

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ДОМОВ LAKKA

Федосеев Артём Сергеевич,
студент СПб ГБПОУ «АУГСГиП»,
Углова Алина Евгеньевна,
студент СПб ГБПОУ «АУГСГиП»,

Под энергоэффективным домом подразумевается дом, в котором сведено к минимуму потребление энергии от внешних источников, например, газа, электричества и прочего. Такие дома с применением теплоблоков строятся в Финляндии с 1985 года. Сейчас технология занимает 70% рынка финского каменного домостроения. Примером энергоэффективного дома могут послужить мы каменные дома, выполненные по финским технологиям компанией KIVITALO.

Энергоэффективность осуществляется путем рационального использования энергии, элементами энергоэффективности являются:

- Высокоэффективная теплоизоляция;
- Окна и двери с низкой теплопроводностью;
- Вентиляция с системой рекуперации воздуха;
- Утепление высокоэффективной теплоизоляцией кровли, стен, фундамента;
- Отсутствие мостиков холода.

На сегодняшний день каждому строению присваивается класс энергоэффективности, показывающий процентное отклонение фактического удельного годового расхода энергетических ресурсов от базового уровня (табл. 1).

Чтобы определить тип фундамента необходимо провести геологический анализ грунта и уже по результатам инженерно-геологического взыскания решать какой фундамент использовать: лента, плита, сваи с ригелем или TFA- трех лучевые фундаменты повышенной надёжности.

Таблица 1

Присвоение класса энергоэффективности

Класс энергоэффективности	Наименование	Отклонение значения фактического удельного годового расхода энергоресурсов от базовых показателей, %
A++	Близкий к нулевому	-75 и менее
A+	Высочайший	От -60 до -75
A	Очень высокий	От -45 до -60
B	Высокий	От -30 до -45
C	Повышенный	От -15 до -30
D	Нормальный	От 0 до -15
E	Пониженный	От +25 до 0
F	Низкий	От +50 до +25
G	Очень низкий	Более +50

На монолитную подошву, сделанную на прочном основании, устанавливают теплоблоки EMH400 PRO. Он утепляется за счет вставки из утеплителя Neopor-2. Это EPS с добавлением графита, который эффективнее пенополистирола на 20%. Коэффициент теплопроводности теплоблоков равен $0.17 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$. Керамзитобетон имеет баланс между хорошими утеплительными свойствами, отличной звукоизоляцией и несущей способностью. Прочность при сжатии рассматриваемого нами блока $=30 \text{ МН/м}^2$. Блоки имеют геометрически правильную форму, из-за чего быстро и удобно укладываются. Что в первую очередь уменьшает человеческий фактор. В керамзитобетонной части блока имеются отверстия для заливки бетона и пазы для установки арматуры, что многократно

ускоряет процесс армирования и замоноличивания конструкции. С внутренней и с внешней стороны ленты фундамент утеплен плитами из EPS. Дополнительное утепление не позволяет холоду проникнуть к основанию, защищая от промерзания цоколь и фундамент.

Стены возводятся из того же блока, что и фундамент. Это позволяет избежать большого количества мостиков холода. Маленькая толщина стен позволяет добиться большей площади помещения. На углы устанавливают специальные угловые блоки. Все типы блоков имеют геометрически правильную форму, а также быстро и удобно укладываются, особенно в сравнении с кирпичом. Это позволяет тратить на кладку меньше времени, а также сделать идеально ровный слой штукатурки, всего 5 мм. Окна можно монтировать прямо в теплоизоляцию. Через отверстия для проливания бетона в блок можно проводить коммуникации без штробления стен еще на стадии строительства, уменьшая время работы и обходясь без швов в стенах.

KIVITALO используют преднапряженные ж\б плиты перекрытия «Меликонполар» 180мм. Оптимальное сочетание длины и толщины плиты подбирается исходя из длины пролета и нагрузки на плиту. Плиты могут достигать длины до 13 метров. Современная архитектура требует больших пространств. Такие плиты покрывают большие площади, отвечая этим требованиям. Целесообразно использовать плоскую кровлю, так как она:

- рассчитана на снеговую нагрузку в 500кг/м²;
- с плоской кровли не сходит снег;
- комнаты под кровлей имеют лучшую эргономику и большее пространство.

Каждый этаж оборудован теплым полом – основным источником тепла в доме. Такая система является наиболее комфортной для человека, т.к. температура у ног на 2-3 С° выше температуры у головы. Температура теплоносителя регулируется автоматически в зависимости от температуры наружного воздуха. Также автоматически поддерживается заданная температура отдельных помещений.

Финские технологии строительства предполагают укладку слоя теплоизоляции, который в полтора раза больше, чем в стенах. В представленном узле со скатной крышей теплоизоляция выполнена из эковаты. Материал экологически безопасен, не образует токсичных паров при нагреве, препятствует распространению огня. Толщина слоя эковаты достигает 400 мм. Такой слой обеспечивает надежную теплоизоляцию, препятствуя образованию сосулек. Мостик холода на стыке крыши и стены отсутствует, так как теплоизоляция стены соприкасается с эковатой, которая благодаря своему строению плотно прилегает ко всем поверхностям и не образует щелей, создавая герметичную конструкцию.

Окна и двери так же должны быть энергоэффективными. Двери могут утепляться различными высокоэффективными теплоизоляторами, например, EPS. Для окон применяются разные технологии, такие как мультифункциональные напыления. Компания Kivitalo использует окна Veeta, которые можно монтировать прямо в теплоизоляционный слой теплоблока. Они имеют класс энергетической эффективности А, коэффициент теплоизоляции рассчитывается как 0.85-1.06 Вт/м²К, звукоизоляция - (Rw+Ctr) = 38-44дБ, E = 63-84. Дерево-алюминиевые входные двери со стеклянной вставкой IOSUAL имеют показатели теплоизоляции U = 0.70-1.1 Вт/м²К и звукоизоляции (Rw+Ctr) = 32-40 дБ. Внутренние двери GammaIOALсоответственно U = 0.94-1.24Вт/м²К и звукоизоляция (Rw+Ctr) = 28-35 дБ.

Традиционная естественная вентиляция устарела, так как из-за установки герметичных стеклопакетов нет инфильтрации воздуха через окна, что не позволяет классической вентиляции функционировать. Более того, старая вентиляционная система не обогревает воздух, на это уходят ресурсы отопительных приборов, а это 25%теплопотерь здания. Чтобы решить данные проблемы была придумана система рекуперации воздуха. Она предполагает использование принудительной приточно-вытяжной вентиляции, в которую встроен теплообменник. Выходящий из помещения

воздух отдает тепло поступающему внутрь воздуху. Вентагрегат очищает воздух с улицы. Эти системы имеют КПД, равный 60-80%. Проведем сравнительный анализ наиболее популярных материалов, исходя из основных параметров (табл.2).

1. Для определения толщины ограждающей конструкции найдем требуемое сопротивление теплопередаче $R_0^{тп}$ исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий:

$$R_0^{тп} = \frac{n \times (t_{в} - t_{н})}{\Delta t \times \alpha_{в}} = \frac{1 \times (20 - (-27))}{4 \times 8.7} = 1,35 \times \frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$$

2. Градусо-сутки отопительного периода для определения сопротивления теплопередаче $R_0^{мп}$

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{от.пер.}) \times z_{от.пер.} = (20 - (-1.8)) \times 220 = 4796$$

$$R_0^{мп} = 2,8 \times \frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$$

3. Далее в расчетах будем применять $R_{опр}$ как максимальное из $R_{отр}$ и R_0 пр. Считаем полное сопротивление теплопередаче для теплоблоков Lakka EMH 400PRO:

$$R_0 = 5,88 \times \frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$$

Для сосны 400 мм:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{в}} + R_{к} + \frac{1}{\alpha_{н}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.4}{0.18} + \frac{1}{23} = 2.38 \frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$$

Для газобетона, пенобетона 400 мм:

$$R_0 = 2,34 \times \frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$$

Для пенобетона 400 мм:

$$R_0 = 2,16 \times \frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$$

Для кирпичной кладки 400 мм:

$$R_0 = 0,9 \times \frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$$

Таблица 2

Сравнительный анализ наиболее популярных материалов

Параметр	Газобетон D600	Пенобетон D800	Дерево, сосна	Полнотельный кирпич M200	Теплоблок Lakka
Плотность, кг/м ³	600	800	500	1400	2100
Сопротивление теплопередаче (с условием утепления для некоторых материалов), $\frac{\text{м}^2 \times \text{С}^{\circ}}{\text{Вт}}$	2.34	2.16	2.38	0.9	5.88
Прочность при сжатии (МН/м ²)	4.58	4.58	45	19.26	30
Водопоглощение, %	50	50	88	14	18
Толщина кладки, мм	400	400	400	400	400

Звукоизоляция, дБ	52	54	45	57	52
Пожаробезопасность	Не горюч	Не горюч	Г3-Г4	Не горюч	Не горюч

Пожароопасность дерева ограничивает высоту возводимых из этого материала построек двумя этажами. К прочим недостаткам можно отнести: гниение, высокое влагопоглощение, способном снижать теплоизоляционные свойства, растрескивание, постоянные усадки, крабление и образование мостиков холода в местах сочленения основных элементов, а также мухи, откладывающие яйца в древесину не делают ее таким уж хорошим материалом.

При укладке кирпича требуется высококвалифицированный каменщик. Благодаря форме блоков и технологиям укладки можно устанавливать с высокой точностью, делая практически идеально ровную стену, в результате улучшая внешний вид здания и экономя на отделке. Кирпичная кладка показала наихудший результат по сопротивлению теплопроводности. Чтобы теплотехника была как у теплоблоков, необходима стена, толщиной 3.1 м. Если взять большую комнату 12 на 10 метров с площадью по внешним стенам 120 м², то экономия площади при использовании теплоблоков в сравнении с кирпичом в 5 раз.

Для сравнения мы взяли пенобетон и газобетон средних марок прочности, которые являются теплоизоляционно-конструкционными. Стены, толщиной 400 мм не достаточно для условий Санкт-Петербурга и их придется дополнительно утеплить. К другим недостаткам относится хрупкость материалов, а также поры, в которых образуется грибок. Так же производители часто измеряют теплоизоляционные свойства этих материалов при нулевой влажности, однако в реальности это невозможно, потому данные по сопротивлению теплопередаче могут быть завышены.

Энергоэффективные дома позволяют добиться снижения энергозатрат, что положительно влияет на экологию, а также являются комфортными для проживания в любое время года. Каменные энергоэффективные дома аккумулируют тепло, позволяя тратить на отопление минимум ресурсов, а летом не нагреваются благодаря хорошей теплоизоляции. Заплатив за такой дом примерно на 20 % больше, чем за, например, деревянный, мы получим более комфортное жильё с теплотехникой в 3 раза лучше, с более просторными помещениями и современной архитектурой. В последствии технология может развиваться до постройки полостью энергонезависимых домов.