УДК 699.86; 536.3
Енюшин В.Н. – кандидат технических наук, доцент
Камалтдинова Э.М. – студент
E-mail: enjushin@gmail.com
Казанский государственный архитектурно-строительный университет

ТЕРМОГРАФИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ КАРКАСНОГО ДОМА

АННОТАЦИЯ

Строительство фахверковых домов началось в Европе, а затем получило широкое распространение в Северной Америке. Эти дома как раз и были первыми каркасными строениями, которые ознаменовали отказ от тяжелых бревенчатых срубов и трудоемкой каменной кладки. Дома каркасной конструкции обладают высокой энергоэффективностью, которая достигается использованием высокоэффективных изоляционных материалов и герметичностью ограждающих конструкций, что препятствует гниению элементов каркаса без дополнительных химических средств защиты. Однако, проведенные тепловизионные обследования подобных жилых домов показали, что технология монтажа не всегда выполняется, в связи с этим на внутренней поверхности ограждающей конструкции могут быть участки с температурой ниже «точки росы», что недопустимо, как с точки зрения санитарно-гигиенических требований, так и энергосбережения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: каркасная конструкция, теплоизоляционные материалы, термографическое обследование, термограмма.

Enyshin V.N. – candidate of technical sciences, associate professor
Kamaltdinova E.M. – student
Kazan State University of Architecture and Engineering

THERMOGRAPHICAL INSPECTION OF FRAME HOUSE

ABSTRACT

Building half-timbered houses has begun in Europe, and then was widely adopted in the North America. These houses also were the first frame structures which have marked refusal of heavy timbered fillings and a labor-consuming stone laying. Houses of frame design possess high power efficiency which is reached by using highly effective insulating materials and tightness of protecting designs that interferes with rotting of elements of a skeleton without additional chemical protection frames. However, heat monitoring researches of similar apartment houses, have shown that the technology of installation isn't always carried out, in this connection on an internal surface of a protecting design there can be parts with temperature below «dew-point» that is inadmissible, as from the point of view of sanitary-and-hygienic requirements, and energy conservation.

KEYWORDS: frame-type construction, heat-insulating materials, thermographical inspection, thermogram.

Введение

В последнее время происходит, без преувеличения, революция в домостроении. Дома стали стремительно и последовательно эволюционировать в направлении энергоэффективности, ресурсоэффективности, экологичности и автономности. Энерго- и ресурсоэффективные дома, требующие для эксплуатации в десятки раз меньше ресурсов, строятся в некоторых странах уже в массовом порядке. В странах Европейского союза ставится вопрос о переходе на такие дома, как стандартные.

Потенциал энерго- ресурсосбережения в России огромен. Мировой опыт показывает, что имеется реальная возможность сокращения энергопотребления. Для достижения этого результата нужны длительные совместные усилия ученых, архитекторов, проектировщиков, специалистов по теплоснабжению, энергетиков, специалистов строительной индустрии, руководителей строительных комплексов и ЖКХ.

Сбалансированные с окружающей средой здания и сооружения должны удовлетворять следующим основным существенным требованиям по [1]:

1. Механическому сопротивлению и устойчивости;
2. Безопасности в случае пожара;
3. Санитарной безопасности, здоровью и защите окружающей среды;
4. Безопасности при эксплуатации;
5. Защите от шума;
6. Экономии энергии.

На сегодняшний день в России растет популярность малоэтажного строительства с применением каркасной технологии, которая в значительной степени отвечает всем этим требованиям. Специалисты данной области строительства утверждают, что каркасная конструкция учитывает требования по энергоэффективности дома, то есть при минимальной энергоемкости и материалоемкости конструкция стен дома обеспечивает необходимую несущую способность, при этом теплопотери сведены к возможному минимуму. Каркасная технология строительства весьма широко распространена на территории Канады, Японии, США и северной части Европы. В конце XX века эта технология пришла и в Россию. Благодаря отточенным десятилетиями конструкционным решениям, дома, построенные по данной технологии, обладают сравнительной дешевизной, долговечностью, технологичностью, экологичностью и комфортной внутренней средой. Наибольшее распространение данная технология получила в строительстве одноквартирных, частных, домов высотой до трех этажей.

Для прогнозирования развития каркасного домостроения, как устойчивого строительного комплекса, в рамках данной статьи оценим соответствие каркасной технологии основным шести требованиям, изложенным выше.

История развития каркасных домов

Технология строительства каркасных домов, которая так бурно развивается сейчас в России, была заложена в Европе и получила развитие в США и Канаде.

Причиной тому стала, в первую очередь, социальная сфера жизни. Когда окончилась Вторая мировая война, Канада захлебнулась потоком эмигрантов, в США появился класс достаточно обеспеченных людей, которые желали иметь собственные дома в тихом и уютном пригороде, добираясь в город на автомобиле. Для возведения такого большого количества домов нужен был предельно простой механизм ипотечного кредитования и новая технология, отвечающая всем актуальным требованиям: быстрое строительство, универсальность проведения строительных работ как на жаре, так и на холоде, долговечность здания, непрерывное производство комплектующих и эстетически удовлетворительный вид с оттенком эксклюзивности – люди желали, чтобы их дом отличался от остальных подобных. Такой технологией стало каркасное домостроение.

Россия имеет достаточно большой, но печальный опыт производства и строительства каркасных деревянных домов. Каркасное домостроение в нашей стране начало интенсивно развиваться в 50-е годы прошлого века. Еще чуть более 20 лет назад лесопромышленным комплексом Минлеспрома СССР производилось около 1 млн. м² общей площади каркасных деревянных домов, изготовлением которых занимались более 10 предприятий. Привлекательность такого типа домов объяснима их сравнительно низкой стоимостью: стоимость 1 м² общей площади такого дома меньше на 30-40 % стоимости 1 м² панельного дома. Однако из-за отсутствия эффективных обшивочных строительных материалов для этого вида домостроения, и в особенности эффективных утеплителей, каркасные деревянные дома имели низкие эксплуатационные качества, по этой причине дискредитировали себя и постепенно были сняты с производства.

Каркасная стена состоит из вертикальных стоек, опирающихся на нижнюю обвязку и скрепленных сверху верхней обвязкой. Толщина стоек и обвязки обычно не менее 38 мм. Кроме того, между стойками могут быть горизонтальные связи, как для передачи вертикальной нагрузки на боковые стойки, так и для обеспечения места крепления обшивки [2, 3]. Металлические крепления, являясь частью несущих стен, объединяют деревянные конструктивные элементы в единую структуру, надежно сдерживающую ветровые и сейсмические нагрузки. Принцип построения типичного канадского деревянного коттеджа основан на использовании стандартного

бруса, составляющего прочный каркас, подобный сотовой структуре. Таким образом, можно отметить, что каркасная технология, при верном расчете и монтаже конструкции, отвечает требованиям по механическому сопротивлению и устойчивости.

Заполнение стен каркаса – важнейший фактор, влияющий на энергосберегающую способность дома, на комфортность проживания в нем и на пожаробезопасность [2, 3]. Принцип энергосбережения в каркасном доме – это снижение к абсолютному минимуму теплообмена с внешней средой, что позволяет сделать качественный утеплитель, заложенный в образованные стойками, балками, связями и наружной обшивкой ниши. Наиболее распространены базальтовая (каменная) вата или стекловолокно, применяемые в виде плит плотностью от 35 и от 14 г/м³ соответственно. Практика показывает, что материалы меньшей плотности значительно уступают по эффективности использования с точки зрения теплотехники и долговечности. Базальтовый утеплитель – высокоэффективный экологически чистый материал, который характеризуется следующими свойствами: относится к категории негорючих материалов, паропроницаем, не гигроскопичен, срок службы не менее 50 лет, разумеется, при соблюдении рекомендаций по монтажу и условиям эксплуатации. Обладает химической стойкостью к воздействию органических веществ (растворителей, кислот, щелочей и т.д.); полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормам, имеет достаточную стабильность объема и формы, устойчив к воздействию домовых грибков, микроорганизмов и грызунов; безвреден для здоровья человека. Базальтовая теплоизоляция легко обрабатывается выпиливанием, резкой ножом, удобна в монтаже. Использование базальтового утеплителя обеспечивает требования по безопасности в случае пожара, санитарной безопасности, здоровью и защите окружающей среды. Базальтовое волокно отвечает также требованиям безопасной эксплуатации и защиты от шума.

Утеплитель, да и каркасные конструкции необходимо защищать от увлажнения атмосферной влагой путем устройства пароизоляционного барьера. Влага, содержащаяся в воздухе, проходя через стены, будет конденсироваться на холодных частях утеплителя и стеновых конструкций, что приведет к уменьшению теплоизолирующей способности утеплителя и поражению деревянных конструкций микроорганизмами. Кроме того, должна тщательно выдерживаться технология производства работ по утеплению – нигде в конструкциях не должно оставаться ни малейшего пространства без заполнения, все стыки мембран должны проклеиваться специальным скотчем, так же, как и примыкания мембран к конструкциям. За утеплителем следует обшивка, а поверх нее устраивается влаго- ветрозащитная мембрана, пропускающая через себя остаточные пары, которым удалось проникнуть в утеплитель, наружу, и препятствующая проникновению внутрь влаги и порывам ветра. Ветер выдувает волокна утеплителя из сооруженной изоляционной системы. Очень важны при этом грамотный монтаж ветрозащиты и пароизоляции. Также необходимо сделать качественную герметизацию их швов.

Основные достоинства каркасной технологии

- Быстрота возведения. В отличие от кирпичных, деревянных, бетонных зданий, на возведение которых требуется около года или нескольких лет, на изготовление каркасного дома – от заказа до полной готовности – нужно до 1,5 месяцев, а монтаж каркаса возможно осуществить всего за 1-2 недели.
- Фундаменты. Небольшой вес каркасного дома в некоторых случаях позволяет применять более легкие фундаменты.
- Теплоизоляция. Каркасные стены, собранные по всем правилам, обладают низкой теплопроводностью.
- Надежность.
- Индивидуальность. Технология каркасного домостроения позволяет не быть привязанным к определенной номенклатуре и типоразмерам выпускаемых строительных материалов. Это дает возможность создавать дома, обладающие оригинальностью и архитектурной выразительностью.
- Возможность свободной планировки внутреннего пространства является большим достоинством каркасного домостроения.

Недостатки

Очевидно, что каркасный дом «дышит» хуже, чем кирпичный или деревянный, поэтому в нем необходима система вентиляции, а еще лучше – климат-контроля. Этот пункт расходов увеличивает стоимость такого жилья. Низкая тепловая инерция каркасных стен обуславливает необходимость максимально надежной системы отопления, которая сможет правильно и быстро реагировать на изменения температуры в помещении.

На сегодняшний день основными преградами для стремительного каркасного домостроения остаются два фактора: несовершенство каркасной технологии и устаревшие понятия о надежном теплом доме. За рубежом – в скандинавских странах, Канаде, США – каркасное жилье составляет 60-80 % от общего числа загородных домов. Процесс каркасного строительства в этих странах уже доведен до совершенства, чему, в свою очередь, способствует высокий профессиональный уровень строителей и их опыт. В нашей стране качество каркасных домостроений уступает зарубежному в силу недобросовестного отношения строителей к устройству теплоизоляционного слоя, особенно в местах примыкания конструкций «стена-пол», «стена-потолок», а также в угловых швах.

Тепловизионное обследование каркасного дома и его результаты

Авторами было произведено обследование теплотехнического состояния ограждающих конструкций каркасного жилого дома коттеджного типа, расположенного в г. Казани, с целью выявления сверхнормативных потерь тепла, поиска скрытых дефектов, зон промерзаний и протечек наружных стен здания посредством инфракрасной термографии. Обследование проводилось по просьбе хозяина дома до начала финишной отделки. Субъективно в помещении были вполне комфортные условия.

При проведении работ по тепловизионному контролю качества ограждающих конструкций жилого помещения использована методика проведения данного типа работ, разработанная НИИМосстроем Департамента строительства (к.т.н. Артыкпаев Е.Т.), а также ГОСТ 26254-84. Методика предназначена для использования в организациях, занимающихся теплотехническими испытаниями наружных ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.

Объектом испытаний стали элементы наружных стен (стыки, оконные откосы и др.), измерения производились как снаружи, так и внутри помещения.

Натурные обследования проводились при температуре наружного воздуха минус восемь градусов, при отсутствии солнечного облучения, атмосферных осадков, тумана и других подобных явлений.

Термографирование поверхности стены производилось в перпендикулярном направлении к стене либо при отклонении от этого направления влево, вправо, вверх и вниз, не превышающем 30°. Термографирование проводилось последовательно по намеченным участкам с покадровой записью термограмм в компьютер и одновременным измерением и фиксацией температур реперных участков.

Термографирование наружной поверхности стен проводилось общим панорамным снимком, охватывающим всю стену с вертикальными и горизонтальными стыками.

Обработка результатов обследования с использованием программного пакета InsiderIR, который позволяет по полученным термограммам определять значения температуры как в отдельных реперных точках, так и среднюю температуру по площади, выделенной на термограмме.

Термографическое обследование первого этажа показало:

- потолок, стены, пол имеют температуру в районе 17 ^{o}C, что удовлетворяет требованиям к ограждающим конструкциям по санитарно-гигиеническим нормам [6];

- температура в угловых швах коттеджа значительно ниже, в некоторых точках составляет ниже +2 ^{o}C, что не удовлетворяет требованиям к ограждающим конструкциям по санитарно-гигиеническим нормам, требуется дополнительная теплоизоляция.

Термографическое обследование второго этажа показало стационарный тепловой режим по всему объему помещения:

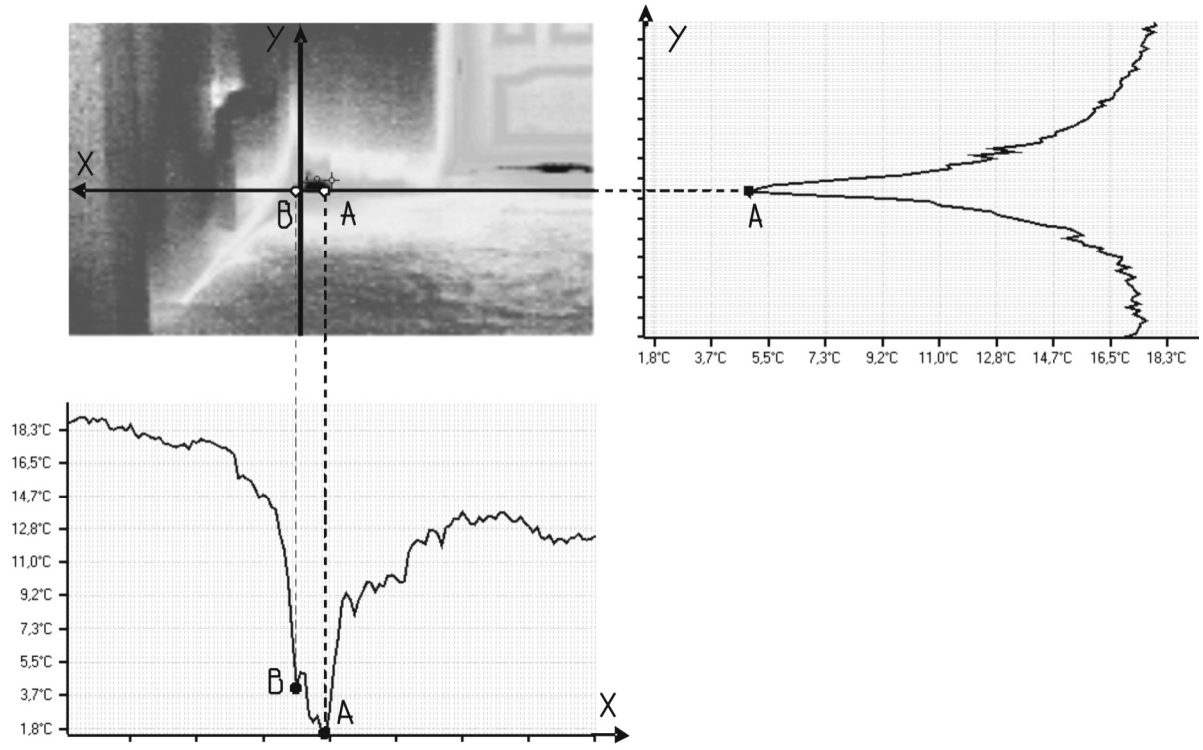
- потолок, стены, пол имеют 19,8-20,4 ^{o}C;

- температура в угловых швах коттеджа не ниже 17 ^{o}C, что удовлетворяет требованиям к ограждающим конструкциям по санитарно-гигиеническим нормам [6].

На рис. 1, 2 область темного цвета обозначает зону максимально пониженных значений температур на внутренней поверхности ограждающей конструкции здания. При помощи графиков можно наблюдать за колебаниями температуры вдоль горизонтальной и вертикальной оси, показанных на термограмме. Минимальные критические значения температур свидетельствуют об опасности возникновения конденсата на данном участке.



Рис.1. Помещение первого этажа каркасного дома с соответствующими термограммой и температурными графиками



На рис. 1 отчетливо видна зона пониженной температуры в районе точки А (всего около 1,5 °С, при фоновом значении около 18,5 °С), причем эта зона даже не совпадает с углом (точка В), где складываются самые неблагоприятные условия в отношении теплопотерь. Еще более критичная картина на рис. 2 – температура углового стыка пол-стена всего около 10 °С, что уже

неудовлетворительный показатель, при этом температура угла, точка С, примерно 2 °С, и есть участки с температурой в районе 5 °С (точка D). Некачественно выполнен и стык дверной коробки с косяком – точка Е, с температурой около 4 °С.

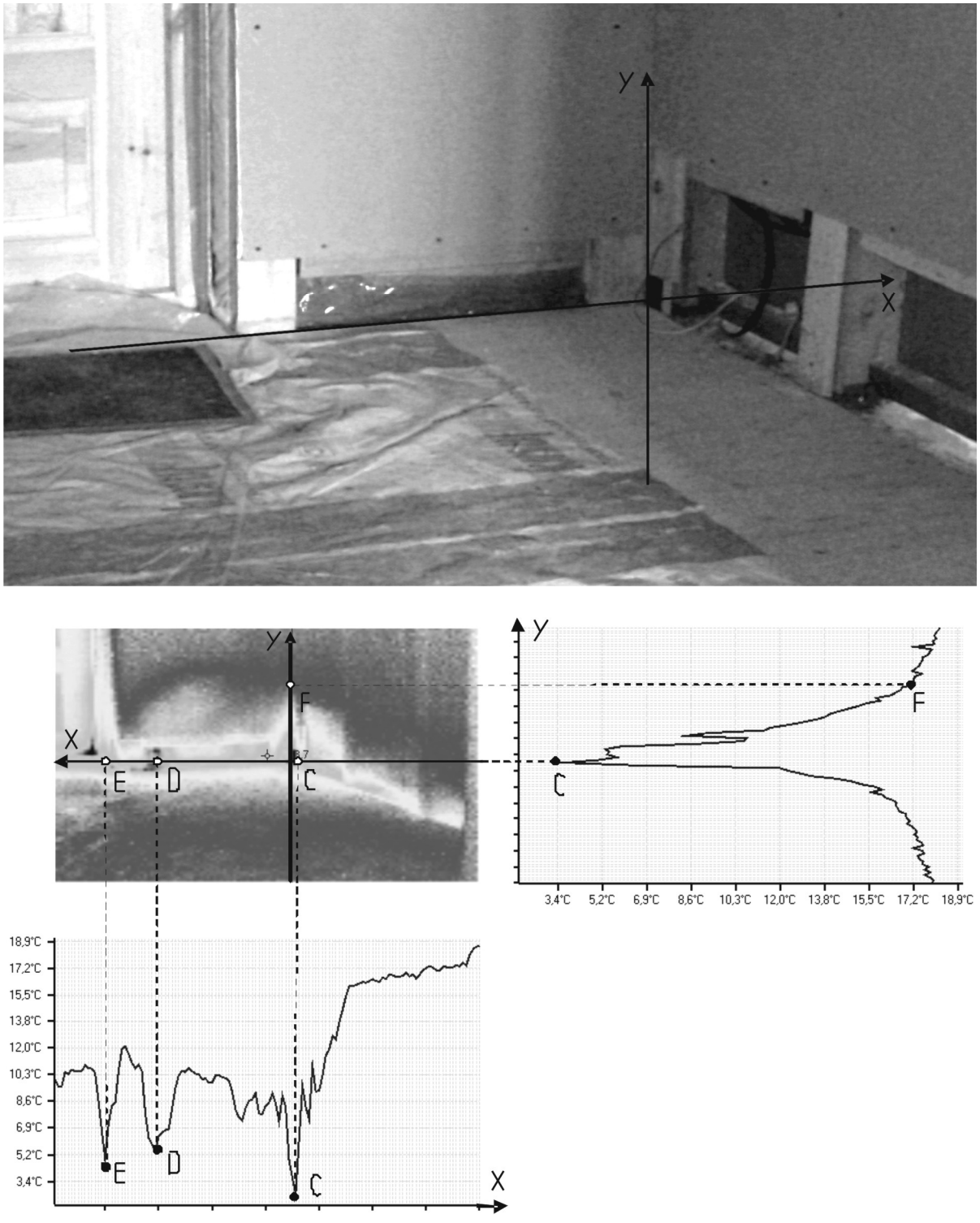


Рис. 2. Помещение первого этажа каркасного дома с соответствующими термограммой и температурными графиками

По результатам обследования можно сделать выводы: несмотря на достаточно высокое, в целом, качество монтажа – на втором этаже вообще не обнаружено участков со сверхнормативными теплопотерями, строители однако не обратили должного внимания на укладку утеплителя на некоторых участках первого этажа. Необходимо было тщательнее

заполнять полости, не оставляя даже небольших неплотностей, особенно это касается углов, где и без того складываются неблагоприятные условия с точки зрения теплопотерь из помещения, ведь теплопроводность элементов каркаса, которые здесь соединяются, заведомо выше теплопроводности теплоизоляции. Таким образом, мы рекомендовали бы владельцам каркасных домов перед окончательной внутренней отделкой тем или иным способом оценить качество строительно-монтажных работ во избежание появления на внутренней поверхности стен участков с температурами ниже «точки росы». Появление таких зон не только снижает теплозащитные свойства ограждающей конструкции и её долговечность, но и ведет к снижению комфортности жилья, так как на этих поверхностях возможно появление «грибка», споры которого являются сильнейшим аллергеном.

Очевидно, аналогичные проблемы возникают и при строительстве так называемого «социального жилья» в Казани: думается всем памятны скандалы, связанные с недовольством «счастливых новоселов», когда в их квартирах начинали «цвести» стены. Отговорки застройщиков о том, что это связано с установкой пластиковых стеклопакетов, «герметизирующих» помещение и препятствующих инфильтрации, явно не состоятельны: в домах старой застройки многие жильцы заменили окна на пластиковые и не столкнулись с подобным явлением.

У многих наших сограждан пока по-прежнему сохраняется устойчивое предвзятое мнение о подобных конструкциях, как о чём-то ненадёжном, для российского менталитета характерна тяга ко всему монументальному, основательному. Однако в последнее время и в России стала наблюдаться устойчивая тенденция к популяризации каркасной технологии. Безусловно, каркасное домостроение будет развиваться, хотя, возможно, несколько менее активно, по сравнению с другими областями домостроения.

Заключение

Анализ каркасной технологии строительства позволяет судить о ней как о прогрессивной в области малоэтажного домостроения, было отмечено соответствие данной технологии всем основным требованиям устойчивого строительного комплекса. А именно:

1. каркасная технология, при верном расчете и монтаже конструкции, отвечает требованиям по механическому сопротивлению и устойчивости;
2. использование базальтового утеплителя обеспечивает требования по безопасности в случае пожара, санитарной безопасности, здоровью и защите окружающей среды. Также базальтовое волокно отвечает требованиям безопасной эксплуатации и защиты от шума;
3. качественный утеплитель приводит к экономии энергии путем снижения к абсолютному минимуму теплообмена с внешней средой.

Однако низкая культура производства может свести на нет все эти положительные качества. Дом, каркас которого недостаточно качественно заполнен утеплителем, не будет ни теплым, ни долговечным, а возможное появление плесени в зонах выпадения конденсата вообще сделает его опасным для здоровья проживающих.

Сравнительная оценка преимуществ и недостатков каркасного домостроения, а также его особенностей позволяет судить о перспективе развития каркасных технологий, как об энергоэффективном, экологичном, многообразном, долговечном и сравнительно недорогом виде строительства для различных социальных слоев населения нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матросов Ю.А. Энергосбережение в зданиях. Проблема и пути ее решения. – М.: НИИСФ, 2008. – 496 с. илл.
2. Жуков Б.Д. Экологическое домостроение. Устройства и технологии децентрализованной очистки бытовых сточных вод. – Новосибирск, 1999. – 84 с.
3. Аврорин. А.С. Экологическое домостроение. Строительные материалы. – М., 2008. – 345 с.
4. Материал дипломного проекта Чудовой Ольги на тему «Дизайн-проект экодома для семьи в условиях Сибири». – Барнаул: ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет Ползунова И.И.», 2010.
5. ГОСТ 26629-85 Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций.

6. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
7. ИСО 6781-83 Теплоизоляция. Качественное выявление теплотехнических нарушений в ограждающих конструкциях. Инфракрасный метод.
8. ВСН 43-96 Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров.
9. МГСН 2.01-94 Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектросбережению. Утверждены Постановлением Правительства Москвы № 217 от 22 марта 1994 г.

REFERENCES

1. Matrosov Y.A. Power savings's in buildings. The problem and ways of its decision. – M.: NIISF, 2008. – 496 with illustrations.
2. Zhukov B.D. Ecological housing construction. Devices and technologies of the decentralized clearing of household sewage. – Novosibirsk, 1999. – 84 p.
3. Avrorin A.S. Ecological housing construction. Building materials. – M., 2008. – 345 p.
4. The facts of the diploma project by Chudova Olga on the topic «The Design Project of ecohouse for a family in the conditions of Siberia». – Barnaul: GOU VPO «Altay state technical University after Polzunova I.I.», 2010.
5. GOST of 26629-85 Buildings and a construction. Methods of researching into heat monitoring of quality assurance of a thermal protection of protecting designs.
6. SNiP 23-02-2003 Thermal protection of buildings.
7. ISO 6781-83 Thermal insulation. Qualitative detection of thermal irregularities in building envelopes. Infrared method.
8. VSN 43-96 Departmental building norms on heat engineering inspections of external protecting designs of buildings with application small-sized thermal imagers.
9. MGSN2.01-94 Specifications on heat-shielding and heating, water, electric economy. Confirmed by the Governmental order of Moscow № 217 from March, 22nd, 1994.