

УДК 693.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDING ENVELOPES AND STRUCTURES

Соловьева Екатерина Владимировна

доктор экономических наук, профессор.

Кубанский государственный
технологический университет

Тел.: +7(918) 463-85-20

soloveisolovei008@yandex.ru

Сельвиан Михаил Андреевич

студент.

Кубанский государственный
технологический университет

Тел.: +7(989) 297-29-79

michaelselvian@gmail.com

Аннотация. Приоритетные задачи в области энергосбережения в строительстве: внедрение в производство современных эффективных материалов, технологий, уменьшение энергопотерь, а, следовательно, снижение потребления тепловой энергии на отопление. В статье рассматривается повышение теплозащиты зданий за счет увеличения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, применение энергоэффективных материалов, технологий, инженерных систем.

Ключевые слова: энергоэффективность, повышение энергоэффективности, энергоэффективные материалы, энергоэффективные технологии.

Solovyova Ekaterina Vladimirovna

Doctor of Economics, Professor.

Kuban State University of Technology

Ph.: +7(918) 463-85-20

soloveisolovei008@yandex.ru

Selvian Mikhail Andreevich

Student.

Kuban State University of Technology

Ph.: +7(989) 297-29-79

michaelselvian@gmail.com

Annotation. Priorities in the field of energy saving in the building: the introduction of modern, efficient materials, technologies, reducing energy losses and hence reduce the consumption of thermal energy for heating. The article discusses the increase in thermal performance of buildings by increasing the thermal resistance of enclosing structures, the use of energy efficient materials, technologies, engineering systems.

Keywords: energy efficiency, energy efficiency, energy-saving materials, energy efficient technologies.

Повышение эффективности использования энергетических ресурсов является важнейшим приоритетом государственной политики по снижению энергоемкости экономики страны и повышению конкурентоспособности отечественной продукции. Высокая энергоемкость по-прежнему доминирует во всех секторах российской экономики. Россия входит в число 25 самых энергоемких стран в 7 основных секторах экономической деятельности: сельское хозяйство, строительство, обрабатывающая промышленность, транспорт и т.д. [1]

В нашей стране энергоэффективность остается на катастрофически низком уровне, уступая таким странам как Индия и Китай в 1,4 раза. Для сравнения: на 1 % роста ВВП у нас приходится 0,6 % роста энергопотребления. А в том же Китае только 0,3–0,4 %. О США, Европе и Японии даже говорить не приходится. В абсолютных цифрах это означает, что мы ежегодно тратим «лишние» 170–180 миллиардов кубометров газа, а в целом потенциал энергосбережения оценивается примерно в 400 миллионов тонн условного топлива, а это десятки миллиардов долларов. В то же время, по данным Центра по эффективному использованию энергии, потенциал наращивания производства энергоресурсов равен примерно 100 млн тонн условного топлива.

Наибольшим техническим потенциалом повышения энергоэффективности обладают жилые здания, производство электроэнергии и промышленность. В отчете Всемирного банка и Центра по эффективному использованию энергии «Энергоэффективность России: скрытый резерв» показан потенциал повышения энергоэффективно-

сти по направлениям с указанием уровней, при которых имеющийся потенциал является экономически целесообразным и финансово оправданным.

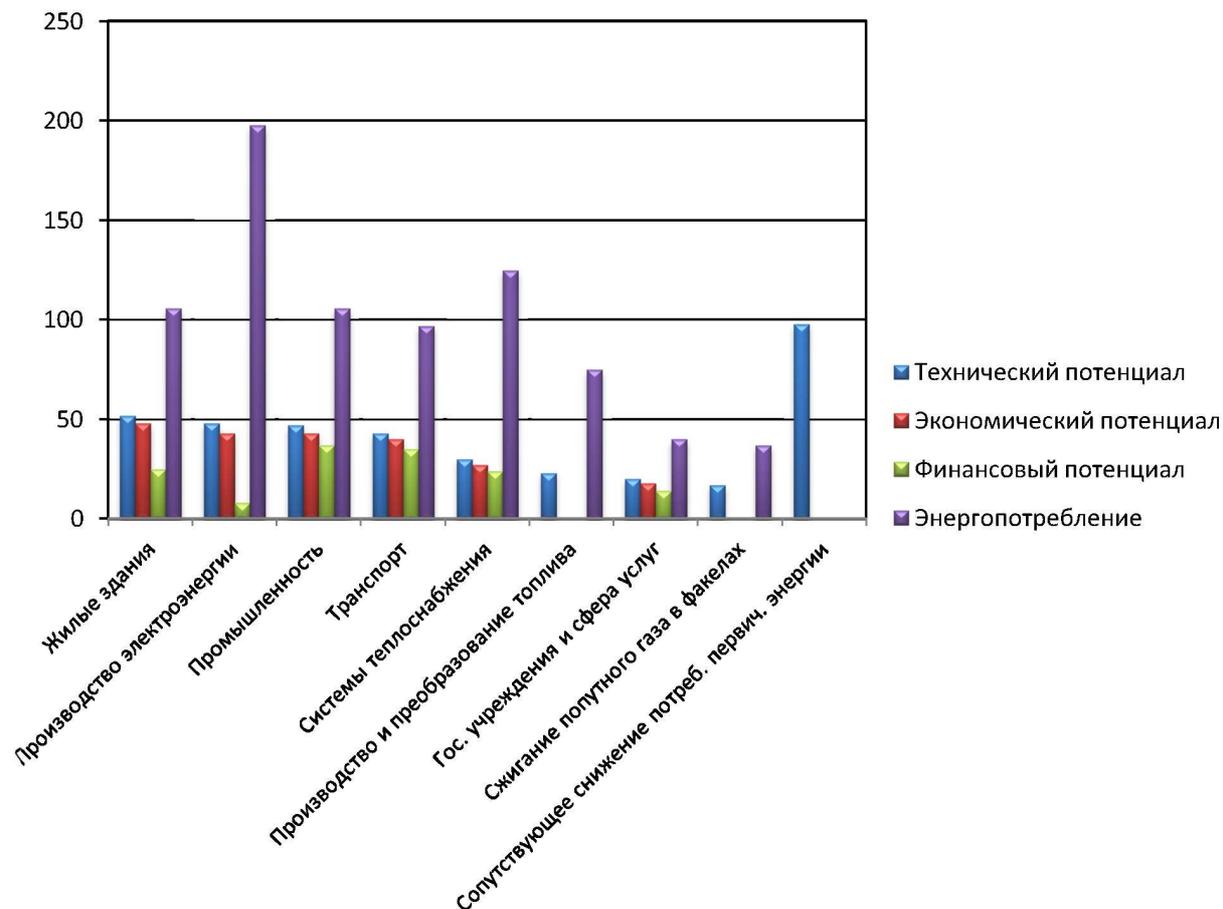


Рисунок 1 – Потенциал повышения энергоэффективности по секторам [1]

По данным Росстат жилищный фонд Краснодарского края насчитывает 112,7 млн кв. м общей жилой площади, из которой 38 % составляет многоквартирный фонд и 62 % – частный фонд. 68 % населения проживает в населенных пунктах численностью менее 65 тыс. чел. Население Краснодарского края в год потребляет 4,2 млрд кВт·ч электроэнергии, 3,3 млрд куб. м газа, 4,4 млн Гкал тепла, 3,3 млн т у.т. нефтепродуктов, 173,7 млн куб. м воды. Удельное потребление энергоресурсов составляет 0,1–0,11 Гкал/кв. м в год, ХВС – 122 л/чел. в сутки, 786 куб. м газа на человека в год, 830 кВт·ч/чел. электроэнергии. Для радикального снижения энергозатрат необходима комплексная модернизация. Она включает в себя: утепление фасадов и кровель, замену старых окон, полную реконструкцию устаревших сетей центрального теплоснабжения с установкой современных ЦТП или домовых котельных и т.п. К сожалению, пока по настоящему энергоэффективные дома, где применен комплексный подход к энергосбережению, в России можно пересчитать буквально по пальцам. В существующих зданиях основные барьеры для повышения энергоэффективности приведены на рисунке 2 [1].

Долгосрочная целевая программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Краснодарского края на период 2011–2020 годов» приводит перечень мероприятий (при проектировании, возведении и вводе в эксплуатацию зданий и сооружений) и основные задачи по энергосбережению, повышению энергоэффективности в жилищном фонде:

- снижение удельного потребления тепла в жилищном фонде до 0,07–0,08 Гкал/кв. м к 2020 году;
- сокращение удельного потребления воды населением на 10–15 % к 2020 году;
- сокращение удельного потребления газа населением на 15–17 % к 2020 году [2].

Барьеры	Решения	
<p>Отсутствие знаний о способах повышения энергоэффективности у собственников квартир и управляющих компаний.</p> <p>Стандарты теплозащиты зданий станут добровольными.</p> <p>Отсутствие стимула к повышению энергоэффективности у девелоперов и их подрядчиков.</p> <p>У владельцев квартир нет стимулов к инвестированию в энергосбережение.</p> <p>Ограниченный доступ владельцев квартир управляющих компаний к внешнему финансированию</p>	Меры быстрой отдачи	<p>Распространение информации по повышению энергоэффективности.</p> <p>Обязательные минимально допустимые требования в стандартах энергоэффективности зданий, ведение энергетических паспортов для мониторинга энергоэффективности в течение срока эксплуатации зданий</p>
	Базовые меры	<p>Требование повышения энергоэффективности при предоставлении финансовой поддержки от государства на проведение ремонтов.</p> <p>Стимулирование установки приборов учета.</p> <p>Разработка типовых перфомансконтрактов на управление зданиями для ТСЖ и управляющих компаний.</p> <p>Создание фонда, предоставляющего гарантии по кредитам на проведение ремонтов, повышающих энергоэффективность здания.</p> <p>Внедрение стандартов энергоэффективности и маркировки для светильных и электробытовых приборов</p>

Рисунок 2 – Барьеры и решения для повышения энергоэффективности в жилых зданиях [1]

Для снижения удельного потребления тепла в жилищном фонде в Европе и США применяются энергосберегающие строительные технологии на протяжении многих лет. Приоритетными направлениями повышения энергоэффективности являются использование при строительстве и реконструкции зданий энергосберегающих материалов, эффективной теплоизоляции.

В Краснодарском крае при строительстве энергоэффективного дома используются энергосберегающие материалы в комбинации с традиционными (камень, бетон, кирпич), современные конструкции окон и рам, эффективно теплоизолируются ограждающие конструкции (стены, крыша, пол). Утеплением лишь ограждающих конструкций невозможно добиться существенного снижения энергопотерь. Значительная часть тепла дома уходит через так называемые «мостики холода» – участки, образующие в местах стыков, швов ограждающих конструкции.

Современная система утепления предусматривает создание защитной термооболочки вокруг всей конструкции здания. Современные материалы теплоизоляции (утеплители) должны соответствовать следующим стандартам: при минимальной толщине материала иметь низкий коэффициент теплопроводности (не выше 0,03–0,08 Вт/мК), низкую паропроницаемость (способность материала не пропускать пар, влагу и не терять своих свойств), низкую плотность (минимальные дополнительные нагрузки на конструкцию здания), высокую водостойкость и химическую устойчивость к агрессивному влиянию окружающей среды.

В данной статье рассматриваются материалы, применяемые для повышения энергоэффективности ограждающих конструкций зданий в Краснодарском крае. При строительстве и реконструкции зданий можно рассматривать три основных варианта конструктивных решений наружных стен: фасадные системы со штукатурным слоем, фасады с вентилируемым зазором, слоистые системы. Разработчик новых материалов и технологий, использующий при этом научный подход, корпорация ТехноНИКОЛЬ, предлагает системы для теплоизоляции которые позволяют снизить расходы на отоп-

ление, а также обладают звукопоглощающими свойствами, защищают от вибраций. Для производства систем применяются такие теплоизоляционные материалы как каменная вата, экструзионный пенополистирол – каждый из материалов имеет свои преимущества, позволяющие сделать конструкцию для теплоизоляции дома максимально эффективной и долговечной [3]. Утепление наружных стен здания позволяет достичь оптимального микроклимата в помещении и сократить энергозатраты. При изоляции штукатурных фасадов с тонким штукатурным слоем в качестве теплоизоляции используются жесткие гидрофобизированные теплоизоляционные плиты на синтетическом связующем ТЕХНОФАС, ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ. Данный вид теплоизоляции экологически чист, не горюч, не имеет усадки после производства материала, обладает звукоизоляционной способностью, хорошей паропроницаемостью.

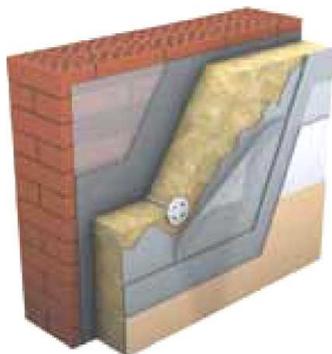


Рисунок 3 – Система утепления фасада с тонким штукатурным слоем [3]

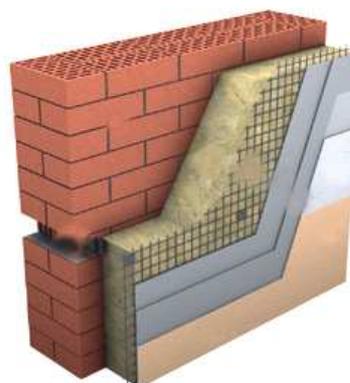


Рисунок 4 – Система утепления фасада с отделочным слоем из традиционной штукатурки [3]

Фасадная система с отделочным слоем из традиционной штукатурки, благодаря стальной армирующей сетке и толщине штукатурного слоя до 40 мм имеет высокую ударную прочность. В качестве теплоизоляции используются жесткие гидрофобизированные плиты ТЕХНОФАС ЭКСТРА на стальном связующем.

При устройстве фасадов с вентилируемым зазором применяются плиты ТЕХНОВЕНТ. Возможна комбинация ТЕХНОВЕНТ + ТЕХНОЛАЙТ / ТЕХНОБЛОК. Перечисленные плиты имеют следующие физико-технические характеристики (табл. 1).

Таблица 1 – Физико-технические характеристики плит

Показатели	ТЕХНОВЕНТ СТАНДАРТ	ТЕХНОВЕНТ ОПТИМА	ТЕХНОФАС/ ТЕХНОФАС ЭФФЕКТ	ТЕХНОФАС ЭКСТРА	ТЕХНОЛАЙТ ОПТИМА	ТЕХНОБЛОК
Плотность, кг/м ³	72 ÷ 88	81 ÷ 99	136 ÷ 159 / 131 ÷ 135	80 ÷ 100	34 ÷ 42	40 ÷ 50
Сжимаемость, %, не более	2	2	–	–	20	10
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(мК), не более	0,033	0,035	0,036	0,037	0,036	0,035
Теплопроводность при 10 °С, Вт/(мК), не более	0,036	0,036	0,038	0,037	0,038	0,037
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Водопоглощение по массе, % не более	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ

В Краснодарском крае, на строительном рынке получил распространение тепло- и звукоизоляционный материал «URSA», предназначен для использования в многослойных строительных конструкциях наружных стен, перегородок, пола и потолка в качестве среднего слоя.

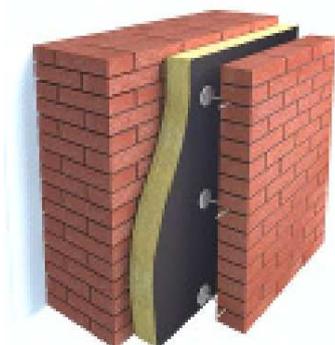


Рисунок 5 – Трехслойные стены с облицовкой из кирпича, теплоизоляция URSA GEO / URSA XPS / TERRA [7]

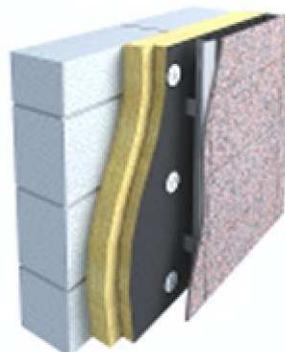


Рисунок 6 – Навесные вентилируемые фасады на кронштейнах, минеральная изоляция URSA GEO / TERRA [7]

Материал выпускается в виде плит размерами 0,6 x 1,0 (1,250) метр при толщине 0,02–0,08 метра, в рулонах 1,2 x 8,0 (18,0) метров при толщине 0,05–0,14 метра. Коэффициент теплопроводности от 0,034 до 0,047 Вт/мк. «URSA» не сгораем (имеется пожарный сертификат), экологически безопасен (гигиенический сертификат). Производится с водоотталкивающей обработкой или без нее.

Широкое применение теплоизоляционных материалов произведенных из природного камня, обеспечивает отличную тепло- и звукоизоляцию помещений, защиту от огня. Сочетание этих преимуществ можно найти в продукции компании «ROCKWOOL». В таблице 2 приведены характеристики наиболее востребованной продукции этой компании.

Таблица 2 – Физико-технические характеристики продукции «ROCKWOOL»

Показатели	ФАСАД БАТТС	ВЕНТИ БАТТС	КВИТИ БАТТС	БЕТОН ЭЛЕМЕНТ БАТТС	СЕНДВИЧ БАТТС С	ПЛАСТЕР БАТТС
Плотность, кг/м ³	130	90	45	90	115	90
Сжимаемость, %, не более		–	15	2	–	–
Теплопроводность, Вт/(мК),	0,037	0,035	0,035	0,035	0,042	0,035
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па), не менее	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Водопоглощение при кратковременном и частичном погружении, кг/м ² , не более	1	1	1	1	1	1
Горючесть	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ

Высококачественные теплоизоляционные изделия из базальтового супертонкого волокна (БСТВ) под торговой маркой «MagmaWool™», также позволяет значительно уменьшить энергопотери. Базальтовое супертонкое волокно обладает рядом ценных преимуществ перед другими волокнистыми материалами, присутствующими на рынке, а именно: значительно более широкой температурной областью применения; большей химической и влагостойкостью; повышенной механической и вибрационной прочностью; базальтовое супертонкое волокно в десять раз меньше абсорбирует влагу из

воздуха по сравнению со стекловолокном и в десятки раз меньше, чем шлаковата и целлюлозное волокно; улучшенная звукоизоляция помещений. Базальтовое супертонкое волокно имеет наиболее высокие параметры звукопоглощения по сравнению со всеми присутствующими на рынке системами термо- и звукоизоляции.



Рисунок 7 – Базальтовые маты на основе базальтового супертонкого волокна (БСТВ)

Таблица 3 – Физико-технические характеристики матов «MagmaWool™»

Свойства, ед. измерения	Параметр
Плотность, кг/м ³ при (25 ± 5) °С, Вт/м·К	от 20 до 120 0,034
при (125 ± 5) °С, Вт/м·К	0,054
при (300 ± 5) °С, Вт/м·К	0,098
Горючесть	НГ
Массовая доля влаги, %, не более	0,8

Инновационный представитель группы жидких теплоизоляционных материалов Terplomett. Это новый материал, состоящий из нескольких видов вакуумированных микросфер, высококачественного акрилового связующего, противогрибковых и антикоррозийных добавок, исключающих появление плесени на стенах и ржавчины на металлических поверхностях. В зависимости от модификации, материал способен выдерживать воздействие температур от – 60 °С до +600 °С. Внешне он напоминает обычную краску, что позволяет легко наносить его на поверхности любой конфигурации. После высыхания, в течение 5–6 часов, образуется эластичное теплоизоляционное покрытие, которое обладает уникальными свойствами по сравнению с традиционными утеплителями. Слой сверхтонкой теплоизоляции Terplomett толщиной всего в 1 мм заменяет 50 мм слоя из минеральной ваты. Коэффициент теплопроводности сверхтонкой теплоизоляции – 0,0012 Вт/м·К. Принцип работы жидкого керамического утеплителя Terplomett объясняется его сложным структурным строением – на 80 % он состоит из керамических микросфер диаметром 10–30 мкм и на 20 % из смеси силиконовых микросфер, высококачественного акрилового связующего и различных целевых добавок.

Находящиеся во взвешенном состоянии в акриловой композиции силиконовые полые микросферы (диаметром от 50–80 мкм) оказываются «облепленными» полыми керамическими микросферами с разряженным воздухом внутри. В результате образуется структура, составными частями которой являются кластеры (сочленение силиконовой полый микросферы, облепленной несколькими вакуумированными керамическими микросферами).

Такая комбинация делает сверхтонкую теплоизоляцию Terplomett легкой, гибкой, растяжимой, обладающей хорошей адгезией к покрываемым поверхностям.

На российском рынке представлены следующие виды жидкой теплоизоляции: «Магнитерм», «Корунд», «Альфатек», «Астратек», «Актерм», «ИЗОЛЛАТ», «Re-Therm», «ТС-Ceramic», «Mascoat».

Совершенствование проектных решений раскрывает большие резервы снижения энергозатратности при строительстве объектов и их эксплуатации. За последние годы в Краснодарском крае получили распространение следующие энергосберегающие решения: канадская технология строительства домов из SIP (Structural Insulated Panels) панелей и технология строительства зданий с применением панели «Русская стена».

Таблица 2 – Физико-технические характеристики жидкой теплоизоляции

Показатели	Величина
Коэффициент теплопроводности материала, при температуре $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, Вт/(м·°C)	$0,023 \pm 10 \%$
Коэффициент теплопроводности покрытия (результатирующий), при температуре $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$, Вт/(м·°C)	$0,0012 \pm 10 \%$
Коэффициент паропроницаемости покрытия, мг/м·ч·Па	0,02

Строительство по технологии использующей SIP панели экономично и долговечно. SIP панели – это трехслойная конструкция, состоящая из двух стружечных плит OSB-3 (Oriented Strand Board) 12 мм между которыми под давлением приклеивается слой твердого пенополистирола в качестве утеплителя, толщина панели в готовом виде 171 мм. OSB плита сочетает в себе отличные эксплуатационные характеристики и уникальные механические свойства. OSB является ориентированно стружечной плитой, где прямоугольная плоская щепка толщиной 0,6 мм и длиной до 180 мм укладывается в три разнонаправленных слоя и прессуется в условиях высокого давления и температуры с использованием древесной смолы и современного полиизоцианатного клея (MDI), не содержащего фенолоформальдегида. MDI – реагирует с гидрогенами, содержащимися в древесине, образуя полиуретан, что придает плите дополнительную надежность и твердость. Важным аргументом при выборе плиты OSB является малое количество клея в плите (менее 3 %), окончательно полимеризующегося через месяц после прессования. Поэтому плита классифицируется по гигиеническому классу E1. Вспененный пенополистирол имеет ячеистую структуру, состоящую на 98 % из воздуха и на 2 % из полистирола, он гипоаллергенен. Данные материалы не являются питательной средой для плесневых грибков и бактерий, не подвержены гниению и поражению насекомыми, не содержат летучих элементов. Жесткость плит OSB-3 соответствует жесткости дерева твердой породы. Защита от сколов и повреждений по краям плиты осуществляется благодаря микроструктуре спрессованной крупноразмерной стружке, что делает плиту прочной по всему периметру. SIP панели можно легко резать во всех направлениях, следовательно, из них можно создать различные конструктивные элементы: фундаментные, стеновые, кровельные панели, которые, в свою очередь, также изготавливаются в заводских условиях на специальных станках и с высочайшей точностью.

В основу технологии строительства с применением панели «Русская стена» легло использование стеновых панелей (3D panel), которые представляют собой пространственную ферменную конструкцию, состоящую из арматурных сеток и оцинкованных или нержавеющей стержней, приваренных под углом к сеткам; сердечника из пенополистирола; двух слоев бетона, нанесенных методом торкретирования.

Поскольку стены и несущие конструкции, возводимые с применением панели «Русская стена», представляют собой не отдельно взятый элемент стены, а единую монолитную конструкцию, данная строительная технология базируется на методе монолитного строительства быстровозводимых зданий. В виду легкости строительного материала, осуществление монтажа происходит без применения тяжелой строительной техники.

Панели «Русская стена» имеют стандартные размеры: длина составляет 3 м (6 м), ширина – 1 м (предусмотрено изготовление на заказ панелей любой длины с шагом, кратным 100 мм). Толщина пенополистирольного сердечника может иметь различную толщину: 120 мм у 3D-плит для наружных стен, 100 мм для внутренних несущих стен и перекрытий и 50 мм у перегородок. В панелях, используемых для несущих стен, арматурная сетка отстоит от сердечника на 19 мм, а в перегородочных – на 16 мм. Небольшая масса трехметровой панели составляет всего 27 кг, что позволяет производить монтаж без применения тяжелой строительной техники.

При данной технологии оптимальными являются следующие типы фундамента: монолитный ленточный и монолитная плита. Для возведения стен необходимы арматурные выпуски из фундамента диаметром 10 мм с шагом около 500 мм, при этом обязательным условием является примыкание к ним одной стороной – обычно внутренней. Задача выпусков состоит в предотвращении смещения монтируемых панелей как по горизонтали,

так и по вертикали. Производство выпусков предусматривает два способа. Первый заключается в предварительном просверливании отверстия, в которые устанавливаются арматурные стержни, и последующем заполнении зазоров цементным раствором. Второй способ значительно проще – необходимо установить стержни в еще не застывший бетон. В виду вышеуказанных причин предпочтительны фундаменты двух упомянутых типов.

Возведение стен всегда начинают с угла, а затем к этому «узлу» постепенно присоединяют новые панели. Их скрепление осуществляют путем связывания между собой и с выпусками арматуры фундамента при помощи вязальной проволоки. Возможна подрезка панелей до необходимого размера: с помощью мощных кусачек или болгарки сначала прорезают с обеих сторон арматурную сетку, а затем с помощью ножа – пенопластовый сердечник.



Фото 1



Фото 2

После сборки стен первого этажа производится укладка перекрытия из 3D-панелей с сердечником толщиной 100 мм и количеством стержней-раскосов 200 шт./м². Во избежание отклонения стеновых панелей от проектного положения, осуществляют установку временных горизонтальных распорок и откосов (после схватывания первого слоя торкретбетона производят их демонтаж). При создании перекрытия сами панели на стены не опираются. После бетонирования в точках опирания располагают армированные пояса. Для их создания еще на земле панели в таких местах снабжают арматурными хомутами (скобами) диаметром 8 мм с шагом 200–250 мм. Также на земле делают усиление нижней стороны панели необходимым количеством арматурных стержней, что в свою очередь позволяет увеличивать нагрузку на перекрытие в разы: с 300 до 600 кг/м², а при необходимости до 1000 кг/м². Следующим этапом является поднятие панелей на место вручную и их связывание друг с другом и с несущими стенами вязальной проволокой. Закрытие стыков, как и при создании стен, осуществляется соединительной сеткой.

При бетонировании обычно соблюдают следующий порядок:

- наносят первый слой торкретбетона на стены (внутри и снаружи);
- наносят первый слой торкретбетона на нижнюю часть плиты перекрытия;
- заливают бетоном верхнюю часть плиты;
- производят завершающее торкретирование стен и плиты.

Под давлением сжатого воздуха бетонную смесь послойно наносят на бетонную поверхность. Такой метод называют торкретированием. Существует два вида торкретирования: мокрое и сухое. При первом способе к соплу поступает уже готовый бетонный раствор, при втором – неувлажненная бетонная смесь подается к соплу по шлангу, где смачивается водой и выбрасывается на торкретируемую поверхность.

Как показывает практика, метод нанесения влажной смеси более предпочтителен. Это обусловлено рядом причин: при этом методе нанесения нужен менее мощный компрессор, небольшой относительного сухого отскок материала – не более 10 %. Плотность бетона в нанесенном слое несколько ниже, чем при сухом методе.

Бетонную смесь В25 для торкретирования производят на месте в небольшой бетономешалке. Компоненты используются в следующем соотношении (из расчета на 1 м³): цемент М500 – 300 кг, вода – 150 л, песок – 667 кг, отсев щебня крупностью до 5 мм – 1029 кг. Подача бетона осуществлялась вручную, а нанесение на стены – ручным распылителем, снабженным «ковшом» емкостью около 10 кг.

В настоящее время описанные материалы и технологии используются при возведении жилых домов, как одноэтажных, так и сложных с архитектурной точки зрения многоэтажных жилых домов, в частности, широкое применение технология получает в области энергоэффективного малоэтажного строительства с высокими требованиями к уровню тепловой защиты ограждающих конструкций.

В России необходимо развивать рынок энергоэффективных строительных материалов, изделий, технологий, конструктивных и инженерных решений. Инвестирование в современные материалы и технологии – экономически целесообразно. Дополнительные инвестиции в увеличение теплозащиты будут многократно возвращены за счет большой экономии в потреблении энергии во время жизненного цикла здания.

Литература:

1. «Энергоэффективность России: скрытый резерв». Отчет Всемирного банка и Центра по эффективному использованию энергии.
2. Долгосрочная целевая программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на территории Краснодарского края на период 2011–2020 годов». Постановление главы администрации (губернатора) Краснодарского края от 29 декабря 2010 г. № 1300. – 159 с.
3. Румянцев Б.М. Системы изоляции строительных конструкций : учебное пособие / Румянцев Б.М., Жуков А.Д.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Московский государственный строительный университет, 2-е изд., перераб. – М. : МГСУ, 2014. – 640 с.
4. Бадьин Г.М. Строительство и реконструкция малоэтажного энерго-эффективного дома. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 432 с.
5. Соловьева Е.В., Пахомов И.А. Технология строительства каркасно-монолитных энергоэффективных малоэтажных домов с промежуточным утеплителем (пенополистирольным сердечником) // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2015. – № 1. – С. 77–82.
6. [http://www.ivd.ru/№7\(119\)июль2008/Строимдом:ВадимКовалев«Русскаястена»](http://www.ivd.ru/№7(119)июль2008/Строимдом:ВадимКовалев«Русскаястена»).
7. <http://www.ursa.ru>
8. <http://www.rockwool.ru>

References:

1. «Energy Efficiency in Russia: Untapped Reserves». The World Bank and the Center for Energy Efficiency.
2. Long-term target program «Energy conservation and energy efficiency in the Krasnodar Territory for the period 2011–2020». Resolution of the Head of Administration (Governor) of Krasnodar Region on 29 December 2010 with № 1300. – 159 p.
3. Rumyantsev B.M. Systems of isolation of construction designs: Manual / Rumyantsev B.M., Zhukov A.D.; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Moscow state construction university, 2nd prod., reslave. – M. : MGSU, 2014. – 640 p.
4. Badin G.M. Construction and reconstruction of low-rise energy-efficient home. – SPb. : BHV-St. Petersburg, 2011. – 432 p.
5. Solovieva E.V., Pakhomov I.A. Construction technology frame-monolithic energy-efficient low-rise buildings with intermediate insulation (polystyrene foam core) // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2015. – № 1. – С. 77–82.
6. [http://www.ivd.ru/№7\(119\)July2008/BuildingaHouse:VadimKovalev«RussianWall»](http://www.ivd.ru/№7(119)July2008/BuildingaHouse:VadimKovalev«RussianWall»).
7. <http://www.ursa.ru>
8. <http://www.rockwool.ru>