

Смоляго Г. А., д-р техн. наук, проф.,
Дронова А. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЧЕСТВ НАРУЖНЫХ СТЕН ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОЭТАЖНЫХ «ПАССИВНЫХ» ДОМОВ

DAV0212@yandex.ru

Предложено конструктивное решение малоэтажных «пассивных» домов с каркасом из монолитного керамзитобетона и стенами из монолитного пенобетона в несъемной опалубке из стружечно-цементной плиты (СЦП), в котором оптимально разграничиваются несущие и ограждающие функции конструктивных элементов.

Преимущества данного конструктивного решения составляют пространственная жесткость и конструктивная безопасность, увеличение срока службы утеплителя (пенобетона) по сравнению с существующими решениями, экологичность и более низкая стоимость по сравнению с традиционными решениями.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, «пассивные» дома; конструкции стен, каркас; бетоны.

Учитывая ограниченность глобальных энергоресурсов, проблема их разумного потребления – одна из наиболее актуальных на сегодняшний день. Комплекс мероприятий, направленных на решение этой задачи, заключается в создании конструктивных решений зданий, в которых достаточно малы расходы на отопление, что практически делает их энергонезависимыми. Такие дома получили названия «пассивные», а точнее – «энергопассивные». Их теплотери составляют 15–25 кВт/м² в год (для сравнения, в кирпичных домах 70-х, 80-х годов – 250–350 кВт/м² в год), а потребность в незначительном отоплении дома возникает только при отрицательных температурах наружного воздуха.

За двадцать лет существования Института Пассивного дома (Passive House Institute, PHI), основанного доктором В. Файстом, были проведены глубокие исследования влияния на энергосбережение зданий многочисленных факторов как в процессе строительства, так и процессе эксплуатации, отработаны программы расчёта и технологии строительства. На базе сформированных знаний стало возможным широкое распространение «пассивных» домов не только в Германии, но и во всех странах Запада. В «пассивных» домах применяются современные строительные материалы и конструкции, а также новейшее инженерное оборудование. На популярность «пассивных» домов также повлияло снижение стоимости их строительства, ее приближение к уровню стоимости домов традиционного типа благодаря развитию массовости строительства, совершенствования технологий строительства и инженерного оборудования.

К основным принципам «пассивного» дома можно отнести:

- усиленные герметизация и теплоизоляция ограждающих конструкций (в 2–3 раза превышающие сегодняшние нормативы);
- использование эффекта аккумуляции тепла, солнечной энергии, энергии земли;
- использование приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла и очисткой входящего воздуха, применение энергоэффективных архитектурно-планировочных решений (выбор энергоэффективной формы дома, энергетически рациональная ориентация дома по частям света и розе ветров, энергетически рациональное расположение буферных зон) и т.д.

С точки зрения строительства главной составляющей для пассивного дома является качественная наружная теплоизоляционная оболочка. Применяемая теплоизоляция должна обладать высокими теплотехническими характеристиками и укладываться без зазоров вокруг всего здания. В настоящее время при непосредственной поддержке PHI практически все крупные европейские производители теплоизоляционных материалов разработали отдельные концепции или решения для «пассивных» домов, расположенных в климатических условиях Германии, Австрии, Швейцарии и Скандинавии.

В частности, все применяемые сегодня стандартные решения несущих и ограждающих конструкций зданий в Германии адаптированы для «пассивного» дома с увеличением толщины слоя утеплителя. В уже построенных домах мы можем видеть такие решения, как, например, многослойные наружные стены, несущий слой

которых выполнен из монолитного бетона, кладки из кирпича или мелких блоков, сборные строительные элементы из легких бетонов, сборные железобетонные элементы, деревянные конструкции (классические или с использованием легких балок), несъемная опалубка, металлические конструкции и полупрозрачные элементы.

По данным [1] дополнительные затраты на строительство «пассивного» дома окупаются через 5–7 лет, соответственно материалы несущих конструкций и, в особенности, теплоизоляции должны отвечать современным требованиям и иметь срок службы более 25 лет. В настоящее время самыми распространенными утеплителями являются минераловатные плиты и экструзионный пенополистирол. Относительно пенополистирола (ППС) нужно отметить, что в момент испытаний после изготовления он обладает хорошими теплоизоляционными свойствами. Однако, противоречивые данные натурных наблюдений за поведением разных видов пенополистирола не позволяют в настоящее время с допустимой степенью риска прогнозировать достижение в период эксплуатации «порога накоплений» его дефектов, способных вызвать нарушение работоспособного состояния конструкций на его основе и комфортного микроклимата помещений, включая экологическую безопасность [2].

Следует также отметить, что долговечность большинства утеплителей существенно меньше, чем каменной кладки или железобетона. Гарантированный срок службы большинства отечественных и зарубежных утеплителей составляет 15–25 лет, что потребует в процессе эксплуатации дополнительного утепления наружных стен или полной замены используемого утеплителя.

С этой позиции каркасные системы, в которых оптимально разграничиваются несущие и ограждающие функции конструктивных элементов, являются наиболее рациональными. В таких системах в наибольшей степени используется эффект пространственной работы здания, способствующий повышению его жесткости и конструктивной безопасности, а также срок службы утеплителя (пенобетон) приближается во своему значению к сроку службы основных несущих конструкций

Использование монолитных каркасных конструктивных систем приводит к существенному снижению материалоемкости на 20–30 % по сравнению с полносборным и кирпичным строительством, а, следовательно, и стоимости строительства. При использовании каркасных систем открываются широкие возможности по

разработке концептуальных принципов поэтапного строительства дома с выполнением пристроек и надстроек второго или мансардного этажей, что достаточно актуально в настоящее время [3]. Каркасная конструктивная система здания предполагает фундаменты в виде ростверков по сваям или столбчатым фундаментам, что заметно снижает материальные и трудовые затраты на их возведение.

В предложенной нами конструктивной системе [4] в качестве несущих элементов каркаса использованы колонны и ригели, которые выполняются из монолитного конструктивного керамзитобетона в несъемной опалубке из стружечно-цементных плит (СЦП), несущие стены из монолитного пенобетона марки по плотности D300 в несъемной опалубке из СЦП – (рис. 1).

Проектирование несущих конструкций – ригелей и колонн – производится в соответствии со статическим и конструктивным расчетами для каждого конкретного здания, с использованием различных программных комплексов.

К преимуществам применения керамзитобетона можно отнести:

- обеспечение больших объемов малоэтажного строительства;
- увеличение пролетов и этажности зданий;
- укрупнение монтажных элементов с использованием более простых и с меньшей грузоподъемностью механизмов для монтажа;
- повышение производительности труда и качества строительства;
- возможность изготовления бетона непосредственно на строительной площадке (ввиду его небольшого расхода) и как следствие всего вышесказанного, снижение стоимости строительства.

Технология получения керамзита – высокотемпературный обжиг глинистого сырья – обуславливает экологическую чистоту материала, высокую огнестойкость и длительное сохранение конструкционной прочности в условиях пожара, что обеспечивает безопасность людей в экстремальных ситуациях.

Стена с использованием СЦП в качестве несъемной опалубки и пенобетона как эффективного утеплителя обладает высокими теплоизолирующими свойствами. Проведенный теплотехнический расчет стены показал, что принятая конструкция полностью обеспечивает тепловую защиту здания – приведенное сопротивление теплопередаче стены больше нормируемых значений $R_0 = 3,43 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} > R_{\text{норм}} = 2,86 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ для Белгородской области.

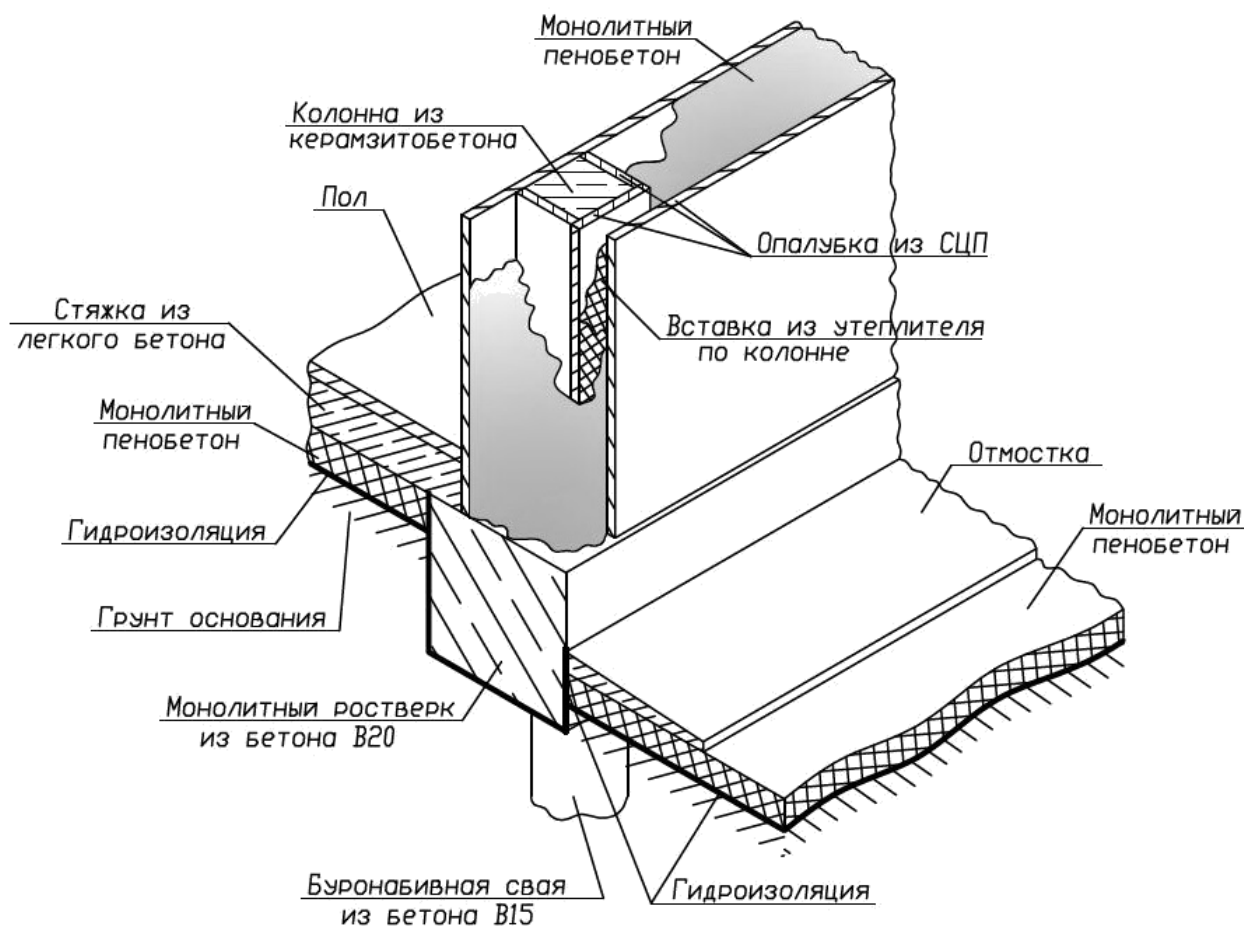


Рисунок 1. Конструктивное решение вертикальных несущих элементов

В зависимости от климатических условий и компактности зданий сопротивление теплопередаче для наружных стен в «пассивных» домах в Европе варьируется в среднем от 6,5 до 10 м²·°С/Вт. Если взять за основу эти значения,

то минимальная толщина стены согласно теплотехническому расчету составит 700 мм (рис. 2), что сопоставимо с толщинами существующих решений стен «пассивных» домов.

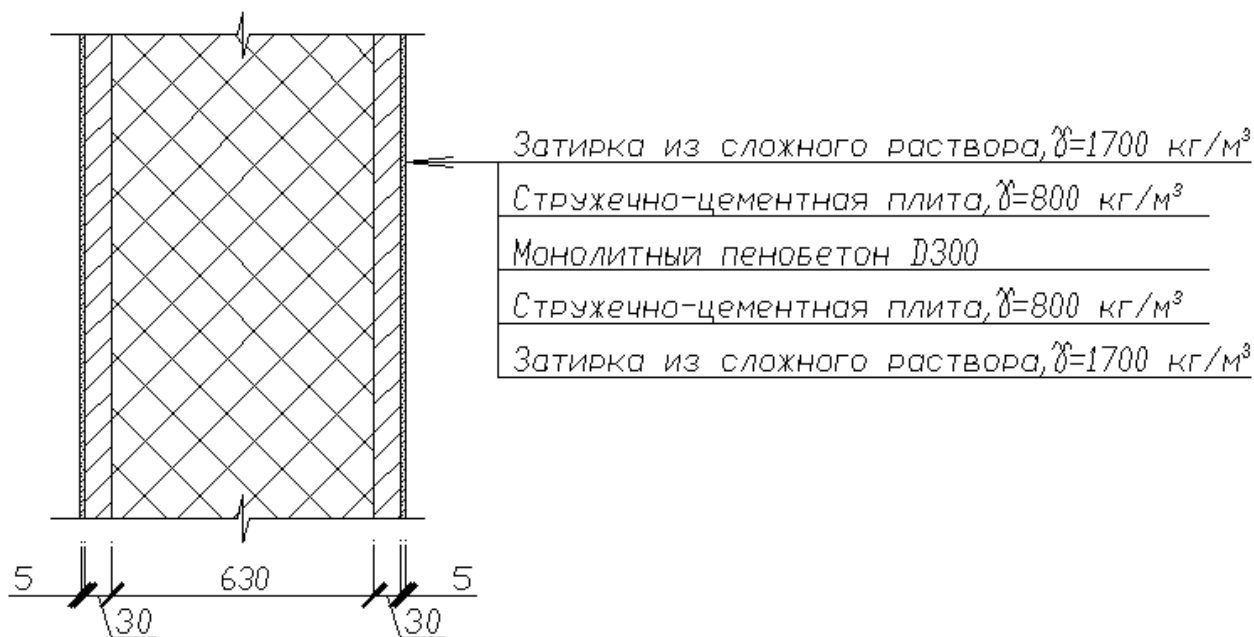


Рисунок 2. Конструктивное решение стен

Применение метода несъемной опалубки обеспечивает качественно новый уровень строительства благодаря следующим преимуществам:

- более чем в 1,5 раза сокращается время строительства по сравнению с традиционными методами;
- за счет использования современных облегченных материалов, в частности пенобетона, снижается нагрузка на нижерасположенные конструкции и в целом на здание;
- уменьшается процент ручной работы – только 15 % веса стройматериалов переносится и укладывается вручную, остальные 85 % доставляет бетононасос и другие механизмы;
- обеспечивается экологическая чистота и высокая паропроницаемость стен, отсутствуют неблагоприятные воздействия на окружающую среду.

Нами проведен сравнительный анализ удельных прямых затрат на строительство трех вариантов конструктивного решения вертикальных элементов «пассивного» дома, а именно:

1) монолитный каркас из керамзитобетона со стенами из пенобетона марки по плотности D300 в несъемной опалубке из СЦП толщиной 700 мм;

2) многослойные несущие стены из керамического кирпича, утеплитель – пенополистирол, с общей толщиной 740 мм;

3) стены из газосиликатных блоков D400 толщиной 910 мм и монолитным железобетонным поясом по верху стен (толщина стен вариантов обоснована теплотехническим расчетом при $R_0=6,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$).

Установлено, что стоимость возведения каркаса и стен по 1-му варианту в 1,23 раза выгоднее 2-го варианта и в 1,15 раза – третьего. Это объясняется разницей в стоимости самих материалов, работ по возведению, требуемой отделкой (стены в несъемной опалубке, как уже отмечалось выше, не требуют мокрых процессов при отделке), снижением нагрузки на фундаменты, и следовательно, снижением их стоимости и продолжительности строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елохов, А.Е. Общие принципы проектирования и строительства пассивного дома [Текст] / А.Е. Елохов // СтройПРОФИль. – 2010. – № 2–1. – С. 34–35.

2. Сахаров, Г.П. Материалы для энергосберегающих ограждающих конструкций зданий [Текст] / Г.П. Сахаров // Бетон и железобетон – пути развития. Научные труды 2–ой Всероссийской международной конференции по бетону и железобетону, Москва, 5–9 сентября 2005 г. / НИИЖБ. – Москва, 2005. – Том 4. – С. 257.

3. Смоляго, Г.А. Разработка конструктивных систем индивидуальных жилых домов с использованием ячеистых бетонов [Текст] / Г.А. Смоляго // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – №8. – С. 42.

4. Смоляго Г.А., К вопросу оптимизации конструктивных решений стен малоэтажных жилых домов [Текст] / Г.А. Смоляго, А. В. Дронова // НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». – 2010. – №3. – С. 56.