Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2024, Том 16, № 1 / 2024, Vol. 16, Iss. 1 https://esj.today/issue-1-2024.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/40SAVN124.pdf

2.1.7. Технология и организация строительства (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Гайдуков, П. В. Оценка технологичности многослойных кирпичных блоков / П. В. Гайдуков, Е. М. Пугач // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 1. — URL: https://esj.today/PDF/40SAVN124.pdf

For citation:
Gaidukov P.V., Pugach E.M. Assessment of the manufacturability of multilayer brick blocks. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024; 16(1): 40SAVN124. Available at: https://esj.today/PDF/40SAVN124.pdf. (In Russ., abstract in Eng.)

Гайдуков Павел Владимирович
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
Преподаватель
E-mail: Gaidukov.p.v@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=951399

Пугач Евгений Михайлович
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
Доцент
Кандидат технических наук
E-mail: Tsp-tvz@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2832-1941
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=416367

Оценка технологичности многослойных кирпичных блоков

Аннотация. В данной статье рассматривается технологичность применения многослойных кирпичных блоков заводского изготовления, блоков из однородных материалов, слоистых блоков, блоков с эффективным утеплителем и пустотелых для конструкций стен малоэтажных зданий. Проводятся анализ и сравнение существующих решений. Для систематизации стеновых блочных элементов по ключевым параметрам и основным характеристикам изделий приведена классификация, выделены: функция — назначение, где рассматриваются тип стен — несущие и перегородки, расположение блоков — рядовой, угловой, подоконный и надоконный; конструкционные особенности — используемые материалы, наличие предварительной отделки, пустот, утеплителя, закладных деталей и арматурного каркаса; технологические особенности — потребность в специальном монтажном оборудовании, возможность изготовления конструкции на площадке, особые требования к транспортированию и устройство стыков. Для анализа эффективности использования блоков с целью последующей вариантной системотехнической проработки технико-экономических показателей определены и рассмотрены факторы технологичности. Для решения задачи оценки технологичности рассмотрена система эксплуатационных показателей и показателей для трех основных этапов строительного производства — изготовления, транспортирования и монтажа. В качестве определяющих факторов транспортной, монтажной, производственной и эксплуатационной технологичности определены и рассмотрены: степень типизации, назначение, материалоемкость, требования к отделке, грузоподъемность транспортных средств, монтажные приспособления, трудоемкость, устройство стыков и теплотехнические

характеристики. Приведенное в статье исследование факторов технологичности кирпичных блоков позволяет применить существующую методику отработки на технологичность строительных конструкций для создания новых перспективных моделей в области многослойных кирпичных блоков и дальнейшего внедрения данной технологии в строительство.

Ключевые слова: малоэтажное строительство; многослойные кирпичные блоки; многослойные ограждающие конструкции; технологичность в строительстве; оценка технологичности; факторы технологичности; сравнительный анализ конструкций

Введение

В текущих экономических реалиях, высокой стоимости ипотечного кредитования, растущей цены на строительно-монтажные работы и строительные материалы, малоэтажное строительство способно стать антикризисным инструментом [1]. При этом большое распространение принимает возведение малоэтажных зданий самостоятельными силами или с привлечением строительных бригад на отдельные виды работ. Отсутствие комплексного и системного подхода к строительному производству приводит к увеличению стоимости и продолжительности строительства, нарушению технологии. Как известно, основными взаимосвязанными проблемами в строительстве являются проектирование, закупка и доставка материалов, возведение, обеспечение качества и контроль качества, сметная стоимость [2]. При малоэтажном строительстве также недостаточно внимания уделяют проектированию здания: в основном рассматривают объемно-планировочные решения и типовые узлы конструкций, что пагубно отражается на качестве. Для комплексной застройки эти работы выполняет застройщик [3], при возведении здания отдельным подрядчиком или хозяйственным способом этой необходимостью пренебрегают.

Одним из решений может быть использование укрупненных конструкций заводского изготовления — многослойных кирпичных блоков. При наличии преимуществ кирпичной кладки данные изделия позволяют заменить кладочные работы монтажом укрупненных элементов, требуют меньше ресурсов при сохранении всех характеристик каменного здания.

Для анализа эффективности использования данной технологии в современном строительстве необходимо произвести обоснованное сравнение. Таким способом является вариантная системотехническая проработка технико-экономических показателей, которая рассматривается как для нового строительства, так и для реконструкции объектов [4]. Выполнить такую задачу позволяет отработка на технологичность конструкций многослойных блоков.

Методологическая основа

Анализ существующих решений, сравнительный анализ, выявление факторов технологичности многослойных кирпичных блоков для отработки на технологичность.

Описание существующих решений

В работе Н.А. Черкасова «Каменные и облицовочные работы» [5] впервые описано применение и технология заводского изготовления кирпичных блоков. Конструкция создавалась с использованием любого вида кирпича и кладочного раствора достаточной прочности. Блоки имели определенные размеры, связанные с типовой разрезкой стены возводимого здания (угловые, простеночные и подоконные), а также толщиной от 380 до

640 мм (рис. 1). Вес блока мог варьироваться от 685 до 1 150 кг на м^2 стены. Перевязка блоков осуществлялась смещением конструкций относительно друг друга на заданные расстояния, при высоте дома от 3 этажей — встраиванием закладной арматурной сетки и поперечной арматуры. При этом изготовление конструкции было возможно как в условиях заводского производства, так и при помощи специальных устройств непосредственно на строительной площадке. Недостаток блока — недостаточная теплоизоляция, что решалось увеличением толщины стены и вело к дополнительным затратам на монтаж (увеличение габаритов и веса) и сам материал. Ограничение представленных типоразмеров исключало возможность возведения здания по индивидуальным проектам. При этом готовые стеновые конструкции нуждались во внутренней и внешней отделке.

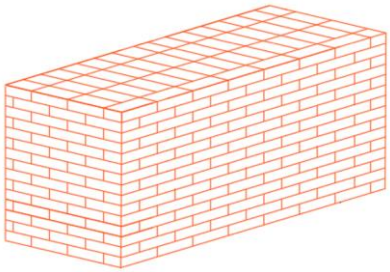

Рисунок 1. *Укрупненный кирпичный блок (простеночный) (составлено авторами)*

В 1982 году К.Б. Розин представил кирпичный блок Розина.[1] Его конструкция значительно отличалась от описанной Н.А. Черкасовым модели: с целью сокращения расхода материалов (кирпича и раствора), повышения теплоизоляционных характеристик, в предложенном блоке предлагалось устраивать сквозную щель между кирпичами (рис. 2). При наличии возможности доставки блоков без специальных поддонов упрощался процесс транспортировки.

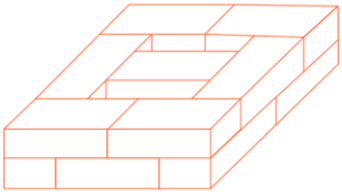

Рисунок 2. *Кирпичный блок Розина (составлено авторами)*

Отсутствие привязки представленного блока к типовым размерам дало преимущество в создании планировочных решений, однако, недостатки в системе перевязки конструкций, узлах и стыках требовали детальной проработки для использования в составе несущих стен зданий.

Предложенный С.В. Поляковым блок с комбинированными пустотами[2] за счет специально разработанной однорядной системы кладки имел существенные преимущества: повышенную прочность; уменьшенные теплопотери и вес.

Позднее А.К. Гончаров предложил усовершенствованный кирпичный стеновой блок.[2] Конструкция данной модели состояла из двух стенок — внутренней и внешней — соединенных между собой ребрами и диафрагмами, образованными выпусками кирпичных стен (рис. 3). Между стенками закладывался утеплитель.

[1] Блок Розина: пат. 1222 780, Рос. Федерация — 1982 г.

[2] Блок с комбинированными пустотами: пат. 131065, Рос. Федерация — 1960 г.

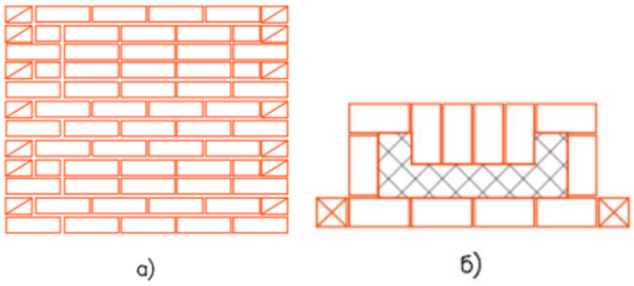

Рисунок 3. *Кирпичный стеновой блок:*
(а) лицевая часть; (б) горизонтальный разрез (составлено авторами)

Эффективность предложенного решения заключалась в повышении прочности кладки с сохранением теплозащитных качеств блока. Толщина блока составляла 510 мм (кладка в два кирпича), высота — 7 рядов; центральное заполнение блока утеплителем сокращало расходы на материалы и уменьшало вес конструкции.

Однако для предполагаемой раскладки конструкций не были проработаны стыки и узлы. Поскольку крайние кирпичи наружного ряда выступали на половину своей длины, образовывалось пустое пространство между центральными частями блоков, что требовало дополнительных работ по заделке после монтажа.

Развитием идей блока Черкасова явился блок К.И. Мечковского[3] (рис. 4). Блок так же состоял из уложенных рядами кирпичей, расположенных на железобетонном основании. По толщине блока имелись пустоты, незаполненные раствором, задача которых в обеспечении совместной работы с отделочным материалом — стеклянной или пластмассовой плиткой — аккумулировать тепло при нагревании на солнце. Преимуществом являлись повышенная прочность за счет железобетонной основы, универсальность — возможность изготовления блока любого размера.

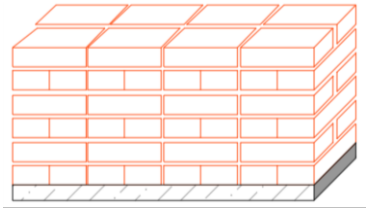

Рисунок 4. *Блок К.И. Мечковского (составлено авторами)*

Блок К.А. Акопова[4] представлял собой многослойную конструкцию, наружная часть которой выполнена из кирпича, внутренняя часть — из ячеистого бетона (рис. 5). Соединение частей выполнено поясом жесткости через отверстия по краям конструкции. Модель не была привязана к типовым размерам и могла использоваться в массовых и индивидуальных проектах. Внутренняя поверхность имела предварительную отделку (штукатурку).

Изготовление блока предусматривалось в условиях стационарного предприятия, наличие отделки повышало требования к транспортировке и строповке конструкции.

Кроме кирпичных блоков имеются изделия из легких бетонов. Конструктивное решение блока В.А. Галкина[5] следующее: элемент состоит из трех слоев: лицевой из стеклофибробетона, промежуточный из керамзитобетона и внутренний из тяжелого бетона (рис. 6).

[3] Кирпичный блок на железобетонной основе: пат. 129 956, Рос. Федерация — 2012 г.

[4] Строительный блок: пат. 44 986, Рос. Федерация — 2004 г.

[5] Керамзитобетонный блок: пат. 143 283, Рос. Федерация — 2014 г.

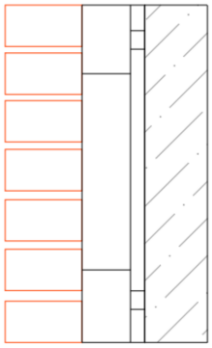

Рисунок 5. *Блок К.А. Акопова. Вертикальный разрез (составлено авторами)*

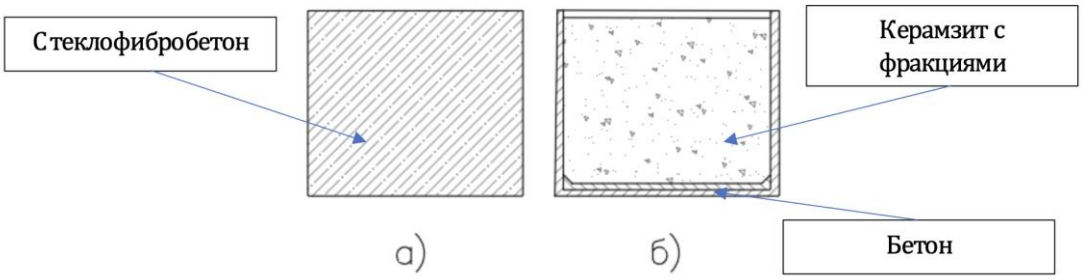

Рисунок 6. *Керамзитобетонный блок: (а) лицевая часть; (б) в разрезе (составлено авторами)*

Данный блок имеет преимущества в меньшем весе и повышенной прочности. При этом здесь, как и в предыдущем решении, предусмотрена внешняя отделка. Соединение блоков пазо-гребневое. Во избежание нарушения лицевого слоя при транспортировке требуется предусматривать защитные мероприятия, для монтажа рекомендуется применение специальных инструментов и приспособлений.

Строительный блок А.Н. Лабутина выполнен из легкого бетона.[6] Конструкция достаточно проста в производстве: основной объем в виде многогранника, на одной из граней которого в процессе формирования установлен металлический профиль для крепления к нему стеновых или кровельных отделочных материалов (рис. 7). В качестве лицевого слоя предусмотрен гипсокартон, цементно-стружечные плиты и другие листовые облицовочные материалы.

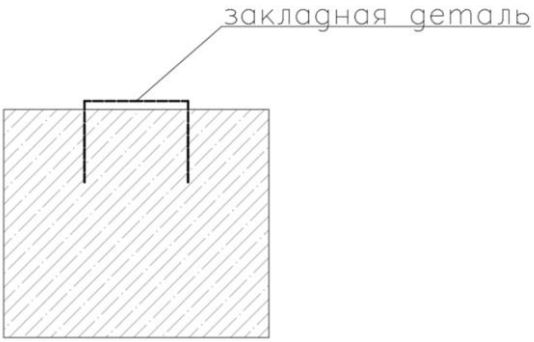

Рисунок 7. *Строительный блок А.Н. Лабутина из легкого бетона (составлено авторами)*

Простота решения, возможность его применения для кровельных конструкций, отсутствие привязки к типовым размерам делает блок универсальным.

[6] Строительный блок из легкого бетона: пат. 74 142, Рос. Федерация — 2008 г.

С.А. Сироткиным[7] была предложена модель строительного блока из керамзитобетона (рис. 8), содержащая два слоя несущий и отделочный между которыми расположен слой теплоизоляции. Соединение блоков между собой осуществляется за счет расположенных на верхней и нижней грани пазов и гребней. Выполненные пазы имеют величину в высоту, достаточную для того, чтобы в образовавшихся выемках возможно было разместить арматурные стержни. Кроме того, блок содержит несколько теплоизоляционных слоев, что обеспечивает сокращение теплопотерь. Слой декоративной отделки позволяет ограничиваться только монтажными работами, без затрат труда на отделочные.

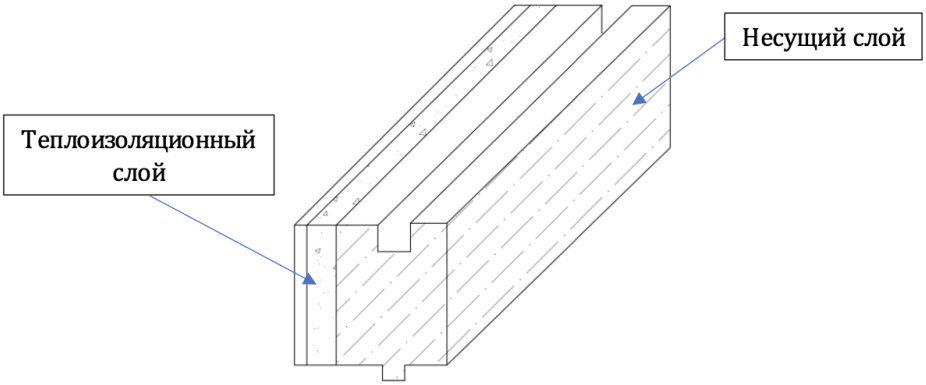

Рисунок 8. *Строительный блок из керамзитобетона (составлено авторами)*

Сравнительный анализ существующих решений

Для анализа и систематизации существующих решений блочных элементов, применяемых для возведения конструкций стен, их необходимо классифицировать по ключевым параметрам, определяющим основные характеристики изделий:

Функция:

Назначение (тип стен — несущие/перегородки; расположение блоков — рядовой, угловой, подоконный и надоконный).

Конструкционные особенности:

Используемые материалы; наличие предварительной отделки, пустот, утеплителя, закладных деталей и арматурного каркаса.

Технологические особенности:

Потребность в специальном монтажном оборудовании; возможность изготовления конструкции на площадке; особые требования к транспортированию; устройство стыков.

Вышеописанные укрупненные элементы предлагается использовать в качестве основной конструкции для несущих стен. При этом каждый блок является рядовым, т. е. не предусматривает решение угловых стыков. Конструкции, габариты которых могут варьироваться или представлены в нескольких типовых размерах, также применяют в качестве конструкции для перегородок, т. к. требуемая толщина перегородок значительно меньше толщины несущих и ограждающих стен.

Главными отличительными особенностями представленных моделей являются однородность тела блока и используемый материал для изготовления.

[7] Строительный блок из керамзитобетона: пат. 105 324, Рос. Федерация — 2011 г.

Среди предложенных блоков имеются составные, конструкции которых предусматривают использование нескольких материалов: блок Мечковского выполнен в полном объеме из кирпича, но имеет железобетонную основу; модель Акопова состоит из кирпича (наружная часть) и ячеистого бетона (внутренняя часть); блок Галкина — из стеклофибробетона и керамзитобетона; также известен составной газобетонный блок, в котором использован газобетон различной плотности.

При рассмотрении конструкций блоков, стоит учитывать наличие утеплителя в составе. Из представленных вариантов только несколько позиций выполняются с его применением, в остальных случаях требуемое сопротивление теплопередаче обеспечивается увеличением толщины конструкции. В некоторых моделях также предлагается выполнять кладку с наличием пустот: воздушная прослойка сокращает потребность в штучном материале и уменьшает теплопотери.

Конструктивные особенности блока напрямую влияют на способ его изготовления. Составные блоки возможно выпускать на стационарном предприятии, поскольку их создание требует большей точности. Например, кладка блока Полякова осложняется наличием пустот по толщине; для нее предлагается особая система перевязки кирпича. Составные конструкции из материалов «кирпич и/или бетон (его разновидности)» требуют применения специального оборудования, опалубки, термокамер. В то же время относительно несложные по конструктиву блоки возможно изготавливать на строительной площадке, что снижает затраты на доставку конструкций. У блоков заводского изготовления преимуществом является возможность предварительной отделки, что, в последствии, упрощает процесс работ на строительной площадке: блоки просто необходимо установить в проектное положение.

Важная особенность в конструкции блока — наличие закладных деталей и/или арматурного каркаса. Присутствие арматурного каркаса в составе изделия, особенно состоящего из нескольких слоев, влияет на общую целостность и надежность элемента, при этом увеличивает трудоемкость его изготовления и требует мер по предотвращению коррозии. Среди рассматриваемых моделей стеновых блоков арматурный каркас не предусмотрен. Наличие закладных деталей упрощает соединение элементов между собой — стыки с их применением более надежны.

К технологическим особенностям также относится применение специального оборудования для монтажа. Поскольку некоторые решения имеют достаточно сложную форму, стандартные строповочные приспособления, используемые, например, для бетонных блоков, не подойдут. Н.А. Черкасовым предлагалось применение грейферного или клещевидного захвата для монтажа крупных кирпичных блоков.

Определение факторов технологичности

Технологичность строительной продукции является относительным показателем, характеризующем меру приспособленности конкретной продукции к определенному способу ее производства [6].

Для отработки на технологичность конструкции стенового блока, необходимо проанализировать и оценить факторы (показатели), влияющие на конструкцию блока с точки зрения технологичности. Для оценки технологичности необходимо рассмотреть систему эксплуатационных показателей и показателей для трех основных этапов строительного производства — изготовления, транспортирования и монтажа [7].

Понятие технологичности складывается из следующих составляющих:

- конструктивная технологичность отвечает за типизацию изделий, материалоемкость, простоту изготовления и предварительную готовность поверхностей для чистовой отделки;
- транспортная технологичность включает в себя требования к массе и габаритам конструкций, транспортным средствам для погрузочных/разгрузочный операций и доставке на строительную площадку;
- монтажная технологичность является наиболее важной, поскольку рассматривает технико-экономические параметры (затрачиваемая трудоемкость при возведении и продолжительность строительства, стоимость выполняемых работ);
- эксплуатационная технологичность подразумевает требования к конструкциям во время эксплуатации здания: частота обслуживания, ремонта изделий; соответствие теплотехнических характеристик стены необходимым нормативным показателям комфортного проживания.

Для анализа приняты варианты стен (табл. 1) из блоков, наиболее удовлетворяющих общим требованиям, предъявляемым к материалам для возведения вертикальных ограждающих конструкций, а также однородные массивные конструкции стен, возводимые посредством каменной кладки и укладки бетона, для выявления возможности заимствования их свойств.

Таблица 1

Варианты конструкций стен для анализа

Вариант	Наименование	Материал
1	Кирпичная стена	керамический кирпич
2	Кирпичный блок Н.А. Черкасова	керамический кирпич
3	Строительный блок К.И. Мечковского	керамический кирпич, бетон
4	Блок К.А. Акопова	керамический кирпич, ячеистый бетон
5	Трехслойная стена	кирпич керамический, полистиролбетон, бетон

Конструктивная технологичность

Степень типизации

При проектировании блоков необходимо стремиться к типизации и унификации, максимально исключая нестандартные формы изделий. Для крупноблочного строительства благоприятно создание номенклатуры согласно разрезке стены: рядовые, надоконные, угловые и подоконные блоки. Создание альбома с типовыми решениями значительно упрощает как производственные аспекты, так и монтажные: не нужно переналаживать производство на заводе-изготовителе, арендовать машины для транспортировки другой грузоподъемности, заменять строповочные приспособления и изменять стыковые решения при монтаже.

Наименее благоприятные предпосылки для типизации элементов имеет строительный блок Мечковского, поскольку наличие железобетонной основы создает затруднения при проектировании блоков, используемых в участках стен с проемами. При этом требуется проработка вопроса по изготовлению нетиповых закладных деталей и стыковых решений.

Назначение

Данный фактор является неуправляемым — то есть на изменение его значения повлиять невозможно. Назначение блока определяется проектным решением, а именно –расположением стены и ее функционалом.

Возможны следующие варианты:

- несущая стена;
- самонесущая стена;
- навесная стена;
- перегородки.

Для анализируемых объектов наиболее применяемое назначение — в качестве материала для несущих и самонесущих стен. При этом кирпичный блок Черкасова (при регулировании толщины конструкции) и блок Акопова можно использовать для устройства перегородок, в то время как строительный блок Мечковского будет слишком массивным для таких целей. Элементы для навесной стены должны быть легкими, из представленных элементов данному требованию удовлетворяет лишь блок Акопова, что объясняется конструкционным слоем из ячеистого бетона низкой плотности.

Материалоемкость

Выбор материалов для возведения несущих конструкций малоэтажных жилых домов зависит от многих факторов: желание заказчика, возможность транспортировки необходимых компонентов до места производства и расположения района строительства. Для определения количества необходимых материалов на изготовление каждого варианта принимаются габариты, указанные авторами моделей блоков (табл. 2). Для варианта № 1 материалы рассчитываются на аналогичный фрагмент стены.

Таблица 2

Материалоемкость рассматриваемых конструкций

№	Объект	Габариты	Необходимое количество материала
1	Кирпичная стена	1165×665×640 мм	Кирпич керамический — 197 шт. ЦПР — 0,095 м^3
2	Кирпичный блок	1165×665×640 мм	Кирпич керамический — 196 шт. ЦПР — 0,094 м^3
3	Строительный блок	1165×665×640 мм (1165×70×640 мм — габариты ж/б основы)	Кирпич керамический — 178 шт. ЦПР — 0,083 м^3 Бетон — 0,05 м^3
4	Блок Акопова	1165×665×120 мм — габариты лицевого слоя 1165×665×150 мм — габариты внутреннего слоя	Кирпич керамический — 37 шт. ЦПР — 0,017 м^3 Ячеистый бетон — 0,12 м^3
5	Трехслойная стена	1165×665×120 мм — габариты лицевого слоя 1165×665×150 мм — теплоизоляционный слой 1165×665×120 мм — несущий слой	Кирпич керамический — 37 шт. ЦПР — 0,017 м^3 Полистиролбетон — 0,12 м^3 Бетон — 0,09 м^3

Требования к отделке

При проектировании изделий необходимо ориентироваться на то, чтобы на строительную площадку их доставляли максимально завершенными, т. е. степень их готовности соответствовала эксплуатационным требованиям. Предварительная отделка поверхностей должна соответствовать эстетическим качествам готовых стеновых конструкций. Оценить этот критерий можно качественно, в зависимости от того предусмотрен ли выпуск изделий уже с проработанными наружными и внутренними поверхностями. В противном случае понижается технологичность конструкции.

Оценка транспортной технологичности

При проектировании стенового блока необходимо руководствоваться требованиями к транспортной технологичности, включающей в т. ч. складирование материалов. Основными оцениваемыми параметрами блока являются масса и габариты. Эти количественные характеристики должны соответствовать ГОСТ 33987-2016, поскольку перевозка грузов с размерами, которые превышают установленные нормы, влечет за собой появление дополнительных затрат, определяющихся в частном порядке.

Грузоподъемность транспортных средств является ведущим критерием, определяющим транспортную технологичность изделия. Степень использования машин и механизмов зависит от соответствия их технических характеристик габаритам и массе рассматриваемых изделий [9].

Для оценки данного критерия необходимо рассчитать массу 1 изделия.

Механизмы для погрузочных/разгрузочных работ

Важно обеспечить сохранность блоков при их перемещении. Задача становится сложнее, если изделие изготовлено с предварительно подготовленными поверхностями. Необходимо предусмотреть исключение возможного повреждения и падения блока при погрузочных и разгрузочных работах, а также надежное расположение на транспортной машине.

Оценить изделия по рассматриваемому критерию возможно качественно, в зависимости от того требуется ли использование специального оборудования — строповочных приспособлений. Предполагается, что подъем блоков будет осуществлен с использованием стрелы манипулятора. Следовательно, задача ограничивается в подборе и оценке строповочных приспособлений для каждого из изделий.

Для кирпичного блока Черкасова предполагается использование клещевого захвата: наличие двух пар клещевин, жестко связанных между собой с помощью продольного вала, позволяет обеспечивать устойчивость захвата и более равномерное распределение усилий. Клещевой захват не является универсальным подъемным устройством, а необходимость его использования снижает транспортную технологичность анализируемого объекта. Для строительного блока Мечковского использование специализированного оборудования не требуется в силу конструктивных особенностей (наличие железобетонной основы создает опору для основного массива каменной кладки), поэтому блок обвязывают чалками и поднимают при помощи двухветвевых стропов. В то же время стеновой блок Акопова имеет закладные детали, достаточные для того, чтобы закрепить двух-ветвевой строп, а небольшая масса изделия сокращает затраты на погрузочно-разгрузочные работы.

Для оценки данного фактора технологичности необходимо рассматривать следующие способы погрузки блоков: использование универсальных строповочных приспособлений с простым креплением; более сложная строповка изделия с увеличением количества операций такелажника; применение специализированных грузозахватных приспособлений.

Монтажная технологичность

Технологичность изделий определяют возможностью их монтажа в конкретных условиях с наименьшими трудовыми и машинными затратами с учетом возможного сокращения продолжительности операций. Влияние на эти показатели оказывают количество монтируемых элементов, их масса и габариты. Этим же определяется состав и квалификация рабочих на строительной площадке, необходимый инвентарь и монтажные средства.

Трудоемкость является одним из ключевых показателей, по которым оценивается общая технологичность изделия [10]. По количественным значениям, полученным в ходе расчетов калькуляции затрат труда и машинного времени для исследуемых объектов, можно говорить о выборке наилучших предпосылок для улучшения модели стенового блока. Как правило, монтаж конструкций состоит из следующих операций: строповка, подъем изделия с места складирования, перемещение, наводка, ориентирование относительно проектных отметок, установка в проектное положение, выверка, временное крепление, расстроповка, окончательное закрепление, демонтаж средств временного крепления, заделка стыков и швов [11]. В соответствии с нормативными показателями затрат труда и машинного времени производится расчет калькуляции затрат труда и машинного времени в соответствии с выбранной технологией производства работ по возведению стен. На основе полученных количественных значений трудозатрат определяется наиболее оптимальная технология устройства стен здания.

Монтажные приспособления и инструменты

Вопрос, касающийся использования монтажных приспособлений и инструментов, косвенно поднимался при оценке транспортной технологичности. Выбор того или иного приспособления отражается на качестве и продолжительности производства работ.

Монтажные инструменты можно распределить в зависимости от их назначения: грузоподъемные, для временного закрепления и выверки конструкций; для организации рабочего места. Данный фактор технологичности следует оценивать в связке с соответствующим фактором транспортной технологичности. При его оценке следует ориентироваться на одинаковость необходимого инвентаря для погрузки и монтажа стенового блока. Чем меньше приспособлений и инструментов необходимо для монтажа изделия, тем технологичность данной конструкции выше.

Соединение сборных элементов

По способу выполнения стыки бывают нескольких видов: сухие, замоноличенные и смешанные; открытые и закрытые. Сухие стыки являются наиболее простыми, но применяются в основном для соединения металлических элементов между собой. Замоноличенные стыки требуют дополнительных операций, увеличивающих продолжительность строительства: установка опалубки, выдерживание бетонной смеси до набора необходимой прочности.

Смешанное выполнение стыков отличается большей сложностью, поскольку сначала требуется сварить детали элементов между собой, а потом забетонировать это соединение. Закрытый стык предусматривает в своем составе наличие герметизирующей прокладки и вставку теплоизоляционного материала; внутреннюю полость замоноличивают раствором. Данный вид соединения конструкций прост в обслуживании, однако не обеспечивает полного водоотведения, что приводит к наиболее частым дефектам, связанным с накоплением конденсата в виде протечек, образованию плесени и сырости.

В открытый стык, напротив, закладываются водоотводящие устройства, т. е. конструкция предусматривает не герметизацию от влаги, а полный ее отвод. Но отсутствие вставок утеплителя создает теплотехническую неоднородность стены: стыки продуваются, промерзают.

Оценить стыковые соединения можно качественно, опираясь на основные показатели: сложность устройства соединения, его надежность и ремонтопригодность.

Оценка эксплуатационной технологичности

Теплопроводность возведенной конструкции зависит от двух ключевых факторов: используемого в составе блоков материала и однородности стены. Требования к теплопроводности стеновых блоков также определяют габариты и массивность готового изделия, что, в свою очередь, имеет прямое влияние на общую технологичность.

Выводы и заключение

Применение многослойных кирпичных блоков заводского изготовления повышает скорость возведения малоэтажных зданий при этом сохраняются качества каменной кладки. Однако для обоснования их массового использования в современном строительстве требуется доказательная база подтверждающая их эффективность по сравнению с традиционными устоявшимися технологическими решениями возведения каменных стен. Такой доказательной базой может послужить исследование технологичности устройства данных конструкций в соотношении со стандартными кладочными работами и конструкциями аналогами. Приведенное в статье исследование факторов технологичности кирпичных блоков позволяет применить разработанную ранее методику отработки на технологичность [12] строительных конструкций для создания новых перспективных моделей в области многослойных кирпичных блоков и дальнейшего внедрения данной технологии в строительство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гасилов, В.В. Оценка экономической эффективности малоэтажного строительства в Воронежской области / В.В. Гасилов, М.Г. Кулакова // Экономика в инвестиционно-строительном комплексе и ЖКХ. — 2019. — № 1(16). — С. 6–9. — EDN BZWPWZ.
2. Лапидус А.А. Повышение показателя качества малоэтажного строительства за счет оптимизации опалубочных работ в условиях Республики Бурунди / А.А. Лапидус, Н. Ив // Наука и бизнес: пути развития. — 2019. — № 6(96). — С. 57–60. — EDN UOAPAH.
3. Скворцова Я.В. Совершенствование процессов производства и организации работ в малоэтажном жилищном строительстве / Я.В. Скворцова, О.А. Безруких // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. — 2022. — Т. 12, № 3(42). — С. 374–383. — DOI 10.21285/2227-2917-2022-3-374-383. — EDN LJTAXO.
4. Лебедев В.М. Определение технологичности проектов строительства и реконструкции объектов / В.М. Лебедев, И.А. Ломтев // Вестник Белгородского государственного технологического университета имени В.Г. Шухова. — 2017. — № 11. — С. 80–83. — DOI 10.12737/article_5a001ab5b736a5.52602351. — EDN ZUJXQB.
5. Черкасов Н.А. Каменные и обливочные работы // Изд.: Госстройиздат УССР — Киев. 1961 г. — 367 с.
6. Полтавцев С.И., Монфред Ю.Б., Волга В.С. Технологичность жилых зданий. — М.: Стройиздат, 1992 г. — 336 с.

7. Гайдуков П.В. Структура комплексной технологичности несъемной опалубки перекрытий / П.В. Гайдуков, Е.М. Пугач // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14, № 1. — EDN ERGZSV.

8. Игтисамов Р.С. К вопросу о типизации объектов малоэтажной застройки и направлениях развития строительства малоэтажных жилых зданий / Р.С. Игтисамов // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. — 2009. — № 1(11). — С. 313–317. — EDN KVIVFT.

9. Курбонов Н.С. Производства строительно-монтажных работ с помощью автомобильного крана / Н.С. Курбонов, Д.Х. Факиров, А.Н. Курбонов // Вестник Бохтарского государственного университета имени Носира Хусрава. Серия естественных наук. — 2016. — № 2-4(42). — С. 41–48. — EDN YAAMNN.

10. Грахов В.П. Методика оценки уровня технологичности модульных зданий / В.П. Грахов, Ю.А. Толкачев // ЦИТИСЭ. — 2023. — № 4(38). — С. 200–208. — DOI 10.15350/2409-7616.2023.4.19. — EDN DNVCXB.

11. Жадановский Б.В. Организационно-технологические приемы монтажа перемычек и подоконных досок в оконных проемах кирпичных стен / Б.В. Жадановский, Л.А. Пахомова // Инженерный вестник Дона. — 2021. — № 3(75). — С. 254–270. — EDN YQYULD.

12. Гайдуков П.В. Разработка методики оценки комплексной технологичности несъемной опалубки перекрытий в различных условиях строительства / П.В. Гайдуков, Е.М. Пугач // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15, № 2. — EDN TMZKBS.

Gaidukov Pavel Vladimirovich
National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: Gaidukov.p.v@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=951399

Pugach Evgeniy Mihailovich
National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia
E-mail: Tsp-tvz@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2832-1941
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=416367

Assessment of the manufacturability of multilayer brick blocks

Abstract. This article discusses the manufacturability of using factory-made multilayer brick blocks, which made of homogeneous materials, layered blocks, blocks with effective insulation and hollow walls for low-rise buildings. The analysis and comparison of existing solutions are carried out. To systematize wall block elements according to key parameters and main characteristics of products, a classification is given, and the following are highlighted: function — purpose, where the type of walls are considered — bearing and partitions, the location of blocks — ordinary, corner, window sill and over-window; structural features — the materials used, the presence of pre-finishing, voids, insulation, embedded parts and reinforcement frame; technological features — the need for special mounting equipment, the possibility of manufacturing the structure on site, special requirements for transportation and joints. To analyze the effectiveness of the use of blocks for the purpose of subsequent variant system engineering study of technical and economic indicators, the factors of manufacturability are determined and considered. To solve the problem of assessing manufacturability, a system of operational indicators and indicators for three main stages of construction production — manufacturing, transportation and installation is considered. The following factors have been identified and considered as determining factors of transport, installation, production and operational manufacturability: degree of typification, purpose, material consumption, finishing requirements, load capacity of vehicles, mounting devices, labor intensity, joint arrangement and thermal characteristics. The study of the factors of manufacturability of brick blocks given in the article allows us to apply the existing methodology of testing the manufacturability of building structures to create new promising models in the field of multilayer brick blocks and further implementation of this technology in construction.

Keywords: low-rise construction; multilayer brick blocks; manufacturability in construction; multilayer enclosing structures; assessment of manufacturability; factors of manufacturability; comparative analysis of structures