

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКЖ

УДК 691.1, 697.24

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ОДНОЭТАЖНЫЕ КАРКАСНЫЕ ДОМА С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ КАМЫШИТОВЫХ БЛОКОВ

Е. М. Дербасова, Р. В. Муканов, М. А. Олейникова
Астраханский инженерно-строительный институт

В статье рассмотрена каркасная технология возведения малоэтажных жилых домов в сельской местности с использованием камышитовых блоков. Проанализированы опыт строительства малоэтажного жилья в России и Астраханской области в различные промежутки времени и методы организации производства камышита на станках большей и малой производительности. Подробно обоснованы преимущества возведения малоэтажных объектов и характеристики наружных стеновых конструкций, выполненных из камыша. Рассматриваемая технология позволяет получать армированные металлической сеткой, унифицированные камышитовые блоки, устанавливаемые в углы-карманы деревянного каркаса здания. При этом открытая поверхность камышитового блока легко штукатурится по поверхности армированной сетки. Во избежание возгорания камыш на заводе обрабатывается огнезащитным составом. Представлен проект каркасного здания с утеплителем из камышитовых блоков, в котором предполагается организовать конвекционную или воздушную систему отопления, обеспечивающую равномерную циркуляцию теплого воздуха по помещениям и под полом.

Ключевые слова: *каркасная технология, камышитовый блок, малоэтажное здание, конвективная печь, энергоэффективность, металлическая сетка, теплопроводность.*

The paper considers framing technology used for low-rise residential dwellings in the rural area; the technology engages reed blocks. The authors analyze the practice of erecting low-rise residential dwellings in Russia and in Astrakhan region at various periods and evaluate methods applied in manufacture of the cane at machines with high and low capacity. Advantages of low-rise dwellings were emphasized and characteristics of external wall structures made of reed blocks were focused on. The technology under consideration allows obtaining reinforced unified reed blocks installed into the corner pockets of the wooden framework of a structure. Then the exposed surface of the reed block is easily plastered along the surface of the reinforced mesh. To avoid ignition reed blocks are processed with fire-protective substance. The paper presents a design for a frame building with heating insulation made up of reed blocks. The building is supposed to be provided with convection or air heating system that ensures steady air circulation in the building and under the floor.

Key words: *frame technology, reed block, low-rise building, convection oven, energy efficiency, metal mesh, thermal conductivity.*

В настоящее время при возведении строительных объектов используются различные стройматериалы. Наиболее популярными из них являются кирпич, природный и искусственный камень, полимерные материалы, получаемые в результате переработки нефти и нефтепродуктов, бетоны различных марок, древесина и другие органические материалы растительного происхождения, а также комбинированные.

В строительной индустрии современного периода достаточно хорошо отработаны технологии возведения жилых, административных и промышленных объектов. Широкое распространение получили панельное домостроение и технологии с использованием съемной и несъемной опалубки, позволяющие возводить крупные объекты в короткие сроки и с минимальной ценой за квадратный метр (стоимость такого жилья колеблется незначительно, в пределах 5–25 %) [см, напр.: 6]. Однако при многоэтажном строительстве использование нетрадиционных материалов в целях удешевления стоимости объекта невозможно

из-за высоких требований к безопасности, сейсмоустойчивости и т. д.

Другая ситуация складывается при возведении индивидуальных малоэтажных жилых домов в сельской местности или в сфере пригородного коттеджного строительства. Здесь большую роль играет стоимость строительных материалов, причем теплофизические характеристики (в частности теплопроводность) возводимых ограждающих конструкций должны быть минимальны. Этого можно добиться различными способами, в том числе и с использованием современных теплоизоляционных материалов или нетрадиционных органических изделий растительного происхождения.

Проанализировав опыт строительства малоэтажного жилья в Астраханской области в XIX–XX вв., авторы убедились, что большая часть таких объектов возводилась с использованием камыша, который выступал в качестве заполнителя в пустотах ограждающих конструкций и перекрытий.

Известно [5], что камыш издавна используется в качестве строительного материала



и в ряде европейских стран, таких как Румыния, Польша и др.

В России производство и применение камыша в строительстве относится к началу 1900-х гг. В 1908–1910 гг. в Нижнем Новгороде ученый Ф. А. Гогин впервые создал ручной пресс для производства камышитовых плит. К этому же периоду относится организация производства камышита на станках большей производительности в Барыбино, под Москвой. На Северном Кавказе, на станции Приморско-Ахтарское, с использованием специальных станков была разработана технология производства камышитовых плит, применяемых в основном в качестве теплоизоляционного материала для железнодорожных вагонов. Первый завод по производству камышитовых плит был построен в 1918 г. в Краснодаре. Всего же на Северном Кавказе было запущено 25 заводов по изготовлению камышитовых плит.

В начале 1930-х гг., когда по всей стране развернулось широкомасштабное строительство, камышит как строительный материал приобретает все большую популярность. С его использованием во многих областях нашей страны строятся предприятия, здания жилого и культурного назначения, различные хозяйственные и подсобные сооружения. Так, например, с применением камыша в Казахстане был возведен рабочий поселок нефтепромысла «Эмба нефть» – более 200 жилых и административных зданий. А в Краснодаре реализован проект студенческого городка из одно- и двухэтажных зданий с деревянным каркасом и камышитовым заполнением стен. В городе Горьком до 100 зданий возведено с применением камышита, в основном это жилые дома, общежития, дом инженерно-технических работников и др. Большое количество таких объектов возводилось в районах Одессы, Астрахани, Ростова и Краснодарском крае. По неполным сведениям, в 1931–1932 гг. в СССР ежегодно производилось до 15 млн м² камышита.

Важно отметить, что камыш является возобновляемым природным материалом. Ежегодно восстанавливаемые запасы камыша в России исчисляются в количестве 50–60 млн т. Однако в настоящее время использование камыша в качестве строительного материала сильно сократилось.

В Астраханском регионе камыш, или тростник (*Phragmites communis*), – растение весьма распространенное. Оно принадлежит к семейству злаковых. Стебель прямой, гибкий, коленчатый, внутри полый; междоузлия отделяются друг от друга перегородками. Заканчивается стебель красновато-бурой, поникшей, развесистой метелкой. Поверхность стебля гладкая, блестящая, после созревания имеет светло-желтую окраску.

Стебли камыша развиваются в течение одного года, с конца марта по август – октябрь. Период вегетативного состояния камыша обычно продолжается четыре месяца. Общий цикл развития тростника происходит в течение 7,5 месяцев. Максимальное формирование элементов механической ткани наблюдается в период бутонизации и цветения; формирование тканей заканчивается в период плодоношения.

В конце осени стебли и листья засыхают и отмирают, и вся надземная масса одревесневшего камыша может ежегодно удаляться без всякого вреда. Новые стебли вырастают из старых корневищ вегетативным способом и, реже, из семян. Камыш произрастает повсеместно, за что и получил в ботанике название космополита [7].

Высота стеблей камыша различна и колеблется от 1 до 2 м при толщине 5–6 мм на Урале и Сибири, 4 м при толщине 3–3,5 мм на Кавказе и 5–6 м при толщине 40 мм в дельтах рек Волги, Амударьи и Сырдарьи. В дельтах этих же рек можно встретить камыш высотой до 10 м при толщине 40 мм и более. Ежегодно на каждом гектаре зарослей камыша произрастает до 8–15 тыс. стеблей, а в местах большего увлажнения – до 40–60 тыс. [7].

Заросли камыша, особенно на юге Астраханской области, встречаются крупными массивами, достигающими сотен и даже тысяч гектаров.

Около трети зарослей камыша, расположенных в зоне Прикаспийских государств, приходится на Казахстан, большие массивы камыша расположены в низовьях рек Или, Чу, Сырдарьи, Каратау и Аксу, по берегам озера Балхаш и озер Кулундинской и Барабинской степи. Много зарослей камыша имеется в Узбекистане, Туркменистане, Дагестане [1]. В Европейской части России наибольшие заросли камыша находятся в дельте р. Волги. занимаемая ими площадь составляет 270 тыс. га. Камышовые заросли расположены в южной части дельты, главным образом, в прикаспийской полосе.

Согласно разным данным, урожайность камыша колеблется в диапазоне от 10 до 40 т с га.

Кроме зарослей камыша, в регионах его произрастания встречаются растения *Salix trianda*, *Phragmites communis* (тростник), *Typha Latifolia* (чакан). Обычно они не смешиваются и растут отдельными колониями. Для Астраханской области заросли камыша составляют 72 %, а чакана – 13,6 %.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что в Астраханской области существуют значительные, ежегодно возобновляемые запасы камыша, что позволяет использовать его в качестве местного строительного материала, обладающего хорошими теплозащитными свойствами, причем без ущерба для экологии региона.



Заготовку камыша, его сушку и хранение можно осуществлять круглогодично. Кроме того, отходы камыша, идущего на строительство индивидуального частного жилья, а также собираемого при очистке акваторий рек, подступных ильменей и т. д., могут быть использованы как высококалорийное топливо для твердотопливных печей. Для этого необходимо отходы строительного производства: камыш, опилки, стружку, отходы биомассы с сельскохозяйственных растений – измельчить и в дальнейшем гранулировать. Такой вид топлива является экологически чистым и в Западной Европе используется более чем в 40 % твердотопливных отопительных индивидуальных печей.

Существуют различные технологии использования камыша в промышленности: в виде снопов для заполнения каркаса дома, в качестве армирующего материала для глиняных сырых кирпичей или наносимого раствора, прессованных камышитовых плит или панелей и т. д.

Технология строительства малоэтажного жилья из камышитовых блоков идеально подходит для климатических условий Астраханской области. На территории региона количество солнечных дней в году значительно, но климат резко континентальный, поэтому летом бывает очень жарко (до +45 градусов), а зимой очень холодно (до -30 градусов). Наружные ограждающие конструкции из камышитовых плит позволяют накапливать и сохранять летнее тепло, использовать его в период холодов. Особое внимание уделяется вопросам энергосбережения и экологической безопасности.

Разрабатываемая авторами технология подразумевает возведение объекта каркасным способом, с использованием натурального утеплителя из прессованных камышитовых блоков и ряда элементов, увеличивающих энергоэффективность малоэтажного жилья.

К основным преимуществам такого дома можно отнести:

- уменьшение тепловых потерь в 5–10 раз по сравнению с обычным домостроением из кирпича за счет использования в качестве утеплителя прессованных камышитовых блоков, имеющих низкую теплопроводность;
- деревянный каркас, выполняющий опорные и несущие функции;
- песчаное основание под полом жилого дома, позволяющее накапливать тепловую энергию летом и отдавать ее жилому дому в начале отопительного сезона, не используя дополнительные источники тепловой энергии в этот период;
- дополнительные конструктивные элементы дома, выполняющие роль теплового буфера, что позволяют сократить потери тепла через ограждающие конструкции (гараж с северной стороны, прозрачная надстройка-навес

с южной). Прозрачная надстройка позволяет передавать тепло под фундамент пола летом и не дает теплу теряться зимой;

- использование в качестве отопительного прибора конвекционной воздушной печи, работающей на органическом топливе или топливных брикетах, что сказывается на экологичности проекта.

Армированные металлической сеткой, унифицированные камышитовые блоки устанавливаются в углы-карманы деревянного каркаса. Блоки очень легкие и экологически чистые, при намокании быстро высыхают и не теряют своих качеств. Открытая поверхность камышитового блока отлично штукатурится по поверхности армированной сетки. Во избежание возгорания камыш на заводе обрабатывается огнезащитным составом.

Производство

В производственном процессе используется специализированное оборудование, на котором изготавливаются прессованные камышовые блоки в армированной сетке размерами 90×50×35 см.

Технические характеристики:

- теплопроводность при температуре (298±5) К [25±5 °С] – не больше 0,042 Вт/(м·К);
- плотность, кг/м² – 156;
- влажность, % от массы – 4;
- водопоглощение, % – 18.

Поскольку теплопроводность камыша 0,042 Вт/(м·К), а кирпича красного – 0,56 Вт/(м·К), при толщине камышитового блока в 35 см по своим теплофизическим свойствам он будет соответствовать кирпичной кладке толщиной 4 м 66 см [4]. С такими теплотехническими свойствами тепловые потери через ограждающие конструкции будут очень низкими, а при использовании накопленного песчаным основанием тепла отпадает необходимость монтажа дополнительных источников отопления.

Стены из таких блоков не подвержены усадке, долговечны, отличаются низкой стоимостью и хорошими вентиляционными показателями, то есть в таком доме легко дышится. В качестве покрытия используют глину, гипсовую штукатурку или гипсокартон [2, 3]. Важно обеспечить свободный выход лишней влаги наружу, не преграждать ей путь, поэтому наружные отделочные материалы должны быть «дышащими». Иначе в камыше может развиваться плесень. Этот материал производит регулировку влажности внутри помещения значительно лучше дерева и обладает великолепными парозащитными свойствами, механизм которых до конца неясен. Средняя влажность глины ниже, чем у камыша, поэтому глина выкачивает лишнюю влагу из камыша, «выбрасывая» ее на улицу. В целом такое строительство требует



строгости соблюдения технологии, только в этом случае будущие владельцы смогут в полной мере ощутить все преимущества камышитового дома, он будет сухим и теплым.

Энергоэффективность объекта достигается также благодаря использованию системы накопления тепла, за счет солнечной энергии. Происходит это с помощью двух элементов: прозрачной надстройки из сотового поликарбоната с южной стороны строения и песчаного теплового коллектора под полом здания.

Тепловой коллектор представляет собой большой объем песка, засыпанного внутрь фундамента, под всей площадью дома. Его объем рассчитывается из следующего соотношения: 75 куб. м песка на 100 кв. м площади строения. В течение всего лета этот песок нагревается горячим воздухом, который поступает из теплицы, пристроенной к дому, по змеевидному воздушному каналу. Рядом с местом входа горячего воздуха из теплицы находится высокая вертикальная труба, выводящая остывший воздух на улицу. Она обеспечивает постоянную тягу, а значит и движение горячего воздуха. Труба должна быть металлической, выкрашенной в темный цвет, чтобы нагреваться на солнце, тогда теплый воздух будет из коллектора подниматься вверх по трубе.

Песок, который нагревался все лето и начало осени, в период холодного межсезонья будет отдавать свое тепло в дом через пол. Это позволит отодвинуть отопительный сезон на 1–2 месяца.

Важно отметить, что в подпольном пространстве должно располагаться несколько змеевидных контуров с отдельными входами и выходами воздуха, чтобы обеспечить равномерное прогревание всего объема песка. Кроме того, необходимо утеплить фундамент пенополистиролом, чтобы не допустить утечки тепла в землю и промерзания в зимний период.

Конвекционное или воздушное отопление предполагает, что в доме не нужно прокладывать трубы и радиаторы для водяной системы обогрева. Конвекционная печь греет не воду, которая загоняется в систему отопления, а воздух вокруг себя. Для обогрева достаточно про-

вести от такой печи воздуховоды внутри потолка с выходом в каждую комнату. Оттуда будет поступать теплый воздух. Чтобы обеспечить равномерную циркуляцию теплого воздуха по помещениям, под полом из каждой комнаты прокладывается воздуховод, который тянет холодный воздух снизу к печке. Так достигается круговая циркуляция воздушных потоков внутри дома.

В таблице 1 представлена примерная смета строительства каркасного дома с утеплителем из камышитовых блоков с гаражом, теплицей и мансардой, общей площадью 142,5 кв. м и жилой площадью 81 кв. м.

Таблица 1
Смета строительства каркасного дома

Наименование	Стоимость, руб.
Фундамент	50 000
Каркас дома с гаражом	35 000
Камышитовые блоки	18 000
Глиняная и гипсовая штукатурка	10 000
Кровля	55 000
Лес для устройства пола	30 000
Окна	50 000
Двери + гаражные ворота	50 000
Гипсокартон для внутренней отделки	30 000
Печь с системой воздушного отопления	30 000
Теплица	10 000
Солнечный коллектор	10 000
Рабочая сила	100 000
Другие расходы	50 000
Электрическая часть (подключение, проводка)	30 000
Сантехника	15 000
Итого	573 000

Экономический аспект эксплуатации энергоэффективного дома

Затраты на топливо в год:

- обычный дом – 21 тыс. руб.;
- энергоэффективный камышитовый – 6 тыс. руб.

Нагрев воды для ГВС (семья из четырех человек) в год:

- обычный дом – 6 тыс. руб.
- энергоэффективный дом (солнечный коллектор) – 0 руб.

Экономия энергоресурсов в год – 21 тыс. руб.

Список литературы

1. Ашкинази А. Х. Применение камыша в сельском строительстве на Алтае. Барнаул, 1958. 132 с.
2. Батурлинский Е. И. Камышитовые панели для жилых домов // Городское и сельское строительство. 1957. № 1. С. 21–22.
3. Гроссман В. В. Строительство из камыша // Строитель. 1957. № 8. С. 15–18.
4. Дорофеев В. С., Выровой В. Н., Соломатов В. И. Пути снижения материалоемкости строительных материалов и конструкций. Киев, 1989. 78 с.
5. Защита камыша и древесины от гниения / под ред. д. т. н., проф. Ю. М. Иванова. М. : Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961. 127 с.
6. Новые конструкции и технологии при реконструкции и строительстве зданий и сооружений / под общ. ред. Д. П. Ануфриева. – М. : Ассоциация строительных вузов, 2013. 208 с.
7. Пичугин А. П., Бурковская Н. И. Материалы для сельскихстроек (использование местных материалов в строительстве сельскохозяйственных объектов). Омск : Омское книжное изд-во, 1989. 144 с.

© Е. М. Дербасова, Р. В. Муканов, М. А. Олейникова