

УДК 721.021.2

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛОГО
ДОМА В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
(НА ПРИМЕРЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА КОТТЕДЖА)**

Захарова И.В., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Дагаев В.А., студент, III курс

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
г. Санкт-Петербург

Студентами 2 курса КузГТУ специальности «Промышленное и гражданское строительство» в рамках дисциплины «Основы архитектуры и строительных конструкций» разрабатывается архитектурно-конструктивный проект малоэтажного жилого дома. При этом используются типовые конструктивные решения, рекомендуемые учебной литературой по дисциплине. Цель проведенного исследования – выяснить, насколько соответствуют принимаемые решения современным требованиям энергоэффективного строительства, и разработать предложения, позволяющие приблизить проектируемые в условиях Кемеровской области здания к стандартам создания «пассивного дома».

Тема энергосбережения в строительстве получила развитие во второй половине 1970-х годов, после мирового экономического кризиса 1974 года. К середине 1980-х годов в ряде стран Европы была сформирована нормативная база энергоэффективного строительства, а затем разработан строительный стандарт «пассивного дома», который позволяет экономить энергию за счет минимизации теплопотерь и максимальной утилизации тепловыделений, а также создавать комфортные условия для проживания и оказывать минимальное негативное влияние на окружающую среду.

Строительство 1 кв. м в энергоэффективном жилом доме в среднем обходится на 8-12 % дороже, чем в традиционном. При этом дополнительные затраты окупаются в течение 7-10 лет эксплуатации. Таким образом, повышение энергетической эффективности зданий не только экологически целесообразно, но и экономически выгодно.

Современному «пассивному дому» требуется на 90% энергии меньше, нежели обычному, а годовой расход тепла в нем не превышает 15 кВтч/(м²·год) за счет эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций здания. Такой низкий расход энергии на отопление в наших условиях практически недостижим. Энергопотребление в зданиях старой постройки достигает 600 кВт·ч/(м²·год), а большинство домов, сданных в эксплуатацию после выхода действующего СНиП 23-02-2003 «Тепловая

защита зданий», потребляют порядка 350 кВт·ч/(м²·год). Энергопотребление существующих жилых и общественных зданий в России примерно в 3 раза превышает аналогичные показатели в Скандинавии со сходными природно-климатическими условиями. Требования для энергоэффективных домов в Сибири значительно выше, чем требования действующих СНиП:

- термическое сопротивление для наружных стен, кровли и полов первого этажа должны составлять $R_0 \geq 6,7$ (м²·°С)/Вт;
- для остекления $R_0 \geq 1,4$ (м²·°С)/Вт;
- для оконного профиля $R_0 \geq 1,25$ (м²·°С)/Вт;
- приведенное термическое сопротивление окна с учетом монтажа в стену $R_0 \geq 1,2$ (м²·°С)/Вт;
- должна обеспечиваться герметичность наружной оболочки здания и максимальное возможное снижение негативного эффекта от «тепловых мостиков»;
- значение энергоэффективности E проектируемого здания должно составлять не менее 10%: $E = [(\mathcal{E}_6 - \mathcal{E}_п) / \mathcal{E}_6] \times 100\% \geq 10\%$,

где \mathcal{E}_6 – годовое потребление энергоресурсов базовым вариантом здания, $\mathcal{E}_п$ – годовое потребление энергоресурсов проектируемым (энергоэффективным) зданием (по нормативам на текущий год с учетом мероприятий по повышению энергоэффективности и экологичности).

На рис.1 показаны ключевые узлы при проектировании энергоэффективного дома. Более 70% всех тепловых потерь существующих зданий приходится на утечки тепла через наружные стены и покрытие.

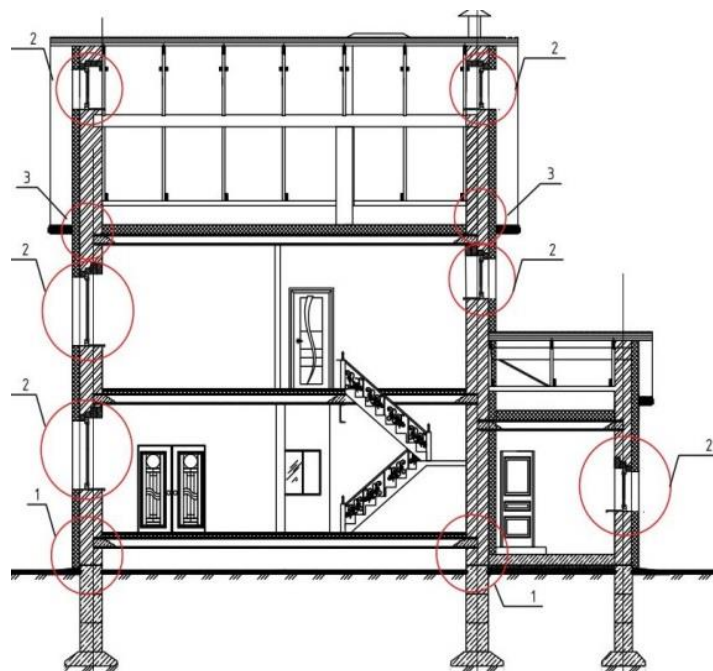
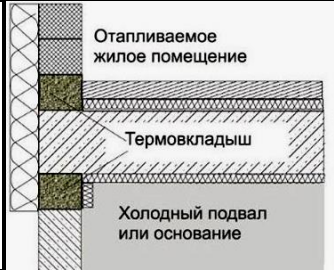
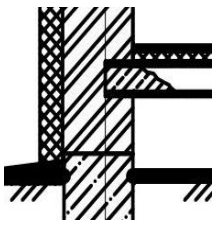

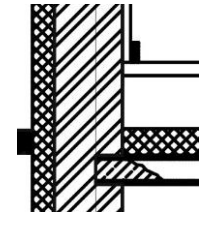
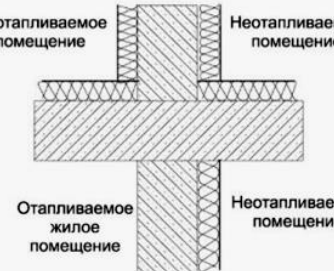
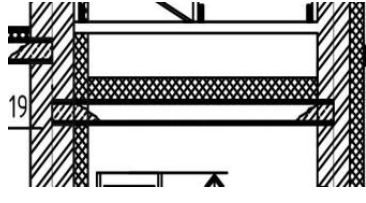


Рис. 1. Проект коттеджа. Разрез с обозначением характерных узлов

Для выявления возможностей по повышению энергоэффективности за-проектированного жилого дома нами проведено сравнение типовых кон-структивных решений, принятых при проектировании коттеджа, с аналогич-ными узлами, рекомендуемыми для «пассивных домов» [1] (табл. 1).

Таблица 1
 Соответствие проектных предложений решениям, используемым для
 «пассивных домов»

| Характерный узел | Энергоэффективные решения | Решения, используемые в проекте | Соответствие |
|---|---|--|------------------|
| Тепловой мостик между подвальными перекрытиями или грунтом и внешними стенами |  |  | Не соответствует |
| Тепловые мостики на вертикальных поверхностях пересечения теплых и холодных стен. |  |  | Не соответствует |
| Тепловые мостики на пересечении «теплых» и «холодных» стен. |  |  | Соответствует |

При проектировании двухэтажного коттеджа в г. Мариинске Кемеровской области рассматривались следующие конструктивные решения.

Наружные стены. Для утепления использовалась система навесного вентилируемого фасада: кирпич керамический пустотелый 0,510 м; плиты минераловатные Техновент 0,12 м; вентилируемая воздушная прослойка 0,04 м; обшивка металлическим сайдингом 0,004 м. Общее термическое сопротивление $R_0 = 4.24 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, теплопроводность стены соответственно $\lambda = 0,236 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$. Эти показатели соответствуют требованиям действующих нормативных документов [4; 5; 6], но не соответствуют концепции энергоэффективного дома ($R_0 \geq 6,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$). Нами проведен теплотехнический расчет, согласно которому для обеспечения энергоэффективности необходимо увеличить толщину утеплителя со 120 мм до 220 мм.

Заполнение окон. При проектировании использовались оконные блоки VEKA Softline 82 с термическим сопротивлением $R_0 = 1,06 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, что со-

ответствует требованиям действующих ГОСТ [7; 8], но не соответствует требованиям энергоэффективности. При замене заполнения оконными блоками Schüco AWS 112.IC или AWS 90.SI+ [9], получаем значение $R_0 = 1,41$ ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт, что соответствует требованиям для «пассивного дома».

Далее была рассчитана энергетическая эффективность проектируемого дома, при условии устранения выявленных недостатков.

Часовая потребность дома в отоплении определена формулой

$$\sum Q_0 = Q_{\text{огр}} + \sum Q_{\text{д}} + Q_{\text{и}} + Q_{\text{техн}},$$

где: $Q_{\text{огр}}$ – основные потери теплоты через ограждающие конструкции здания, Вт;

$\sum Q_{\text{д}}$ – суммарные добавочные теплотери через ограждающие конструкции здания, Вт; $Q_{\text{и}}$ – расход тепла на нагревание воздуха, поступающего в помещение при инфильтрации (можно принять как 3-5 % от $Q_{\text{огр}}$), Вт;

$Q_{\text{техн}}$ – дебаланс между расходом тепла на технологические нужды и минимальными технологическими и бытовыми тепlopоступлениями, Вт.

$\sum Q_{\text{д}}$ и $Q_{\text{техн}}$ будут одинаковыми для дома до и после утепления, а $Q_{\text{огр}}$ и $Q_{\text{и}}$ разными. При этом, что бы определить E – значение энергоэффективности, достаточно сравнить $\sum Q_{\text{д}}$ и $Q_{\text{техн}}$ до и после утепления здания. $\Delta_d = \sum Q_0 \times 24 \times 235$, а $\Delta_6 = \sum Q_0' \times 24 \times 235$.

Основные потери теплоты $Q_{\text{огр}}$, Вт, через рассматриваемые ограждающие конструкции зависят от разности температуры наружного и внутреннего воздуха и рассчитываются с точностью до 10 Вт по формуле:

$$Q_{\text{огр}} = Fk(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})n,$$

где n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху ($n=1$), $t_{\text{в}}$ – расчетная температура воздуха в помещении, °C; $t_{\text{н}}$ – расчетная зимняя температура наружного воздуха, равная средней температуре наиболее холодной пятидневки для определенного населенного пункта (для г. Мариинска $t_{\text{н}} = -40$ °C); k – коэффициент теплопередачи между воздухом внутри помещения и наружным воздухом через наружное ограждение, Вт/($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$); F – площадь ограждающей конструкции, м^2 .

Коэффициент теплопередачи обратно пропорционален полному термическому сопротивлению теплопередаче $k = \frac{1}{R_0}$.

Полное термическое сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_0 , ($\text{м}^2 \cdot \text{°C}$)/Вт, рассчитано согласно действующим нормам [4; 5; 6]:

$$R_0 = 4,24 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$$R_0' = 6,7 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)}/\text{Вт};$$

$\dot{E}_d = \Sigma Q_0 = (Q_{огр} + Q_{огр} \times 0,05) \times 24 \times 235 = 4033,95$ (Вт/час), или 22729,2 (кВт/год).

$\dot{E}_6 = \Sigma Q_0' = (Q_{огр} + Q_{огр} \times 0,03) \times 24 \times 235 = 2504,2$ (Вт/час), или 14100 кВт/год.

$E = (22729,2 - 14100) / 22729,2 \times 100\% = 37,97\%$ (более 10%)

Таким образом, снижение тепловых потерь и повышение энергоэффективности проектируемого жилого дома возможно за счет улучшенной теплоизоляции стандартных строительных элементов (стены, чердачное и цокольное перекрытие), уменьшения или полной ликвидации «тепловых мостиков», герметизации оболочки здания, формируемой ограждающими конструкциями, применения окон, предназначенных для пассивного дома.

При условии соответствия инженерных систем такого дома требованиям энергоэффективности, возможна оптимизация тепловых поступлений за счет применения вентиляционной системы с рекуперацией тепла из вытяжного воздуха, а также использование альтернативных источников энергии (тепловых насосов, грунтовых теплообменников, солнечных коллекторов).

Перечисленные мероприятия позволят уменьшить количество потребляемой энергии на 37,97%, что больше требуемых 10%. После чего проектируемому жилому дому в г. Мариинске можно присвоить статус энергетически эффективного.

Список литературы:

1. Бадьин, Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. – СПб: БХВ-Петербург, 2011.

2. Непомнящих, Е.К. Тепловой режим главной столовой КузГТУ. Методические указания по выполнению лабораторной работы. – Кемерово: КузГТУ, 2016.

3. Green Zoom. Книга 1. Практические рекомендации по снижению энергоемкости и повышению экологичности объектов гражданского и промышленного строительства. [Электронный ресурс]. – 2015. – 50 с. – Режим доступа: http://greenzoom.ru/upload/green-zoom_book1v2_web.pdf – Загл. с экрана (07.04.2017).

4. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М., 2000.

5. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – М., 2004.

6. Стандарт организации СТО 0004807-001-2006. Тепловые свойства ограждающих конструкций зданий. – М., 2006.

7. ГОСТ 30674-99. Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия.

8. ГОСТ 23166-99 Блоки оконные Общие технические условия.

9. Shueco international KG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.schueco.com/web2/ru/fabricators/products/windows>. – Загл. с экрана (07.04.2017).