

УДК 678.5+699.86(571.56)

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ДОМА В УСЛОВИЯХ ЯКУТИИ

Местников А.Е., Сидоров Э.Ф., Кононова Е.А.

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, г. Якутск

Как показывает мировой опыт проектирования и строительства малоэтажных жилых зданий к энергоэффективным относятся дома с низким энергопотреблением, ниже на 30–50% от обычного. Как правило, отопительное энергопотребление снижают по трем основным направлениям, первые два из которых относят к пассивным мероприятиям, третье – к активным:

- усиление теплоизоляции внешней оболочки здания;
- снижение тепловых потерь с вентилируемым воздухом;
- использование энергии окружающей среды.

В условиях сурового климата Якутии нами предложены и применены 3 основных способа снижения энергопотребления в строительстве 3-х индивидуальных домов в с. Аппаны Намского района:

– обеспечение **эффекта «теплого пола»** (рис. 1) и сохранение устойчивости вечномерзлых грунтов на весь период эксплуатации при использовании ленточного или плитного ж/б фундаментов на подсыпке, уплотненной гравием, за счет устройства теплоизоляционного и грунтового слоев под домом;

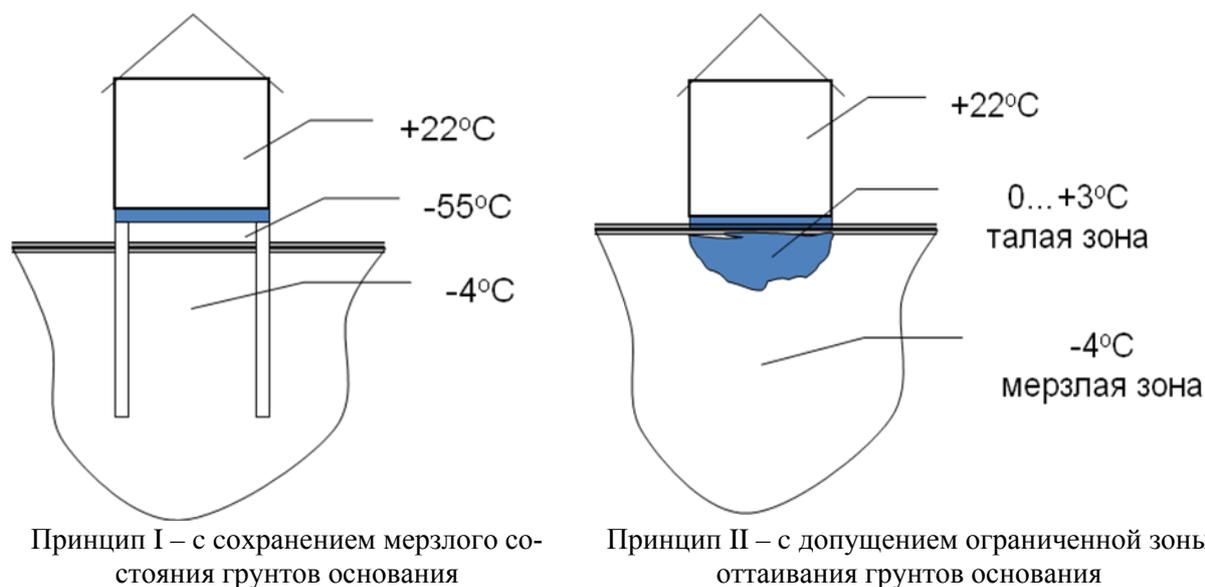


Рис. 1. Эффект «теплого пола» создается за счет тепла, аккумулированного грунтовым основанием дома, и внутренним воздухообменом.

– дом должен быть легким, но с достаточной тепловой инерцией, присущей массивным каменным зданиям, для сохранения тепла (**эффект теплового аккумулятора**) и снижения энергопотребления за счет устройства 2-хслойной теплоизоляции из разнородных материалов в конструкции стеновых ограждений, где наружный слой составлен из материала с низким коэффициентом теплопроводности, а внутренний – из материала с наибольшей тепловой инерцией при плотности не более 500–600 кг/м³ (древесина, керамзитобетон, арболит, пенобетон, газобетон);

– использование солнечного коллектора в системах отопления и горячего водоснабжения.

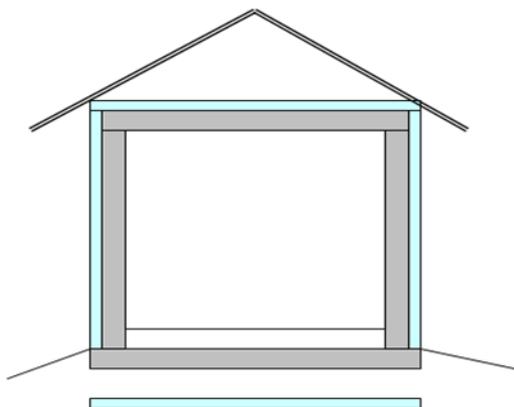


Рис. 2. Схема устройства 2-хслойной теплоизоляции ограждающих конструкций.

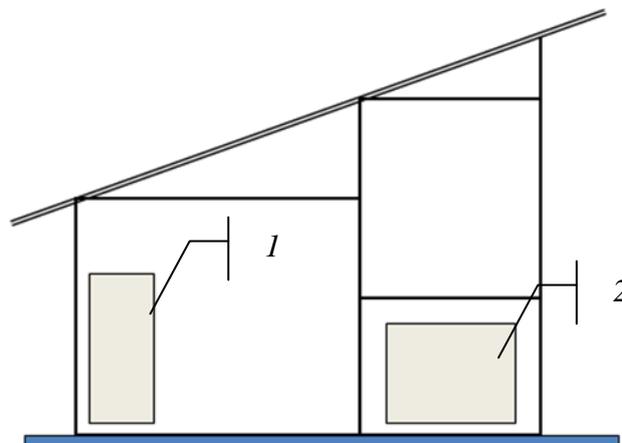


Рис. 3. Схема повышения тепловой инерции хозяйственной постройки размещением емкости для воды 1 в гараже и емкости для септика 2 под ванной комнатой.

Роль **теплового аккумулятора**, обеспечивающего тепловую инерцию энергоэффективного дома, выполняет термическая масса, составляющая внутреннюю часть наружной стены, межкомнатных перегородок и межэтажных перекрытий. К другим пассивным аккумуляторам тепла для повышения тепловой инерции дома следует отнести:

- расположение септика и воды внутри хозяйственной постройки;
- печи и камины из кирпича;
- грунт под домом;
- массивное основание пола, например, из монолитного пенобетона
- плиты перекрытий и перегородок из массивного материала, например, из легкого бетона др.

Выбор принципа использования вечномерзлых грунтов в качестве основания, а также способов и средств, необходимых для обеспечения принятого в проекте температурного режима грунтов, производят на основании сравнительных технико-экономических расчетов.

Для сохранения вечномерзлого состояния грунтов основания, преимущественно, в индивидуальном строительстве применяются ленточные железобетонные фундаменты с проветриваемым извне подпольем. Однако в таких домах и домах на сваях редко соблюдается температурный режим пола, который обычно бывает холодным из-за недостаточного обеспечения теплоизоляции и герметизации конструкции пола.

Для относительно однородных твердомерзлых оснований зданий и сооружений небольшой ширины (до 9 м) допускается оттаивание оснований в процессе эксплуатации при условии использования фундаментов, способных воспринимать неравномерные осадки (плита, перекрестные ленты и др.) [1]. С учетом ранее набранного опыта строительства индивидуальных домов с «теплым полом» [2, 3] нами был рассчитан, согласован и внедрен усовершенствованный вид оснований и фундаментов на вечномерзлых грунтах.

Пространство между ленточным фундаментом заполняется сначала опилками (или закладывается слой теплоизоляции из пенополистирола, не менее 10 см), перемешанных с известью, затем опилочный слой уплотняется грунтом почти до краев верх-

ней кромки бетонного основания, что в некоторой степени является одновременно и защитным слоем от радона, поступающего от естественного грунта основания. Сопротивление теплопередаче слоев опилки и грунта должно составлять не менее 2,0–4,0 ($\text{м}^2 \cdot \text{С}$)/Вт. Ряд брусчатых лаг сечением 180×180 мм кладется через 2 слоя рубероида на бетонное основание фундамента, затем на них без гидроизоляционного слоя укладывается чистый пол из черепных брусков, аккуратно пригнанных друг к другу и скрепленных гвоздями на 110 мм. Вентиляция подпольного пространства между лагами производится через вентиляционные продухи межкомнатных окладных венцов и сплошную щель между капитальной внутренней стеной и половыми досками.

Замеры температуры по вертикали в самые холодные дни декабря–января показали, что перепад температур на уровне пола и на высоте 1,5 м от пола составляет всего 2°С. А средняя температура воздуха в жилых помещениях автоматически поддерживается в пределах 22–24°С. Температура грунта в скважине, установленной под полом в средней точке плана дома, глубина талой зоны находится в пределах расчетной нормы в 1,3–1,5 м от нулевого уровня чистого пола.

Таким образом, тепло, аккумулированное грунтовым основанием, не позволяет опуститься температуре пола до минусовых значений, что нередко встречается в аналогичных домах, возведенных на сваях или ленточных фундаментах с проветриваемым подпольем для сохранения вечномерзлого состояния грунтового основания в течение всего периода эксплуатации (т.е. соблюдения принципа I по СНиП 2.02.04-88).

В каркасных конструкциях зданий для сурового климата Якутии оптимальная энергоэффективность стеновых ограждений обеспечивается при сочетании пенополистирольных плит и монолитного пенобетона в несъемной опалубке, предохраняющей теплоизоляционный слой от воздействия внешних факторов.

Для деревянно-каркасных домов в малоэтажном строительстве разработана технология быстровозводимых зданий с применением монолитного пенобетона плотностью D250-300.

В основе конструкции используется быстровозводимый каркас из лиственничных обрезных досок толщиной 40 мм. Сборка каркаса дома производится по стандартной технологии для деревянных каркасных зданий (рис. 2). При монтаже учитываются индивидуальные особенности проекта дома и материалы, используемые для наружной обшивки каркаса. В разработанной конструкции используется несъемная опалубка из стекломагнезиальных листов (СМЛ), которые позволяют быстро производить обшивку готового каркаса здания без применения средств механизации и привлечения большого количества рабочих.

Основные этапы возведения здания по данной технологии включают в себя следующие этапы: устройство фундамента, гидроизоляция основания и устройство обвязки из бруса, устройство каркаса с поперечными связями из досок, обшивка каркаса с наружной стороны здания на всю высоту листовыми материалами, монтаж теплоизоляционного слоя из пенополистирольных плит с привязкой к каркасу; обшивка каркаса с внутренней стороны здания листовыми материалами, устройство теплоизоляционного слоя из монолитного пенобетона, поэтапная заливка по периметру здания на высоту не более 600 мм; устройство чердачного перекрытия и кровли, устройство пола, шпаклевка и покраска стен и потолка. Термическое сопротивление теплопередаче каркасных стен с двухслойной теплоизоляцией составляет не менее 5,0 ($\text{м}^2 \cdot \text{С}$)/Вт.

Из множества видов солнечных батарей для обеспечения дополнительного отопления и горячего водоснабжения дома нами выбраны трубчатые вакуумные солнечные коллекторы. По расчету в экспериментальных индивидуальных домах установлены 3 комплекта, из которых каждая состоит из 30 вакуумных трубок общей мощностью 9 кВт.

Кроме вечной мерзлоты и сильных морозов, климат Якутии характеризуется также высокой интенсивностью светового облучения – $851,3-928,1 \text{ Вт/м}^2$, соответствующей климатическим параметрам г. Ташкента. Проведенные в условиях г. Якутска натурные обследования показывают, что солнечные коллекторы с вакуумными трубками могут успешно эксплуатироваться круглогодично на территории Центральной Якутии в качестве дополнительного отопления в течение 5 месяцев (март, апрель, май, сентябрь и октябрь) и для горячего водоснабжения 4 месяца (май, июнь, июль, август). При этом экономия энергии для отопления и горячего водоснабжения может составлять до 30% в год.

Общая площадь экспериментального дома составляет 98 м^2 . Дома полностью благоустроенные, снабжены приборами экономии тепла и электроэнергии, и относятся к категории «доступное комфортабельное жилье».

Литература

1. Альбом технических решений оснований и фундаментов сельских и поселковых зданий на вечномёрзлых грунтах / Кутвицкая Н.Б. – Якутск: Госстрой РС(Я), 1994. – 22 с., ил.
2. Экодом в Сибири / Огородников И.А. и др. – Новосибирск: АРТ, 2003.
3. Местников А.Е. Северное жилище: энергосбережение, безопасность: А.Е. Местников / Отв. ред. П.С. Абрамова; ЯГУ им. М.К. Аммосова. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2006. – 168 с.