

МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Сравнительный анализ различных технологий

Н.И. Ватин

Д.т.н., профессор, зав. кафедрой

А.С. Синельников

Аспирант

А.В. Малышева

Магистр

Д.В. Немова

Инженер

Кафедра «СУЗИС» инженерно-строительный факультет ФГБОУ ВПО «СПбГПУ»

Рынок материалов и технологий для индивидуального малоэтажного жилищного строительства сегодня многообразен. Каждый производитель увешивает «наградами» свою технологию строительных конструкций, но на вопросы о сравнении с другими по ряду параметров, включая стоимость и окупаемость, покупатель зачастую получает уклончивый ответ, со ссылкой на множество факторов, влияющих на эффективность применения той или иной технологии. На базе Санкт-Петербургского государственного политехнического университета был произведен комплексный анализ пяти ключевых технологий строительных конструкций.

В России кирпичное и каменное домостроение занимает около 60%, экономичное деревянное хоть и на втором месте, но всего 23%. Из отечественных индустриальных технологий в малоэтажном строительстве используются каркасные конструкции как деревянные, так и металлические, многослойные ограждающие конструкции типа «сэндвич», несъемная опалубка, керамический кирпич, пенобетонные или газобетонные блоки, профилированный брус, природный и искусственный камень.

В статье представлено комплексное сравнение стен каркасных и бескаркасных конструкций. Проанализировав рынок строительных технологий, которые наиболее востребованы на территории РФ и СНГ, было отдано предпочтение пяти основным вариантам возведения зданий: кирпич, пеноблок, брус клееный, деревянный каркас, легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК).

КИРПИЧ

Несмотря на то, что в последнее время появилось множество современных строительных материалов и технологий, при возведении загородных домов часто используют кирпич. Хорошо развитая производственная база, высокие эксплуатационные характеристики (долговечность, прочность), возможность создания сложных архитектурных форм и декоративных деталей при кладке стен, а также соображения престижа обеспечили этому материалу огромную популярность.

Кирпич – самый дорогой и престижный строительный материал. Дома из кирпича стоят сотни лет, и просторный кирпичный дом без сомнения станет вашим семейным поместьем, в котором будете жить вы и ваши праправнуки.

Способность сохранять тепло в доме – главное преимущество кирпича, и, конечно, нельзя забывать о таком важном качестве кирпича, как его долговечность. Он является одним из самых крепких и надежных строительных материалов, если, однако, при его изготовлении соблюдались все установленные нормы.

Кроме теплосбережения и долговечности, строительство домов из кирпича имеет и другие положительные стороны. Кирпич соответствует нормам пожаробезопасности, так как он не горит. В кирпиче не возникают процессы гниения, он не может быть испорчен какими-либо вредителями, атмосферные осадки и солнечные лучи на него не влияют. Кирпич пропускает в дом необходимое количество воздуха, а летом защищает воздух в доме от перегревания. Но кирпич не лишен и недостатков, например, низкая теплопроводность, высокие теплотехнические показатели, значительный вес.

ПЕНОБЛОК

Одним из самых массовых стеновых материалов, используемых в настоящее время для наружных ограждений, является пеноблок. Кладка из пеноблоков с тонким швом из бетона марок по плотности D500 и ниже обладает теплопроводностью до 0,15 Вт/(м·°С), что позволяет получить достаточное сопротивление теплопередаче при разумной толщине конструкции. Однослойная кладка толщиной до полуметра позволяет соблюдать требования тепловой защиты наружных ограждений жилых зданий практически во всех регионах России.

Здания, возведенные из газобетонных блоков, обладают уникальным набором потребительских свойств: комфортные условия проживания; отличные теплоаккумулирующие свойства, исключающие резкие температурные колебания зимой и летом; звукоизоляция; морозостойкость; экологичность; экономичность. Также пенобетон является высокотехнологичным материалом: он обеспечивает высокую скорость строительства благодаря практически идеальной геометрии и большим размерам. Блоки, перегородки, а также армированные изделия позволяют быстро возводить не только однородные стены, но и целые дома. Материал долговечен – не горит, не ржавеет, не гниет, не боится плесени, не взаимодействует с водой (не растворяется, не вымывается), не подвержен воздействию грызунов и насекомых.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛСТК

За рубежом технология возведения легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) из оцинкованной стали успешно применяется в строительстве более 30 лет. В нашей стране практика ее применения насчитывает чуть больше десятилетия. Однако за столь короткое время на российском рынке сложился устойчивый спрос на ЛСТК.

С каждым годом ЛСТК находят все более широкое применение в отечественной строительной практике – как в качестве самостоятельных несущих конструкций в малоэтажных зданиях, так и в виде элементов кровельных систем и стенового фахверка. Легкие балки, обрешетка и термопрофили составляют основу эффективной технологии возведения облегченных энергосберегающих построек.

Основой для термопанелей служат легкие стальные профили – термопрофили. Они изготавливаются из высокопрочной конструкционной стали толщиной от 0,8 до 2 мм. Почему строители используют сталь? Дело в том, что сталь характеризуется очень высоким значением отношения прочности материала к плотности. Например, для дерева этот параметр почти вдвое, а для железобетона — в 20 раз меньше, чем для стали. Это дает возможность создавать легкие конструкции большой несущей способности. Недостаток стали – низкая коррозионная стойкость и высокая теплопроводность. Коррозионная стойкость в термопрофиле обеспечивается применением горячеоцинкованной стали с толщиной покрытия от 18 до 40 мкм включительно.

Достоинства применения термопанелей: пожароустойчивость, хорошая звуко- и теплоизоляция, экономичность, долговечность, огнестойкость и пожаробезопасность, легкость конструкции, экономия пространства.

Металлические конструкции, в отличие от деревянных, стабильны по размерам, не подвержены усадке, поэтому сразу можно заказывать окна и двери, выполнять отделочные работы в доме. Увеличивается и скорость возведения здания. Прочность стальных конструкций позволяет строителям делать более широкие проемы между несущими элементами, использовать любые кровельные и облицовочные материалы. Благодаря оцинковке срок службы стальных тонкостенных конструкций составляет не менее 100 лет.

КЛЕЕНЫЙ БРУС

Клееный брус по теплоизоляции значительно превосходит кирпич и бетон, и его теплопроводность ниже, чем у цельной древесины. Это следствие того, что в клееном брус не образуются глубокие трещины и вся толщина клееного бруса «работает».

Клееный профилированный брус обладает меньшей теплопроводностью по сравнению с обычным, так как прослойки клея являются хорошими теплоизоляторами, а шиповое соединение бруса между собой создает несколько контуров уплотнения и делает невозможным проникновение холодного воздуха внутрь деревянных домов.

Кроме того, обычный брус при засыхании дает трещины (лопается) и эти трещины существенно снижают рабочую толщину бруса. Как известно, обычный брус при высыхании дает усадку около 10%. Однако и на третий год усадка дома из клееного бруса может составить 0,5–1%. Считается, что основная усадка продолжается 1–2 сезона.

Такая большая усадка резко усложняет качественное строительство и теплоизоляцию помещения. Получается, что, пока брус не высох, в него нельзя устанавливать окна и двери, иначе их перекосит.

Конструкции из клееной древесины на 50–70% прочнее цельных. Клееный брус дает усадку в основном при возведении стены.

ДЕРЕВЯННЫЙ КАРКАС

Одними из наиболее ярких конкурентов деревянного каркаса на рынке строительства малоэтажных домов являются легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК). Metalloкаркас позиционируется как прямая альтернатива или замена деревянному каркасу. По каркасной технологии строились и продолжают возводиться не только частные дома, но и трёх-четырёхэтажные большие многофункциональные здания.

Стены каркасного дома своим строением напоминают сэндвич. Утеплителем при строительстве каркасного дома служит минеральная вата, «Эковата», пенополистирол или пенополиуретан. С внешней стороны утеплитель зашивают цементно-стружечными плитами (ЦСП), OSB или фанерой, которые облицовываются фасадной штукатуркой или обшиваются сайдингом. Современные технологии производства и строительства каркасных домов позволяют не уступать домам из кирпича или бетона в надежности, прочности и долговечности. При этом каркасные дома обладают целым рядом существенных преимуществ.

- Быстровозводимость и низкая стоимость строительства каркасного дома.
- Всесезонность отделки каркасного дома — отсутствие «мокрых» процессов при строительстве каркасного дома и идеально ровные поверхности серьезно упрощают отделку и позволяет заниматься ей в любое время года.
- Легкость конструкций (при безусловной прочности) не требует сооружения массивного фундамента.

В зимнее время года каркасные и другие деревянные дома можно быстро прогреть до комфортной температуры, т.к. они имеют низкую теплоемкость стен и перекрытий. Достаточно нагреть только воздух.

К недостаткам данной технологии можно отнести современные материалы, применяемые в каркасном строительстве, которые могут быть небезопасны для человека. Так, древесно-стружечные плиты в качестве связующего содержат фенолформальдегидные смолы, из за чего происходит эмиссия формальдегида в воздух жилого помещения. При производстве минеральных ват так же применяются фенолформальдегидные смолы, кроме этого, минеральные ваты являются источником канцерогенной пыли.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ СТЕНЫ

Подбор конструкции стены ведётся исходя из равных требований:

- к внешнему виду – фасадная отделка под кирпич;
- к внутреннему виду – под чистовую отделку;
- к теплотехническим характеристикам – среднее значение сопротивления теплопередачи для ЦФО – 3,087 м²·°C/Вт;
- к свойствам материалов – размеры, коэффициент теплопроводности.

Ниже представлены составы анализируемых стен.

Кирпичная стена:

- штукатурка – 5 мм;
- кирпичная кладка – 250 мм;
- утепление минеральной ватой – 100 мм;
- воздушный зазор – 20 мм;
- облицовка фасада кирпичом – 120 мм.

Стена из пеноблока:

- штукатурка – 5 мм;
- пеноблок – 200 мм;
- утепление минватой – 100 мм;
- воздушный зазор – 20 мм;
- облицовка фасада кирпичом – 120 мм.

Стена из клееного бруса:

- обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ – 25 мм;
- каркас под обшивку – 27 мм;
- брус – 150 мм;
- утепление минватой – 100 мм;
- зазор – 20 мм;
- облицовка фасада кирпичом – 120 мм.

Деревянный каркас:

- обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ – 25 мм;
- деревянный каркас с заполнением минватой – 150 мм;
- обрешётка – 44 мм;
- фиброцементные панели под кирпич – 15 мм.

ЛСТК:

- обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ – 25 мм;
- стальной каркас с заполнением минеральной ватой – 150 мм;
- обрешётка – 44 мм;
- фиброцементные панели под кирпич – 15 мм.

Каждая из анализируемых конструкций стен была оценена по пятибальной шкале по каждому из 20 параметров, которые можно условно разделить на 5 групп:

Физические параметры:

1. Фактическое сопротивление теплопередаче (среднее значение для ЦФО – 3,087 м²·°С/Вт).
2. Огнестойкость – III степень.
3. Экологичность.
4. Шумоизоляция.
5. Наличие горючих материалов.

Условия строительства:

1. Возможность строительства и нормальной эксплуатации в различных регионах.
2. Строительство на сложных рельефах и нестабильных грунтах.
3. Сезонность строительства (не включая фундамент).
4. Возможность строительства в районах с повышенной сейсмической опасностью.
5. Влияние погодных условий.
6. Транспортные расходы.
7. Доставка в труднодоступные районы.

Дополнительные работы/реконструкция:

1. Дополнительные работы перед внутренней чистовой отделкой после возведения коробки.
2. Изменение фасадной отделки.
3. Прокладка инженерных сетей.
4. Специальные требования к несущим конструкциям здания, дополнительные работы.

Экономические параметры:

1. Полезная площадь внутренних помещений при наружных размерах дома 8x10 м.
2. Стоимость строительства под чистовую отделку.

Вероятностные параметры:

1. Изменение геометрии, свойств несущих конструкций здания под воздействием внешних факторов и времени.
2. Вероятность ошибки как следствие человеческого фактора.

ОПИСАНИЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ

Физические параметры. Фактическое сопротивление теплопередаче стеновых конструкций было вычислено согласно общеизвестной методике, изложенной в СНиП. Полученные значения сопротивления теплопередачи вошли в диапазон от 3,17 до 4,181 м²·°С/Вт соответственно для стен из кирпича и пеноблока. Следует обратить внимание, что среднее значение данного параметра для центрального федерального округа составляет 3,087 м²·°С/Вт. Данное значение было преодолено всеми рассматриваемыми конструкциями стен. Все они соответствуют огнестойкости III степени; в случае с деревянными конструкциями требуется регулярная обработка антипиренами, применение которых влияет непосредственно на экологичность технологии. Способность ограждающей конструкции уменьшать проходящий через нее звук (шумоизоляция) соответствует требованиям СНиП 23-03-2003 во всех технологиях.

Условия строительства. Возможность строительства и нормальной эксплуатации была априори предусмотрена в любом районе на территории РФ. Транспортные расходы и доставка в труднодоступные районы обременительны для застройщика, который ведет возведение зданий из кирпича, пеноблока и клееного бруса в силу собственного веса основных строительных материалов (кирпич, пеноблок, дерево). Строительство на сложных рельефах и нестабильных грунтах дополнительно к стоимости строительства надземной части здания добавит стоимость фундаментов, которые в случае «тяжелых» технологий будут дороже и потребуют больших трудозатрат. Сезонность (не включая фундамент) и погодные условия в первую очередь важны при возведении стен из кирпича и пеноблока, т. е. при строительстве, связанном с рабочей температурой необходимой для песчано-цементного раствора. Возможностью строительства в районах с повышенной сейсмической опасностью обладают все рассмотренные технологии. Однако для стен из кирпичной/пеноблочной кладки это возможно только с проведением ряда конструктивных мер, влекущих увеличение стоимости.

Экономические параметры. Решающим фактором при выборе технологии при первом поверхностном взгляде, несомненно, является стоимость строительства под чистовую отделку. Дороже всего застройщику обойдется возведение стены из клееного бруса (24,2 тыс.руб./м²); примерно на 2 и 5 тыс. рублей дешевле стен из кирпича и пеноблока. Самыми бюджетными вариантами оказалось строительство деревянной каркасной стены (15,2 тыс.руб./м²) и по технологии ЛСТК (16,5 тыс.руб./м²).

Следующий параметр также следует отнести к экономическим, т. к. он отвечает за количество квадратных метров при заданных внешних габаритах дома 8×10 м. При средней стоимости 1 м² на территории С.-Петербург в 70–80 тыс. руб. борьба за дополнительную площадь имеет смысл. По данному параметру победителями стала технология каркасного строительства (толщина стены – 23,4 см, площадь – 71,8 м²), последнее место заняло строительство из кирпича (толщина стены – 49,5 см, площадь – 63,16 м²). В абсолютных показателях разница составила около 8,5 м², или 640 тыс. руб.; в относительных – порядка 12%.

Дополнительные работы/реконструкция. Дополнительные работы перед внутренней чистовой отделкой после возведения коробки оказались необходимы во всех трех бескаркасных технологиях. В свою очередь применение гипсокартонных листов (ГКЛ) в качестве чернового покрытия дает возможность приступить к чистовой отделке без дополнительных трудозатрат. В этот же блок входит и параметр «Специальные требования к несущему конструктиву здания, дополнительные работы». Без особых требований возможно возведение кирпичных стен и стен по технологии ЛСТК. Создание армопоясов при кладке пеноблоками, обработка антисептиками и антипиренами деревянных конструкций, определённая влажность пиломатериала – все это следует учесть в оставшихся конструкциях.

Изменение фасадной отделки, опираясь на финансовые затраты, приводит к существенным дополнительным вложениям, которые сравнительно меньше только в случае каркасного строительства.

Качественным фактором при прокладке инженерных систем является наличие/отсутствие возможности спрятать в стене, например, электропроводку, при небольшой трудоемкости выполнения работ по укладке (трудоемкие работы – это штробление). Результаты представлены в таблице.

Вероятностные параметры. В данный блок параметров вошли: изменение геометрии, свойств несущего конструктива здания под воздействием внешних факторов и времени, а также вероятность ошибки как следствие человеческого фактора. В случае с первым параметром основной неприятностью является усадка или сколы деревянных элементов, а

также появление такого дефекта, как изменение прямолинейности. Для недеревянных конструкций изменение геометрии и свойств с течением времени не характерно. (В данном случае не рассматривались биоповреждения.) Вероятность ошибки при возведении стеновых конструкций зависит от опыта ведения работ и профессионализма строителей, что в современных реалиях немаловажно. Работа, связанная с кладкой кирпича и пеноблока, имеет максимальную вероятность ошибки; детальная проработка рабочей документации и точность изготовления монтируемых элементов снижает вероятность возникновения ошибок (стена из клееного бруса, каркасные технологии). Проект дома из ЛСТК, в отличие от обычного строительного проекта, относится к машиностроительному конструированию и максимально индустриализует строительный процесс, делает его легко управляемым и поэтому привлекательным для заказчика. Простота сборки каркаса ЛСТК без какой-либо подгонки по сути напоминает конструктор «ЛЕГО»

Результаты анализа сведены в таблицу. Параметр, который в нее не вошел, но носит иногда ключевой характер при выборе конструкции, является вес 1 м² стены. Принимая во внимание средние значения удельной плотности применяемых материалов, были получены следующие результаты. Тяжеловесом в данной категории, как и ожидалось, стала кирпичная стена – 416 кг/м². Отрыв от остальных бескаркасных технологий (пеноблок – 329 кг/м², клееный брус – 316 кг/м²) составил порядка 100 кг. Каркасные технологии, представленные деревянным каркасом и ЛСТК, по весу 1 м² стены оказались почти в 5 раз легче кирпичной стены, а именно – 88 и 85 кг, соответственно. Еще одним неоспоримым преимуществом домов из ЛСТК является возможность эффективного ремонта и реконструкции. Стены из металлоконструкций гораздо легче заменить или перенести, чем кирпичные или бревенчатые. Затраты и неудобства реконструкции несопоставимо меньше, чем при перестройке домов из традиционных материалов.

Табл. 1. Сравнительная оценка строительства по различным технологиям

Сравнительная оценка строительства по различным технологиям

Технология	Кирпич	Пеноблок	Брус клееный	Дер. каркас	ЛСТК						
Параметр											
Подбор состава стены ведётся исходя из равных требований :											
к внешнему виду - "фасадная отделка под кирпич"											
к внутреннему виду - "под чистовую отделку"											
к теплотехническим характеристикам -среднее значение сопротивления теплопередачи для ЦФО 3.087 м2* 0С/Вт											
к св-вам материалов-размеры, коэф. теплопроводности											
Состав стены	Штукатурка -5 мм Кирпичная кладка -250 мм Утепление минватой -100 мм Воздушный зазор -20 мм Облицовка фасада кирпичом -120 мм Итого: 495 мм	Штукатурка -5 мм Пеноблок -200 мм Утепление минватой -100 мм Воздушный зазор -20 мм Облицовка фасада кирпичом -120 мм Итого: 445 мм	Обшивка с внут. стороны ГКЛ+ГВЛ -25 мм Каркас под обшивку -27 мм брус -150 мм утепление минватой -100 мм зазор -20 мм облицовка фасада кирпичом -120 мм Итого: 442 мм	Обшивка с внут. стороны ГКЛ+ГВЛ -25 мм Каркас с заполнением минватой -150 мм обрешётка -44 мм фиброцементные панели под кирпич-15 мм Итого: 234 мм	Обшивка с внут. стороны ГКЛ+ГВЛ -25 мм Каркас с заполнением минватой -150 мм обрешётка -44 мм фиброцементные панели под кирпич-15 мм Итого: 234 мм						
1	Фактическое сопротивление теплопередаче (среднее значение для ЦФО 3.087 м2* 0С/Вт)	3,17	2	4,181	5	3,685	3	4,053	4	4,053	4
2	Возможность строительства и нормальной эксплуатации в различных регионах	любой регион	5	любой регион	5	любой регион	5	любой регион	5	любой регион	5
3	Полезная площадь внут. помещений при наруж. размерах дома 8x10 м	63,16	2	64.78 м.кв.	3	64.87 м.кв.	4	71.8 м.кв.	5	71.8 м.кв.	5
4	Доп. работы перед внутренней чистовой отделкой после возведения коробки	требуется оштукатуривание стен, грунтование	4	требуется оштукатуривание стен, грунтование	4	требуется обшивка ГКЛ+ГВЛ по дополнительному каркасу после усадки	3	не требуется, ГКЛ-идеально ровная поверхность под отделку	5	не требуется, ГКЛ-идеально ровная поверхность под отделку	5
5	Изменение фасадной отделки	не возможно без существенных затрат	4	не возможно без существенных затрат	4	не возможно без существенных затрат	4	Возможно замена на любой вид фасадной отделки без значительных затрат	5	Возможно замена на любой вид фасадной отделки без значительных затрат	5
6	Прокладка инженерных сетей	необходимо штробить-большая трудоёмкость; открытая прокладка-портит интерьер	3	необходимо штробить-большая трудоёмкость; открытая прокладка-портит интерьер	3	открытая прокладка-портит интерьер	3	требуется производство отверстий в каркасе, открытая прокладка - портит интерьер	4	не требует дополнительных работ (прокладка в полости стен, перекрытый через спец. коммуникационные отверстия)	5
7	Изменение геометрии, св-в несущего конструктива здания под воздействием внешних факторов и времени	отсутствует	5	отсутствует	5	возможна усадка	4	возможна усадка, изменение прямолинейности, СКОЛЫ	3	отсутствует	5
8	Специальные требования к несущему конструктиву здания, дополнительные работы	отсутствует	5	Обязательно устройство несущего каркаса (в некоторых случаях армопояса). Пенобетон плотностью до 600 кг/м.куб. является теплоизоляционным материалом и не предназначен для восприятия нагрузок.	3	обработка антисептиками, антипиренами	4	обработка антисептиками, антипиренами, определённая влажность пиломатериала	4	отсутствуют	5
9	Вероятность ошибки как следствие "человеческого фактора"	Большая вероятность. Требуется опыт ведения работ.	3	Большая вероятность. Требуется опыт ведения работ.	3	маленькая вероятность, благодаря детальной проработке рабочей документации, но требуется опыт работы с пиломатериалами	4	маленькая вероятность, благодаря детальной проработке рабочей документации, но требуется опыт работы с пиломатериалами	4	практически исключена, благодаря детальной проработке рабочей документации И ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ	5
10	Огнестойкость (III степень)	соответствует	5	соответствует	5	соответствует	5	соответствует	5	соответствует	5
11	Экологичность	все материалы экологически чистые	5	все материалы экологически чистые	5	все материалы экологически чистые. Исключение ср-ва деревообработки (антисептики, антипирены)	3	все материалы экологически чистые. Исключение ср-ва деревообработки (антисептики, антипирены)	4	все материалы экологически чистые	5
12	Шумоизоляция	соответствует	5	соответствует	5	соответствует	5	соответствует	5	соответствует	5
13	Наличие горючих материалов	нет	5	нет	5	брус (требуется регулярная обработка аннтипиренами-увеличение затрат, большая трудоёмкость)	4	деревянный каркас (требуется регулярная обработка аннтипиренами-увеличение затрат, большая трудоёмкость)	4	нет	5
14	Строительство на сложных рельефах и нестабильных грунтах	удорожание фундамента вследствие значительной массы конструкций, сложность ведения работ	3	удорожание фундамента вследствие значительной массы конструкций, сложность ведения работ	3	удорожание фундамента вследствие значительной массы конструкций, сложность ведения работ	4	возможно без ограничений благодаря лёгкости конструкций и простой сборки. Экономия временных и материальных затрат на возведении фундамента	5	возможно без ограничений благодаря лёгкости конструкций и простой сборки. Экономия временных и материальных затрат на возведении фундамента	5
15	Сезонность строительства (не включая фундамент)	при положительных температурах (возможно при незначительных минусовых ,но с удорожанием)	3	при положительных температурах (возможно при незначительных минусовых ,но с удорожанием)	3	всесезонно, за исключением облицовки фасада	4	всесезонно	5	всесезонно	5
16	Возможность строительства в районах с повышенной сейсмической опасностью	возможно с спроведением ряда конструктивных мер влекущих увеличение стоимости	4	возможно с спроведением ряда конструктивных мер влекущих увеличение стоимости	4	возможно в районах с сейсмоопасностью до 9 баллов без существенных конструктивных мер и увеличений стоимости	5	возможно в районах с сейсмоопасностью до 9 баллов без существенных конструктивных мер и увеличений стоимости	5	возможно в районах с сейсмоопасностью до 9 баллов без существенных конструктивных мер и увеличений стоимости	5
17	Влияние погодных условий	последовательное выполнение многих работ влечёт зависимость от погодных условий	4	последовательное выполнение многих работ влечёт зависимость от погодных условий	4	высокая скорость возведения коробки под кровлю, с возможностью вести дальнейшие работы в любых погодных условиях	5	высокая скорость возведения каркаса под кровлю, с возможностью вести большинство дальнейших работ в любых погодных условиях	5	высокая скорость возведения каркаса под кровлю, с возможностью вести большинство дальнейших работ в любых погодных условиях	5
18	Транспортные расходы	Высокие транспортные затраты, из-за значительной массы и объёма материалов	4	Высокие транспортные затраты, из-за значительной массы и объёма материалов	4	Высокие транспортные затраты, из-за значительной массы и объёма материалов	4	Невысокие затраты на транспорт, благодаря небольшой массе и объёму материалов	5	Невысокие затраты на транспорт, благодаря небольшой массе и объёму материалов	5
19	Доставка в труднодоступные районы	Затруднительно из-за значительной массы и объёма материалов	4	Затруднительно из-за значительной массы и объёма материалов	4	Затруднительно из-за значительной массы и объёма материалов	4	Не вызывает сложности, благодаря небольшой массе и объёму материалов	5	Не вызывает сложности, благодаря небольшой массе и объёму материалов	5
20	Стоимость строительства под чистовую отделку	21700 руб./м.кв.	2	19000 руб./м.кв.	3	24200 руб./м.кв.	1	15200 руб./м.кв.	5	16500 руб./м.кв.	4
			77		80		78		92		98

Сравнительная оценка по пятибалльной шкале в каждом из 20 параметров выявила технологии строительства, которые являются наиболее оптимальными, экономически выгодными. Лидерами стали каркасные технологии:

- ЛСТК – 98 баллов;

- каркасная деревянная стена – 92 балла;

Бескаркасные технологии строительства заняли достойное второе место:

- кирпичная стена – 77 баллов;
- стена из пеноблока – 80 баллов;
- стена из клееного бруса – 78 баллов.

Выбор за вами!

Источники

1. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника.
2. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
3. *Гринфельд Г.И., Куптараева П.Д.* Кладка из автоклавного газобетона с наружным утеплением. Особенности влажностного режима в начальный период эксплуатации// Инженерно-строительный журнал - №8, 2011. Неуловимая энергоэффективность // Промышленно-строительное обозрение, 2011. – №123.
4. *Гагарин В.Г.* Экономический анализ повышения уровня теплозащиты ограждающих конструкций здания // Труды 1 Всероссийской научно-технической конференции 26-27 июня 2008 года. Строительная теплотехника: актуальные вопросы нормирования.
5. *Табунщиков Ю.А., Ливчак В.И., Гагарин В.Г., Шилкин Н.В.* Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий // АВОК, 2009. – №5.
6. *Ватин Н.И., Жмарин Е.Н., Куражова В.Г., Усанова К.Ю.* Конструирование зданий и сооружений. Лёгкие стальные тонкостенные конструкции // Изд-во Политехн. Ун-та 2012.