

УДК 69.003

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИЗДЕРЖКИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СТЕН

¹Грахов В.П., ²Мохначев С.А., ¹Акчурин Е.В.

¹ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова», Ижевск, e-mail: pgs@istu.ru;

²НОУ ВПО «Восточно-Европейский институт», Ижевск, e-mail: sa195909@yandex.ru

В статье приведены результаты исследования основных факторов, влияющих на стоимость строительства при возведении стен из различных стеновых материалов. Выявлено влияние на суммарную величину издержек и стоимость возведения стен жилых зданий ряда основных факторов, присущих различным вариантам выбора строительства стены из кирпича или использования для этих целей блоков. Определены и подробно рассмотрены достоинства и недостатки стен обоих типов. Кратко описаны отличительные черты используемых материалов и особенности их использования для сооружения стен жилого дома. Авторами статьи сделан вывод о том, что за счет создания наиболее рациональных конструкций стен путем комбинирования описанных в статье вариантов – кирпич и блоки, достигается значительное снижение издержек, что позволит организациям строительной отрасли повышать их конкурентоспособность.

Ключевые слова: строительство, возведение стен, экономические издержки

THE MAIN FACTORS AFFECTING COSTS IN THE CONSTRUCTION OF WALLS

¹Grakhov V.P., ²Mokhnachev S.A., ¹Akchurin E.V.

¹Izhevsk state technical University named after M.T. Kalashnikov, Izhevsk, e-mail: pgs@istu.ru;

²Eastern-European Institute, Izhevsk, e-mail: sa195909@yandex.ru

The article presents the results of the study the main factors affecting the cost of construction in the construction of walls of different wall materials. Identified the impact on total costs and the cost of erection of walls of residential buildings number of key factors common to different choices of construction brick walls or use blocks for these purposes. Defined and discussed in detail the advantages and disadvantages of the walls of both types. Briefly described the distinctive features of the materials used and the features of their use for the construction of the walls of a house. The authors concluded that by creating the most efficient wall structures by combining described in the article options – bricks and blocks, achieved significant cost reductions that will allow organizations of the construction industry to increase their competitiveness.

Keywords: construction, erection of walls, the economic costs

Одним из основных условий повышения конкурентоспособности экономики является развитие на основе инноваций территориальных кластеров – объединений предприятий, поставщиков (как оборудования, так и услуг), научных и образовательных организаций, связанных отношениями территориальной близости и функционирующих в рамках определенной сферы производства (реализации) товаров или услуг [1]. При этом кластерные объединения рассматриваются как элементы инновационной подсистемы [2, 3, 4]. Технологическая компонента внешней среды оказывает наиболее существенное влияние на развитие организаций, входящих в кластер. Для предприятий строительства актуальным является проведение исследования основных факторов, влияющих на стоимость строительства при возведении стен из различных стеновых материалов.

Любая стена жилого дома, вне зависимости от конструкции и применяемых материалов, должна совмещать выполнение ряда обязательных требований и функций:

конструкционная прочность; минимизация нагрузок на фундамент; тепловое сопротивление; водопоглощение; огнестойкость; морозостойкость.

Для принятия окончательного решения при выборе материалов и конструкции стен будущего дома мало подобрать вариант с наилучшими эксплуатационно-техническими характеристиками, удовлетворяющими всем упомянутым требованиям, необходимо учитывать ряд факторов, в том числе стоимость (издержки) и скорость строительства.

Кирпичная стена – самая старая, а потому веками проверенная конструкция стен. Керамический кирпич получают путём обжига отформованной глиняной заготовки. В настоящее время для кладки таких стен чаще всего используют общестроительный пустотелый кирпич стандартного размера (250×120×65 мм) или «полуторный» (259×120×88 мм). Преимущества стены из керамического кирпича следующие: высокая структурная прочность и несущая способность; абсолютная экологичность и устойчивость к биовоздействиям;

высокая тепловая инерционность; высокая пожароустойчивость; легко сочетается со всеми видами дополнительной отделки

Недостатками стены из керамического кирпича являются: *высокая усреднённая плотность готовой кирпичной кладки обуславливает значительный вес стены и, как следствие, – повышает требования к фундаменту; наличие технологических пустот; сравнительно невысокие теплоизоляционные параметры; малые размеры кирпичей влекут значительные затраты времени и ресурсов на возведение стен; высокая приведенная стоимость квадратного метра стены при нормативных теплотехнических параметрах.*

Необходимость использования значительного (до 20% от объёма самой стены) количества кладочного раствора и высокая трудоёмкость производства работ обуславливают довольно высокую стоимость одного кубометра готовой конструкции. Так, при средней цене общестроительного пустотелого керамического кирпича около 8,5 руб./шт., на возведение одного кубометра кладки будет затрачено 394 шт. на общую сумму около 3350 руб. При этом необходимо учесть стоимость раствора, а мастерам-каменщикам придётся заплатить за работу около 1250 руб., то есть общая цена одного кубометра кирпичной стены превысит 5000 рублей.

При возведении кирпичной стены из кирпича силикатного все вспомогательные материалы, методология проведения работ и расценки на услуги каменщиков будут практически такими же, как и в случае использования керамического кирпича. Размеры силикатных кирпичей совпадают с размерами керамических, что позволяет на практике сочетать в кладке эти материалы. Однако природа силикатной основы накладывает дополнительные ограничения – такой кирпич не может применяться при возведении стен, предполагающих постоянное увлажнение: в подвальных и полуподвальных помещениях, бассейнах, банях и т.п. Кроме того, следует избегать непосредственного контакта силикатно-кирпичных стен с дымоходами и другими высокотемпературными элементами из-за опасности термической дегидратации силикатного камня [5].

Стены из силикатного кирпича имеют следующие преимущества: высокая структурная прочность и несущая способность; абсолютная экологичность и устойчивость к биовоздействиям; долговременная стабильность эксплуатационных и геометрических параметров; высокая пожароустойчивость; небольшие габариты кирпичей

позволяют воспроизводить сложные поверхности третьего порядка с малыми радиусами кривизны без дополнительной механической обработки; легко сочетается со всеми видами дополнительной отделки – облицовкой лицевым кирпичом, штукатуркой, отделкой сайдингом и различного рода декоративно-защитными панелями [6]. Недостатки стены из силикатного кирпича: очень высокая усреднённая плотность готовой кирпичной кладки обуславливает наибольший из рассматриваемых вариантов вес стены и, как следствие, – повышает требования к фундаменту; низкие теплоизоляционные свойства требуют устройства кирпичных стен нерационально большой толщины (до метра и более) или дополнительных теплоизоляционных мероприятий; силикатный кирпич не переносит постоянного контакта с влагой и боится воздействия высоких температур, что резко ограничивает область его применения; малые размеры влекут значительные затраты времени и ресурсов на возведение стен, так как нормы выработки при кладке стен из силикатного кирпича такие же, как и в случае использования керамического кирпича; использование силикатного кирпича в качестве лицевого нежелательно, поскольку под воздействием дождей происходит постепенное разрушение известково-песчаных связей и выветривание материала.

Стена из керамических блоков отличается тем, что материал стены имеет большее количество (более 50% по объёму) сквозных каналов малой площади сечения, равномерно распределённых по всему объёму крупногабаритной глиняной заготовки, а на внешних поверхностях блоков созданы выступы и канавки. При стыковке блоков в один сплошной ряд гребни одного блока в точности соответствуют пазам соседнего блока. Так достигается надёжная безрастворная фиксация блоков в горизонтальных рядах. Кладочный раствор расходуется только для соединения горизонтальных рядов между собой. Размеры керамических блоков обычно кратны размерам кирпичей, что позволяет легко сочетать эти материалы в местах со сложной геометрией, требующих усиления или при комбинировании с лицевым кирпичом по фасадной стороне стены.

При возведении стен из поризованных крупногабаритных керамических блоков используется такой же кладочный раствор, как и для кирпичной кладки, но расход его значительно меньше из-за того, что нет необходимости выполнять вертикальные швы. Работы по возведению стен из керамических блоков могут идти значительно (до 2,5 раз быстрее) быстрее, чем из кирпича. Кроме этого, напомним, что при одинако-

вой прочности поризованные керамблоки имеют гораздо лучшие теплотехнические показатели, что позволяет возводить стены в два раза менее массивные, чем из обычного кирпича. То есть один кубометр керамических блоков позволит построить такую же тёплую стену, какая получится из двух кубометров керамического кирпича и более чем из трёх кубометров силикатного [7].

Преимущества стен из керамических блоков: высокая структурная прочность и несущая способность, соизмеримые с кирпичной кладкой; абсолютная экологичность и устойчивость к биовоздействиям: обожжённая глина инертна в биологическом смысле; высокая тепловая инерционность, снижающая зависимость обитателей кирпичного дома от резких перепадов температуры наружного воздуха; отличные теплоизоляционные свойства позволяют возводить стены, не нуждающиеся в дополнительном утеплении; долговременная стабильность эксплуатационных и геометрических параметров; высокая пожароустойчивость; простота и удобство монтажа; пониженный расход кладочного раствора; невысокая приведенная стоимость квадратного метра стены при заданных теплотехнических параметрах; высокая скорость возведения стены (до 2,5 раз быстрее, чем из кирпича).

Недостатки стен из поризованных крупногабаритных керамических блоков: наличие технологических пустот требует применения специальных сеточных прокладок, предотвращающих затекание кладочного раствора в отверстия; из-за структурной неоднородности блоков при их подрезке «в размер» обнажаются технологические пустоты, что требует отдельных мероприятий по усилению подобных срезов или жёсткой привязки всей размерной сетки сооружения к базовым размерам блоков; неизбежны проблемы с организацией крепления к такой стене массивных элементов интерьера, вызванные хрупкостью тонких стенок технологических отверстий и высокой пустотностью материала.

Бурное развитие технологий ячеистых бетонов, в частности газобетонных блоков промышленного изготовления, подтверждают правоту известной поговорки «Всё новое – это хорошо забытое старое». Изобретённый почти столетие назад стеновой материал становится всё более популярным заменителем традиционной керамики и силикатов, переживает своё второе рождение на постсоветских просторах. В самом общем случае газобетоном принято называть искусственный камень с равномерно распределёнными по всему объёму

сферическими порами диаметром от 1 до 3 мм. Газобетонные блоки промышленного производства проходят жёсткий контроль геометрических параметров, при этом заявляемые предельные отклонения по длине блока не превышают 2 мм, а по толщине и высоте – не более 1 мм. Такие малые допуски позволяют вести монтаж блоков не на кладочный раствор, а на тонкий слой клея. Процесс сооружения стены внешне напоминает монтаж кафельной плитки: точно так же клеящая смесь распределяется зубчатой гребёнкой на одной из склеиваемых поверхностей, после чего блок укладывается на слой клея и точно позиционируется в горизонтальной плоскости. Такие сверхтонкие растворные слои уже не являются «мостиками холода» в привычном понимании этого термина, а готовую стену можно рассматривать как термически изотропную среду. Так же, как и в случае использования крупногабаритных поризованных керамических блоков, замковая система стыковки отдельных газобетонных блоков избавляет от необходимости устраивать вертикальные клеевые швы. Стоимость сухих смесей, применяемых при монтаже газобетона, примерно в 2 раза выше, чем обычного кладочного раствора, но расход клея чуть ли не на порядок ниже, чем при возведении обычной кирпичной стены. Расценки на услуги каменщиков будут практически такими же, как и в случае использования керамического кирпича. Сверхнизкая усреднённая плотность газобетонной стены позволяет добиться ещё большей экономии на подготовке нулевого цикла, в сравнении с вариантом стен из керамических блоков. Приведённая стоимость стены из газобетонных блоков примерно такая же, как и при использовании керамических блоков, но рассматриваемая технология имеет ещё один резерв экономии – идеальная геометрия газобетонных блоков позволяет вести к минимуму интерьерные отделочные работы.

Анализ имеющихся сведений позволил выявить следующие преимущества стен из газобетонных блоков: абсолютная экологичность и устойчивость к биовоздействиям: автоклавный газобетон промышленного производства инертен в биологическом смысле; отличные теплоизоляционные свойства; долговременная стабильность эксплуатационных и геометрических параметров; низкие значения усреднённой плотности материала позволяют использовать экономичные фундаменты; высокая пожароустойчивость; изотропная структура материала позволяет легко вести механическую обработку; предельная простота и максимальное удобство монтажа;

высокая точность геометрических параметров блоков; низкий расход клеевой смеси раствора – на укладку 1 м³ готовой смеси потребуется 20–25 кг сухой клеевой смеси; наивысшая скорость возведения стены.

В качестве недостатков стен из газобетонных блоков отметим следующие: высокая гигроскопичность газобетона; низкие в сравнении с другими стеновыми материалами прочностные показатели; сложные архитектурные формы могут потребовать большого количества специальных элементов, которые, как правило, стоят дороже, чем стеновые блоки одинакового с ними объёма; крепление к такой стене массивных элементов интерьера требует применения специального крепежа.

Первое, что обращает на себя внимание при анализе альтернативных способов возведения стен, – соизмеримая стоимость квадратного метра всех вариантов стен и значительная разница в скорости их возведения. Лидером по прочностным показателям можно назвать стены из силикатного кирпича, но у стен из керамического кирпича и керамических блоков прочность на сжатие меньше ненамного, что для малоэтажного и коттеджного строительства не существенно. Для наглядности сравнения можно присвоить различным стеновым материалам своеобразные «баллы лидерства»: материал, демонстрирующий наилучшие значения параметра, получает 1-е место, наихудшие – 4-е место.

	Кирпичная стена	Стена (силикатный кирпич)	Стена из керамических блоков	Стена из газобетона
Предел прочности при сжатии, кг/см ²	3	1	2	4
Усредненная плотность, кг/м ³	3	4	2	1
Теплопроводность, Вт/(м·К)	3	4	2	1
Водопоглощение, %	3	2	1	4
Морозостойкость, в циклах	2	3	1	4
Нормативная толщина стены, м	3	4	1	2
Стоимость стены нормативной толщины, руб./м ²	4	1	2	3
Скорость возведения нормативной толщины, ч/м ²	4	3	2	1

Нельзя утверждать, что полученные результаты однозначно определяют самый «лучший» или самый «худший» материал для стен жилого дома. В каждом конкретном случае один из параметров может иметь решающее значение. Например, для коттеджа, сориентированного на минимизацию зависимости от дорогих энергоресурсов, на первый план выступает требование обеспечения максимальной теплоизоляции. В этом случае предпочтение, скорее всего, будет отдано газобетонным блокам. Двух-, трёхэтажный дом с большими (свыше 6 метров) пролётами перекрытий и черепичной кровлей, прежде всего, потребует прочных несущих стен – здесь не обойтись без частично или полностью кирпичных стен. Если дом будет построен вдалеке от заводов по производству газобетонных блоков или керамических материалов, доступность и дешевизна силикатного кирпича может сыграть решающую роль.

Желающие быстро построить небольшой по площади, но многоэтажный коттедж, обладающий отличными тепло-техническими свойствами и отменной

прочностью, достаточной для организации черепичной кровли, несомненно, более подробно изучат технологию возведения стен из крупноформатных керамических блоков.

Рассмотренные выше конструкции стен в «чистом» виде используются довольно редко. Значительное снижение издержек при создании наиболее рациональных конструкций стен кроется в идее комбинирования описанных вариантов – кирпич и блоки. Например, несущие основную нагрузку части стен дома могут быть выполнены из керамического блока или даже кирпичной кладки. В то же время менее нагруженные участки стен могут быть выполнены из очень лёгких и тёплых газобетонных блоков.

Список литературы

1. Грахов В.П., Мохначев С.А., Чиркова Д.С. Кластерная политика в регионе: особенности реализации // Региональная экономика: теория и практика. – 2014. – № 28 (355). – С. 11–17.
2. Мохначев К.С. Теоретико-правовые аспекты формирования, развития и функционирования инновационных подсистем. – Ижевск: Изд-во «Ассоциация по методологии

ческому обеспечению деловой активности и общественного развития «Митра», 2011. – 120 с.

3. Мохначев К.С., Мохначева Е.С. Основные аспекты формирования и развития региональной инновационной подсистемы // Сборник трудов молодых ученых НОУ ВПО «Университет управления «ТИСБИ». – Казань: НОУ ВПО «Университет управления «ТИСБИ», 2011. – С. 201–205.

4. Грахова Е.В. Применение современных образовательных технологий в учебном процессе // Технические университеты: интеграция с европейскими и мировыми системами образования: материалы VI Международной конференции. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014. – С. 96–99.

5. Кислякова Ю.Г. Технология усиления ленточных фундаментов при реконструкции здания // Научные и методические проблемы подготовки конкурентоспособных специалистов для Удмуртии: материалы научно-методической конференции. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2007. – С. 370–373.

6. Грахов В.П. Возведение зданий с монолитным каркасом / В.П. Грахов, Ю.Г. Кислякова, Н.М. Якушев. – Ижевск, 2014.

7. Кислякова Ю.Г. Развитие принципов производственного менеджмента через корпоративную социальную ответственность и устойчивость строительной организации / Ю.Г. Кислякова, Е.В. Грахова, Н.В. Анисимова // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 5–1. – С. 783–786.

References

1. Grakhov V.P., Mokhnachev S.A., Chirkova D.S. *Regional'naja jekonomika: teorija i praktika – Regional economy: theory and practice*. 2014. no. 28 (355). pp. 11–17.

2. Mokhnachev K.S. *Teoretiko-pravovye aspekty formirovaniya, razvitiya i funkcionirovaniya innovacionnyh pod-*

sistem [Theoretical and legal aspects of the formation, development and functioning of innovative subsystems]. Izhevsk. 2011.

3. Mokhnachev K.S., Mokhnacheva E.S. *Sbornik trudov molodyh uchenyh NOU VPO «Universitet upravlenija «TISBI»* [Proceedings of young scientists of NOU VPO «The University of management «TISBI»]. Kazan. 2011. pp. 201–205.

4. Grakhova E.V. *Tehnicheskie universitety: integracija s evropejskimi i mirovymi sistemami obrazovanija. Materialy VI Mezhduнародной konferencii* [Technical universities: integration with European and world education systems. Proceedings of the VI International conference]. Izhevsk. 2014. pp. 96–99.

5. Kisyakova Yu.G. *Nauchnye i metodicheskie problemy podgotovki konkurentosposobnyh specialistov dlja Udmurtii: materialy nauchno-metodicheskoj konferencii* [Scientific and methodological problems of training of competitive specialists for Udmurtia: materials of the scientific-methodical conference]. Izhevsk. 2007. pp. 370–373.

6. Grakhov V.P., Kisyakova Yu.G., Yakushev N.M. *Vozvedenie zdaniy s monolitnym karkasom* [The construction of buildings with monolithic frame]. Izhevsk. 2014.

7. Kisyakova Yu.G., Grakhova E.V., Anisimova N.V. *Jekonomika i predprinimatel'stvo – Economics and entrepreneurship*. 2014. no. 5–1. pp. 783–786.

Рецензенты:

Гусаков Б.И., д.э.н., профессор кафедры менеджмента, Белорусский национальный технический университет, г. Минск;

Музыченко В.В., д.ф.-м.н., профессор, преподаватель, НОУ ВПО «Московский технологический институт», г. Москва.

Работа поступила в редакцию 19.12.2014.