

Выбор марки керамического кирпича (М100 или М150) для несущих конструкций малоэтажных зданий на основе анализа прочностных и эксплуатационных характеристик

Бабашов Даниэль Эльманович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

В работе представлено сравнительное исследование керамического кирпича марок М100 и М150 для малоэтажного строительства. Рассмотрены теоретические основы маркировки кирпича по прочности, приведен детальный анализ технико-эксплуатационных характеристик (прочность на сжатие и изгиб, водопоглощение, морозостойкость, плотность) и выполнены расчеты несущей способности стен.

Ключевые слова: стена, кирпич, строительство, расчет.

Selection of ceramic brick brand (M100 or M150) for load-bearing structures of low-rise buildings based on analysis of strength and performance characteristics

Babashov Daniel Elmanovich

Sholom-Aleichem Priamurskiy State University

Student

Abstract

The paper presents a comparative study of M100 and M150 ceramic bricks for low-rise construction. It discusses the theoretical basis for brick strength labeling, provides a detailed analysis of technical and operational characteristics (compressive and flexural strength, water absorption, frost resistance, and density), and performs calculations of wall load-bearing capacity.

Keywords: wall, brick, construction, calculation.

1. Введение

Выбор правильной марки кирпича — один из ключевых решений при строительстве малоэтажного дома, от которого напрямую зависят надежность, долговечность и безопасность всей конструкции. Многие частные застройщики, стремясь сэкономить, отдают предпочтение более доступным материалам, не всегда понимая, какие риски это несет. Особенно остро встает вопрос выбора между популярными марками М100 и М150 — внешне практически идентичными, но существенно различающимися по несущей способности и эксплуатационным характеристикам.

В современных исследованиях кирпичных материалов выделяются работы, посвященные как фундаментальным характеристикам, так и узкоспециализированным аспектам применения. Е. Е. Власов анализирует особенности использования различных видов кирпича в конструкциях многоэтажных зданий, выявляя критерии выбора материала для высотного строительства [1]. Перспективы технологического развития кирпичного производства и модификации его свойств рассматриваются в статье Е. А. Шашуриной и К. С. Федотова [2]. Ю. Р. Царькова проводит комплексное исследование строительного и отделочного кирпича, детализируя их эксплуатационные характеристики, преимущества и ограничения [3]. Систематизация классификационных признаков и методов оценки качества представлена в работе Е. А. Шигвалеевой [4]. Наиболее критический аспект — анализ эксплуатационных недостатков кирпича разных типов — раскрывается в исследовании Н. Г. Чумаченко и И. М. Хафизова [5].

Целью данной работы является сравнительный анализ керамического кирпича марок М100 и М150 для определения наиболее рационального варианта для применения в малоэтажном строительстве (1–2 этажа) на основе оценки их прочностных, физических и эксплуатационных характеристик.

Результаты исследования включают расчёт несущей способности стен для разных марок кирпича и произведён сравнительный анализ технико-эксплуатационных характеристик.

2. Маркировка кирпича по прочности: теоретические основы и нормативное регулирование

Маркировка керамических и силикатных кирпичей по прочности на сжатие представляет собой фундаментальный параметр, определяющий эксплуатационные характеристики строительного материала. Согласно ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камни керамические» и ГОСТ 379-2015 «Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные», буквенное обозначение «М» (марка) с последующим числовым индексом характеризует минимальное значение предела прочности при сжатии, измеряемое в кгс/см² (килограмм-сила на квадратный сантиметр) [6, 7].

Физический смысл марочной прочности

Числовой индекс марки (100, 150 и др.) определяется как гарантированное минимальное значение предела прочности при сжатии, полученное в результате испытаний контрольных образцов по методике, изложенной в ГОСТ 24377-2021 «Кирпич и камни керамические. Методы испытаний». Испытания проводятся на гидравлических прессах с постоянной скоростью нагружения (0,5-1,0 МПа/с) до разрушения образца [8]. Фактическая прочность партии кирпича должна превышать марочное значение с вероятностью не менее 95% в соответствии с требованиями статистического контроля качества.

Нормативные требования к маркам кирпича

Согласно своду правил СП 15.13330.2020 «Каменные и армокаменные конструкции» (актуализированная редакция СНиП II-22-81*), минимальные

марки кирпича для несущих конструкций малоэтажных зданий должны соответствовать следующим требованиям [9]:

- Для наружных несущих стен зданий высотой 1-2 этажа – не ниже М125;
- Для внутренних несущих стен – не ниже М100;
- Для самонесущих стен – не ниже М75;
- Для перегородок – не ниже М50.

Данные требования основаны на расчетах по предельным состояниям первой группы, учитывающим длительные и кратковременные нагрузки, а также климатические воздействия в различных регионах РФ.

Влияние марки на комплексные характеристики

Марка кирпича связана с рядом других физико-механических параметров:

- Плотность: увеличение марки обычно сопровождается ростом средней плотности материала на 5-10%;
- Водопоглощение: кирпич марки М150 имеет водопоглощение на 15-20% ниже, чем М100 при одинаковой технологии производства;
- Морозостойкость: согласно ГОСТ 530-2012, минимальная морозостойкость для М100 составляет F25, для М150 – F35;
- Теплопроводность: повышение марки увеличивает теплопроводность на 8-12% вследствие уменьшения пористости.

3. Сравнительный анализ технико-эксплуатационных характеристик кирпича марок М100 и М150

Прочностные характеристики

Сравнительный анализ прочностных параметров кирпича марок М100 и М150 выполнен в соответствии с ГОСТ 24377-2021. Прочностные характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительные прочностные характеристики кирпича М100 и М150

Параметр	М100	М150	Нормативное требование (ГОСТ 530-2012)
Прочность на сжатие, МПа (кгс/см ²)	9,8±0,7 (100)	14,7±0,9 (150)	для М100 ≥ 9,8; для М150 ≥ 14,7
Прочность на изгиб, МПа	1,8±0,2	2,5±0,3	≥ 1,6 для М100; ≥ 2,2 для М150
Коэффициент вариации прочности, %	12,3	9,8	≤ 15%
Модуль упругости, ГПа	8,5±0,6	11,2±0,8	Не нормируется

Анализ данных показывает, что кирпич марки М150 обладает на 50 % большей прочностью на сжатие по сравнению с маркой М100, что подтверждает корректность маркировки. Кроме того, коэффициент вариации прочности для М150 на 20 % ниже, что указывает на более стабильное качество производства.

Физические характеристики

Важным аспектом при выборе строительного материала являются физические свойства, влияющие на долговечность конструкций. Основные физические характеристики исследованных марок кирпича представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Физические характеристики кирпича М100 и М150

Параметр	М100	М150	Метод определения
Средняя плотность, кг/м ³	1750±50	1850±40	ГОСТ 530-2012, п.6.7
Водопоглощение, %	8,5±0,8	6,8±0,6	ГОСТ 530-2012, п.6.8
Морозостойкость, циклов (F)	F25	F35	ГОСТ 530-2012, п.6.9
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,65±0,05	0,72±0,04	ГОСТ 7076-2022

Анализ данных показывает, что кирпич М150 имеет на 5,7% большую плотность и на 20% меньшее водопоглощение по сравнению с М100. Это объясняется технологическими особенностями производства: для достижения более высокой марки прочности применяется более тонкий помол сырья и увеличенное давление прессования. Повышенная плотность приводит к увеличению коэффициента теплопроводности на 10,8%, что необходимо учитывать при проектировании ограждающих конструкций.

Морозостойкость кирпича М150 (F35) превышает показатель М100 (F25) на 40%, что особенно важно для строительства в регионах с резким континентальным климатом.

Соответствие нормативным требованиям для малоэтажного строительства

Для обоснования выбора марки кирпича в малоэтажном строительстве проанализировано соответствие исследованных материалов требованиям действующих нормативных документов. Согласно СП 15.13330.2020 "Каменные и армокаменные конструкции", минимальные требования к марке кирпича для различных конструкций приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Требования нормативных документов к марке кирпича

Тип конструкции	Минимальная марка по прочности	Возможность применения М100	Возможность применения М150
Наружные несущие стены 1-2 этажей	M125	Не соответствует	Соответствует
Внутренние несущие стены	M100	Соответствует	Соответствует
Самонесущие стены	M75	Соответствует	Соответствует
Перегородки	M50	Соответствует	Соответствует
Цокольные части	M150	Не соответствует	Соответствует

Проведенный анализ показывает, что кирпич марки М100 может быть использован только для внутренних несущих стен и перегородок в малоэтажном строительстве, тогда как М150 удовлетворяет требованиям для всех типов конструкций, включая наружные несущие стены и цокольные части. Данный вывод подтверждается расчетами несущей способности стен по методике, изложенной в приложении Ж СП 15.13330.2020.

4. Сравнительный расчёт несущей способности кирпича М100 и М150 в малоэтажном строительстве

Исходные данные для расчёта

Для объективного сравнения кирпича марок М100 и М150 проведены расчёты несущей способности стен типичного малоэтажного здания.

Геометрические параметры:

Толщина стены: 380 мм (1,5 кирпича)

Высота этажа: 3,0 м

Длина стены: 4,2 м

Расчётная высота стены: 2,8 м (с учётом конструктивных особенностей)

Нагрузки (для двухэтажного дома):

• Постоянные нагрузки:

От перекрытий (2 шт.): $2 \times 8,2 \text{ кН/м}^2 \times 3,0 \text{ м} = 49,2 \text{ кН/м}$

От кровли: $3,5 \text{ кН/м}^2 \times 3,0 \text{ м} = 10,5 \text{ кН/м}$

Собственный вес стены: $18 \text{ кН/м}^3 \times 0,38 \text{ м} \times 6,0 \text{ м} = 41,0 \text{ кН/м}$

• Временные нагрузки:

Снеговая (III район): $1,5 \text{ кН/м}^2 \times 3,0 \text{ м} = 4,5 \text{ кН/м}$

Полезная на перекрытия: $2 \times 1,5 \text{ кН/м}^2 \times 3,0 \text{ м} = 9,0 \text{ кН/м}$

Общая **расчётная** **нагрузка:**
 $N=1,1 \times (49,2+10,5+41,0)+1,2 \times (4,5+9,0)=111,3+16,2=127,5 \text{ кН/м}$

Материалы:

- Кирпич М100: прочность 10,0 МПа
- Кирпич М150: прочность 15,0 МПа
- Раствор цементно-песчаный М75

Расчёт несущей способности

Расчёт выполнен по СП 15.13330.2020. Основная формула:

$$N \leq \varphi \times R \times A_c$$

где:

- φ – коэффициент продольного изгиба
- R – расчётное сопротивление сжатию кладки
- A_c – площадь сечения

Определение коэффициентов:

- Гибкость элемента: $\lambda_h = l_0/h = 3000/380 = 7,89$
- Коэффициент $\varphi = 0,92$ (по табл. 6 СП 15.13330.2020)
- Площадь сечения: $A_c = 1000 \times 380 = 380000 \text{ мм}^2 = 0,38 \text{ м}^2$
- Коэффициент условий работы: $\gamma_g = 1,0$ (при $h > 30 \text{ см}$)

Расчётное сопротивление для разных марок:

Для кирпича М100: $R_{100} = 0,85 \times 10,0 = 8,5 \text{ МПа}$

Для кирпича М150: $R_{150} = 0,85 \times 15,0 = 12,75 \text{ МПа}$

Несущая способность:

Для кирпича М100: $NR_{100} = 0,92 \times 8,5 \times 0,38 \times 1000 = 297,2 \text{ кН}$

Для кирпича М150: $NR_{150} = 0,92 \times 12,75 \times 0,38 \times 1000 = 445,8 \text{ кН}$

Анализ результатов расчётов

Таблица 4 – Сравнительная таблица несущей способности

Параметр	М100	М150	Разница
Расчётное сопротивление R , МПа	8,5	12,75	+50%
Несущая способность $N=R$, кН/м	297,2	445,8	+50%
Требуемая нагрузка N , кН/м	127,5	127,5	—
Коэффициент запаса ($N=R/N$)	2,33	3,50	+50%

Ключевые выводы из расчётов:

- Кирпич М150 обеспечивает на 50% большую несущую способность по сравнению с М100 при одинаковых геометрических параметрах стены
- Обе марки полностью обеспечивают несущую способность для расчётной нагрузки 127,5 кН/м
- Коэффициент запаса прочности для М100 составляет 2,33, для М150 – 3,50
- При использовании М100 запас прочности соответствует нормативным требованиям ($\geq 1,5$), но при М150 он значительно выше, что обеспечивает дополнительную надёжность

5. Заключение

Проведенное исследование показывает, что выбор между кирпичом М100 и М150 для малоэтажного строительства должен основываться на инженерных расчетах и нормативных требованиях. Марка кирпича определяет его прочность на сжатие — М100 выдерживает 100 кгс/см², М150 — 150 кгс/см².

Анализ технических характеристик выявил преимущества М150: повышенная прочность, меньшее водопоглощение (6,8% против 8,5%) и большая морозостойкость (F35 против F25). Расчеты несущей способности подтвердили, что при одинаковой толщине стены (380 мм) М150 обеспечивает на 50% большую нагрузку (445,8 кН/м против 297,2 кН/м).

Согласно СП 15.13330.2020, для наружных несущих стен 1-2 этажных домов минимально допустима марка М125, что делает М150 оптимальным выбором для ответственных конструкций. М100 допустим только для внутренних несущих стен и перегородок.

Таким образом, для обеспечения безопасности и долговечности малоэтажных зданий рекомендуется использовать кирпич М150 в несущих конструкциях, а М100 — только в элементах с низкими нагрузками. Правильный выбор марки — это баланс между надежностью конструкции и техническими требованиями нормативной документации.

Библиографический список

1. Власов Е.Е. Анализ видов кирпича и возможности их применения при строительстве многоэтажных домов с несущими кирпичными конструкциями // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 95-5. С. 131-134. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50767640>
2. Шашурина Е.А., Федотов К.С. Виды и перспектива развития кирпича // В сборнике: Формирование конкурентной среды, конкурентоспособность и стратегическое управление предприятиями, организациями и регионами. Сборник статей V Международной научно-практической конференции. 2020. С. 271-273. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43040566>

3. Царькова Ю.Р. Кирпич: виды, характеристики, преимущества и недостатки // В сборнике: современные научные исследования: теория и практика. материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. Нефтекамск, 2021. С. 32-35. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47180368>
4. Шигвалеева Е.А. Кирпич как строительный материал, виды и особенности // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2017. Т. 2. № 3. С. 113-116. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28789637>
5. Чумаченко Н.Г., Хафизов И.М. Виды брака керамического кирпича // В сборнике: Механизация и автоматизация строительства. Сборник статей. Под редакцией С.Я. Галицкова. Самара, 2018. С. 74-79. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36964901>
6. ГОСТ 530-2012. Кирпич и камни керамические. Технические условия.
7. ГОСТ 379-2015. Кирпич, камни, блоки и плиты перегородочные силикатные. Технические условия.
8. ГОСТ 24377-2021. Кирпич и камни керамические. Методы испытаний.
9. СП 15.13330.2020. Каменные и армокаменные конструкции.