

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ СПОСОБОВ УТЕПЛЕНИЯ НАРУЖНЫХ СТЕН ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ В УСЛОВИЯХ Г. КРАСНОЯРСКА

Баркалова К.В.,
научный руководитель канд. техн. наук Максимов А.В.
Сибирский федеральный университет

Особенностью современного этапа развития жилищного строительства является повышение требований к жилым домам, в том числе малой этажности в области комфорта и энергосбережения. В этих условиях перед строительной наукой и практикой встала задача разработки более совершенных технологий малоэтажного жилищного строительства, учитывающих современные особенности.

Одним из наиболее эффективных путей экономии теплоэнергетических ресурсов в капитальном строительстве признано снижение теплотерь через ограждающие конструкции зданий за счет повышения уровня их теплозащиты. Поэтому, в нашей стране, начиная с 1995 года, поэтапно были пересмотрены в сторону ужесточения все нормы проектирования тепловой защиты ограждающих конструкций зданий.

С повышением нормативных требований гражданское строительство в последние годы ориентируется на возведение зданий с многослойными стенами с использованием эффективных теплоизоляционных материалов с коэффициентом теплопроводности до 0,06 Вт/(м°С). Это обусловлено стремлением проектировщиков получить необходимое нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} ограждающих конструкций, по значению в 3-4 раза превышающее требования старых норм. В связи с этим на рынке строительных материалов постоянно обновляется ассортимент теплоизоляционных материалов, - появляются новые, информация о физико-технических свойствах которых либо отсутствует, либо имеется в недостаточном объеме, модернизируются уже освоенные, предлагаются различные схемы комбинирования материалов и т.д. Однако, наличие в ограждающих конструкциях различных материальных слоев с отличающимися физико-техническими свойствами (плотностью, теплоемкостью, теплопроводностью, паропроницаемостью, сорбционной способностью), которые по-разному реагируют на колебания температуры и влажности окружающей среды, затрудняет прогнозирование тепло-технического состояния ограждений в условиях эксплуатации, а использование новых, еще недостаточно исследованных теплоизоляционных материалов, может привести к непредсказуемым последствиям.

Исходя из проведенного информационного поиска, можно выделить четыре основных типа конструктивных решений наружных стен индивидуальных жилых домов, построенных в условиях резко-континентального сибирского климата:

- 1) деревянные, однослойные, собранные из бруса и рубленные из брёвен, а также трехслойные системы с применением утеплителей (навесные вентилируемые фасады);
- 2) деревянные каркасные с эффективным утеплителем;
- 3) мелкоштучные (однослойные кирпичные и блочные, а также мелкоштучные с утеплителем);
- 4) крупноблочные, однослойные и с утеплителем.

Для практического использования в жилищном домостроении выделяют три основных варианта утепления, которые зависят от расположения утеплителя в ограждающей конструкции, а именно:

- утеплитель расположен с внутренней стороны ограждающей конструкции;

- утеплитель - внутри самой ограждающей конструкции;
- утеплитель - снаружи ограждающей конструкции. В данном случае широко применяются две системы: так называемая система «мокрого» типа (с оштукатуриванием фасада) и навесной вентилируемый фасад.

На сегодняшний день интерес представляют технологии быстрого возведения индивидуальных жилых домов с использованием материалов невысокой плотности, низкой теплопроводности и обладающие высокими санитарно-гигиеническими свойствами. К таким материалам мы относим древесину, керамические материалы, кирпичную колодезную кладку, получившую широкое распространение в начале 90-х годов при строительстве коттеджей, а также легкие бетоны (керамзитобетон, арболит, полистиролбетон и др.). Также современный рынок строительных материалов предлагает применение ячеистых бетонов (пено- и газобетонов), использование которых приводит к снижению энергетических и трудовых затрат при строительстве. Широкое распространение получили строительные конструкции из газобетона автоклавного твердения. Основным их поставщиком в сибирском регионе является Новосибирский завод "СИ-БИТ". Данная продукция по физико-техническим характеристикам относится к теплоизоляционным и конструкционно-теплоизоляционным материалам с показателями плотности от 400 до 700 кг/м³ (соответственно марки D400, D500, D600, D700). Марки бетона по прочности на сжатие: M15 (класс бетона B1,0 – для теплоизоляционных панелей), M35 (класс бетона B2,5 – для стеновых блоков), M50 (класс бетона B3,5 – для армированных изделий).

Несмотря на то, что систематические исследования по технологии ячеистых бетонов в России начались с 1930 г., а к концу 80-х годов основные теоретические вопросы, связанные с технологией получения ячеистых бетонов, были основательно рассмотрены в работах советских инженеров А.П. Меркина, Н.П. Сажнева, М.Я. Кривицкого, применение газобетона совместно с современными эффективными теплоизоляционными материалами, такими, например, как пенополистирол, конструктивными элементами, входящими в состав ограждения (крепежными элементами, перемычками и др.) в многослойных ограждающих конструкциях является на сегодняшний день малоизученной областью и требует обоснованных рекомендаций по теплотехническому расчету и выбору экономически эффективных конструктивных решений. Необходимо оценить эффективность ограждающих конструкций при наличии теплопроводных включений, т. е. местах, в которых происходят наибольшие теплопотери.

Для решения данного вопроса был произведен расчет самонесущей ограждающей конструкции из газобетонных блоков толщиной 300мм с утеплителем по наружной грани из пенополистирола и облицовкой из керамического пустотелого кирпича толщиной 120мм. Расчет производился в программе «TEMPER-3D», предназначенной для расчета трехмерных температурных полей в стационарном режиме и определения значений приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений методом конечных элементов.

Теоретические расчеты в программе «TEMPER-3D» проводились в следующей последовательности:

- 1) подготовка исходных данных;
- 2) выбор конструктивного решения (схемы) рассчитываемой ограждающей конструкции;
- 3) подготовка расчетной схемы к вводу в программу, идеализация исходной области;
- 4) расчет в программе «TEMPER-3D»;
- 5) сравнение теплотехнических показателей, полученных в результате расчета на программе, с нормативными значениями.

Исходными данными для проведения теплотехнического расчета являются:

- расчетная температура наружного воздуха t_{ext} °С, принимаемая по табл. 1 СП 131.13330.2012 Строительная климатология, как температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98, для г.Красноярска составляет: -40°С;
- расчетная температура внутреннего воздуха t_{int} °С, принимаемая по минимальным нормируемым значениям оптимальной температуры для жилых домов, она составляет +21°С;
- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности $\alpha_{int} = 8,7$ Вт/(м²·°С) стенового ограждения, принимаемый по табл. 4 СНИП 23-02-2003. Тепловая защита зданий;
- коэффициент теплоотдачи наружной поверхности $\alpha_{ext}=23$ Вт/(м²·°С) стенового ограждения, принимаемый по табл. 6 СНИП 23-02;
- расчетные значения коэффициентов теплопроводности материалов λ , Вт/(м·°С), используемых в рассчитываемой ограждающей конструкции, принимаются по прил. Д СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий, и составляют для газобетонных блоков (производства «СИ-БИТ») 0,22 Вт/(м·°С), для утеплителя ПСБ М25 – 0,041 Вт/(м·°С). Наружным облицовочным слоем из кирпича в данном случае можно пренебречь, так как он не выполняет теплозащитных функций.

В ходе теоретического расчета было установлено, что толщина утеплителя должна быть не менее 90 мм при требуемом (нормируемом) сопротивлении теплопередаче в условиях г. Красноярска $R_0^{req} = 3,7$ (м² · °С)/Вт.

Приведенное сопротивление теплопередаче R_0^f стены из газобетона, вычисленное в программе «TEMPER-3D», равняется 3,77 (м² · °С)/Вт, это на 1,8 % превышает нормируемое значение сопротивления теплопередаче ($R_0^{req} = 3,7$ м²·°С/Вт), что удовлетворяет требованиям.

Также был выполнен расчет стенового ограждения при наличии в нем крепежных элементов – стальных дюбелей. Расчет показал, что приведенное сопротивление теплопередаче ограждения при этом снижается до значения $R_0^f=3,55$ (м² · °С)/Вт, что не соответствует требованиям нормативов. Однако, согласно СНИП 23-02, в случае удовлетворения требования $q_h^{des} \leq q_h^{req}$ по удельному расходу тепловой энергии на отопление здания, приведенное сопротивление теплопередаче R_{req} для отдельных элементов наружных ограждений может приниматься ниже нормируемых значений. В рассматриваемом случае принимаем $R_0^f=3,55$ (м² · °С)/Вт. Проверяем принятую величину для стен на ограничение по температурному перепаду, подставляя ее в формулу для нахождения расчетного температурного перепада Δt_0 : для стен $\Delta t_0 = 1,97$ °С, что меньше 4 °С и, следовательно, по этому показателю удовлетворяет нормам.

На основании проведенного анализа можно сделать вывод о том, что ограждающие конструкции, выполненные из газобетонных блоков с применением утеплителя и имеющие сравнительно небольшую толщину (в данном случае это самонесущая стена толщиной в 300мм со слоем утеплителя толщиной 90мм), действительно являются эффективными в обеспечении требуемых нормами параметров микроклимата жилых помещений. Наличие в ограждающих конструкциях теплопроводных включений значительно влияет на их теплозащитные свойства и снижает их эффективность, поэтому необходимо учитывать в расчетах все возможные теплопотери через наружные ограждения и выбирать оптимальные решения. Также необходимо соблюдать технологию возведения ограждающих конструкций из газобетона. В практике часто встречаются случаи укладки блоков на цементно-песчаный раствор в целях экономии средств, тогда как технология предусматривает их укладку на специальные клеевые составы, это позволяет продлить срок эксплуатации здания и уменьшить его теплопотери.