивлением теплопередаче при наличии окон необходимо проектировать на основании расчета на ЭВМ пространственного температурного поля;

-недопустимо использование приближенных методов (в том числе расчетов на ЭВМ плоских температурных полей) определения сопротивления теплопередаче из-за неприемлемой погрешности (1,5-2,3 раза), что ведет, как следствие, к значительно большим, чем нормативные, потерям тепла на отопление;

-при разработке новой редакции строительных норм по строительной теплотехнике, в качестве требуемого следует принять осредненное приведенное сопротивление, учитывающее потери тепла через ограждение в целом без вычленения оконных и дверных проемов.

Только использование современных методик расчета и проектирования позволит реально снизить затраты на отопление зданий.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО МАНСАРДНЫХ ЭТАЖЕЙ

*Матчан В.А., Русак Н.Н.*

Согласно новой жилищной программе основное финансовое бремя при строительстве жилья должны нести сами граждане. Дешевые мансарды могут значительно помочь в решении жилищной проблемы. Стоимость 1 м<sup>2</sup> жилой площади в мансардах, возведенных над существующими зданиями, в 1,5 - 2 раза ниже, чем стоимость во вновь возводимых объектах. Мансарда может быть использована не только под жилье, но еще и под мастерские, офисы и т.д. По подсчетам специалистов, резерв мансардного строительства в республике составляет более 20 млн. м<sup>2</sup> жилья. К примеру, нового жилья в настоящее время возводится около 3,5 - 4 млн. м<sup>2</sup> в год, а эксплуатируемый в республике жилищный фонд составляет около 200 млн. м<sup>2</sup> общей площади, из них 77 млн. м<sup>2</sup> в городах. В мае 1997 года Совет Министров Республики Беларусь принял постановление "О мерах по организации мансардного строительства". Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь разработана инструкция по органи-