

Министерство просвещения Российской Федерации
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение "Лицей
№ 38"

VI Международный конкурс исследовательских работ школьников
"Research start" 2024/2025

Научно-исследовательский проект

**Научно-исследовательский проект "Исследование
современных строительных материалов"**

Выполнил: Кабаков Михаил Сергеевич

ученик 10 класса

Руководитель: Еделев Андрей Юрьевич

учитель физики

2025 год

Содержание

1. Введение	3
2. Теоретическая часть	5
3. Исследовательская часть	19
3.1 Определение плотности	19
3.2 Определение пористости	25
3.3 Определение водопоглощения	26
3.4 Определение коэффициента теплопроводности.....	27
3.5 Определение прочности при сжатии	28
3.6 Определение звукоизоляции	31
3.7 Определение цены за единицу объема материала	31
4. Подведение итогов исследований	34
5. Заключение.....	35
6. Список используемых источников	37

1.Введение.

В настоящее время в малоэтажном строительстве используется широкий спектр строительных материалов, которые позволяют создавать комфортные и функциональные жилые пространства. Эти материалы значительно различаются по своим характеристикам, что дает возможность учитывать множество факторов при выборе. Дом должен быть не только безопасным, но и уютным, теплым, защищенным от внешних звуков и выполненным с использованием современных технологий. На современном рынке представлен огромный выбор строительных материалов, что усложняет процесс выбора. Существует множество вариантов, таких как кирпич, бетон, дерево, газобетон, сэндвич-панели, керамогранит и другие. Каждый из этих материалов имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо учитывать при принятии решения. Чтобы возвести дом, следует учитывать некоторые важные факторы: долговечность, прочность, водостойкость, плотность, пористость, водопоглощение, теплопроводность и теплоизоляция, морозостойкость. И, конечно же, немаловажный фактор - стоимость материала. В связи с этим я решил изучить данный вопрос с научной точки зрения и провести самостоятельное исследование различных физических свойств строительных материалов.

Цель исследования:

Исследовать свойства строительных материалов.

Задачи исследования:

- Узнать информацию о тестируемых материалах.
- Провести исследование для определения их свойств.
- Структурировать и обобщить полученный результат.
- На основе проведенного исследования сделать вывод.

Объект проектной работы:

Тестируемые образцы строительных материалов

Предмет исследования:

Физические свойства этих строительных материалов.

Продукт проекта:

Наилучший строительный материал для возведения частных домов, выявленный в ходе исследовательской работы.

Гипотеза исследования:

Допустим, что вы планируете построить загородный частный дом. Первый вопрос, который возникает: какие материалы использовать? Из чего лучше строить дом?

2. Теоретическая часть

Некоторые теоретические сведения о физических свойствах строительных материалов:

- **Долговечность** – способность материала в течение определенного времени сохранять на допустимом уровне структурные параметры, сложившиеся в технологический период. О долговечности можно судить с момента критических изменений материала, до наступления потери упругости или иных нарушений. Чтобы определить, насколько материал долговечен и прочен, нужно подвергнуть его деформации, нагрузкам, химическому воздействию и т.д. Благодаря расчетному периоду времени материал покажет, насколько он долговечен, насколько первоначальная степень его качеств изменилась.
- **Прочность** — ключевой аспект, определяющий безопасность, надежность и долговечность зданий и сооружений. Она отражает способность материала сопротивляться внешним воздействиям, сохраняя при этом свою целостность и функциональные характеристики. Прочность материала играет важную роль в обеспечении устойчивости конструкций, их способности выдерживать нагрузки и воздействия окружающей среды, а также в предотвращении аварийных ситуаций. Прочность строительных материалов определяется их способностью противостоять различным механическим воздействиям. Основные виды таких воздействий включают сжатие, растяжение, изгиб и кручение. Материалы с высокой прочностью способны эффективно сопротивляться этим воздействиям, что делает их незаменимыми в строительстве.
- **Водостойкость** — это способность материала, конструкции или изделия сохранять свои эксплуатационные и физико-механические

характеристики, такие как внешний вид, прочность, эластичность, огнезащитная эффективность и другие, при воздействии воды. Это свойство особенно важно для строительных материалов, так как они часто подвергаются воздействию влаги. Уровень водостойкости материала определяется с помощью стандартных испытаний. Такие испытания позволяют оценить, насколько материал устойчив к проникновению воды и как он реагирует на её воздействие. Водостойкость материала оценивается по величине потери прочности при насыщении его водой. Чем меньше потеря прочности, тем более водостойким считается материал.

- **Плотность** — это физическая величина, которая отражает массу вещества, занимающего единицу объёма. Она является важным параметром для оценки свойств материалов, их прочности, теплопроводности и других характеристик, и также позволяет сравнивать материалы по их массе и объёму. Существуют два основных вида плотности: *истинная* и *средняя*.
- **Истинная плотность** — это масса единицы объёма материала в его абсолютно плотном состоянии. То есть это масса материала, лишённого всех пор, пустот, трещин и других неоднородностей. Истинная плотность показывает, сколько вещества содержится в единице объёма без учёта пустот.
- **Средняя плотность** — это масса единицы объёма материала в его естественном состоянии, то есть с учётом всех пор, пустот, трещин и прочих неоднородностей. Этот вид плотности более практичен для реальных условий, так как он отражает фактическую массу материала.
- **Пористостью** - степень заполнения общего объёма материала порами (отношение объёма пор к объёму образца). Пористость подразделяется на открытую, закрытую и общую пористости, от

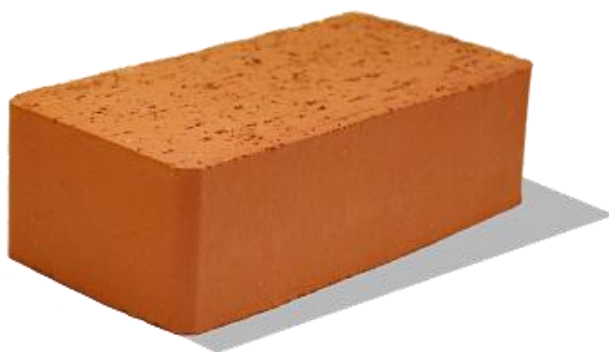
величины которых зависят водопоглощение, водо-, газо- и паропроницаемость строительных материалов. С пористостью связаны также такие свойства материалов как прочность, теплопроводность, морозостойкость, звукопроницаемость и др.

- **Водопоглощение** – свойство материала при непосредственном соприкосновении с водой впитывать и удерживать ее в своих порах. Его определяют путем полного насыщения водой предварительно высушенного образца. Вода заполняет мельчайшие поры и капилляры в материале, но так как часть из них все же оказывается недоступной для воды, а в порах заполняемых водой частично остается воздух, то по количеству воды, поглощаемой материалом, только приблизительно можно установить открытую пористость материалов. Водопоглощение важный показатель с точки зрения его эксплуатации. При насыщении материала водой снижается его прочность, увеличиваются средняя плотность, теплопроводность, наблюдаются коррозионные процессы.
- **Теплопроводность** – свойство, которым обладают все строительные материалы. Характеризуется способностью отдавать тепло от нагретого предмета более холодному. Чем быстрее и интенсивнее это происходит, тем холоднее сам материал, соответственно, и строение из него нуждается в более интенсивном обогреве. Этот коэффициент показывает способность передачи тепла материалом на определенное расстояние за единицу времени. Но показатель характеризует само вещество, не привязываясь к размерам изделия.
- **Морозостойкость** — это способность сохранять целостность и эксплуатационные характеристики при многократном воздействии циклов замораживания и оттаивания в условиях повышенной влажности. Основной механизм разрушения материалов при низких температурах связан с расширением воды, находящейся в порах

материала, при её замерзании. Морозостойкость определяется структурой материала: чем больше объём пор, доступных для проникновения воды, тем ниже морозостойкость.

При выборе материалов для строительства частного дома необходимо учитывать множество факторов акт. В данном сравнении я остановлюсь на четырех популярных материалах: керамический полнотелый кирпич, керамический блок, силикатный кирпич, газобетон. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, которые следует рассмотреть более подробно.

Керамический полнотелый кирпич — это один из самых распространенных строительных материалов, который использовался человечеством на протяжении тысячелетий. Его история начинается с древних цивилизаций, таких как Древний Египет, где были созданы первые модели кирпичей из глины и высушены на солнце. С изобретением печей и изысканной технологии обжига, керамический кирпич стал более прочным и долговечным. Сегодня он производится из глинистого сырья, которое обжигается при высоких температурах, что придает ему прочность и устойчивость к внешним воздействиям.



Кирпич обладает множеством преимуществ. Он отличается высокой устойчивостью к механическим нагрузкам и длительным сроком эксплуатации, что делает его надежным выбором для долговечных конструкций. Теплоизоляционные свойства кирпича поддерживают комфортный микроклимат в помещениях, а разнообразие цветов, текстур и

форм позволяет использовать его в самых разных архитектурных проектах. Производство кирпича из натуральных материалов гарантирует безопасность для здоровья и окружающей среды, что особенно важно в современном мире. Высокая плотность кирпича эффективно поглощает звуковые волны, обеспечивая хорошую звукоизоляцию.

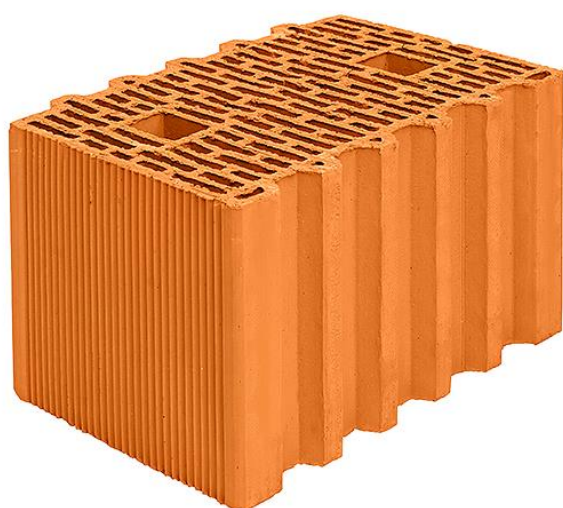


Однако использование кирпича требует прочного фундамента из-за его высокой плотности. Сравнительно высокая цена кирпича может стать препятствием для некоторых проектов, хотя его долговечность и энергоэффективность оправдывают затраты. Укладка кирпича требует профессиональных навыков и значительных временных затрат, что также следует учитывать. Для обеспечения требуемого уровня энергосбережения может потребоваться дополнительная теплоизоляция.

При использовании керамического кирпича важно учитывать климатические условия и специфику конструкции, так как правильный

выбор кирпича и раствора, а также соблюдение технологии укладки играют ключевую роль в долговечности и надежности здания.

Керамический блок — это крупноформатное, пустотелое изделие, используемое в кладочных работах. Высокотехнологичный строительный материал, представляющий собой замену пустотелому кирпичу, получаемый способом формования и обжига глины. Керамические блоки изготавливаются из красной или белой глины, которая обжигается при высоких температурах, что придаёт ему прочность и устойчивость к воздействиям внешней среды. А также могут включать различные добавки, для улучшения свойств материала. Керамические блоки могут иметь разные отверстия и пустоты, что способствует снижению веса и увеличению теплоизоляции. Керамические блоки были изобретены в 20 веке как альтернатива традиционным кирпичам. Первоначально они находились в эксплуатации в Европе, где технологии производства и формования статически улучшались. В отличие от обычных кирпичей, керамические блоки часто имеют более крупные размеры и специальные пазы, что упрощает их укладку и повышает качество теплоизоляции.



Преимущества керамических блоков:

- Снижение затрат на отопление благодаря хорошим теплоизоляционным свойствам.
- Высокая огнестойкость и способность выдерживать высокие температуры.
- Устойчивость к влаге и коррозии, что обеспечивает долговечность материала.
- Изготовление из природных материалов без вредных веществ, что делает их экологически чистыми.

Недостатки керамических блоков:

- Требуют специальной техники для транспортировки и укладки, что может увеличить затраты на строительство.
- Стоимость керамических блоков может быть выше, чем у других материалов.
- Подверженность сколам и трещинам, что может потребовать дополнительной обработки или изоляции для улучшения прочности и теплоизоляции.

В последние годы наблюдается рост популярности этого материала в связи с увеличением интереса к экологически чистым строительным технологиям и рекомендациями по энергосбережению.



Силикатный кирпич, в отличие от традиционного керамического, имеет основу из извести и кварцевого песка. В процессе его производства происходит химическая реакция между известью и углекислым газом с образованием кальций-силиката. Этот материал обладает светлым цветом, гладкой поверхностью и широким спектром размеров, что делает его универсальным для кладки стен и отделочных работ.

История силикатного кирпича началась в начале XX века, когда возникла потребность в строительных материалах с улучшенными теплоизоляционными и огнестойкими свойствами. Производство включает смешивание песка с известью и водой, а также последующую обработку под высоким давлением и температурой, что обеспечивает прочность и долговечность материала.



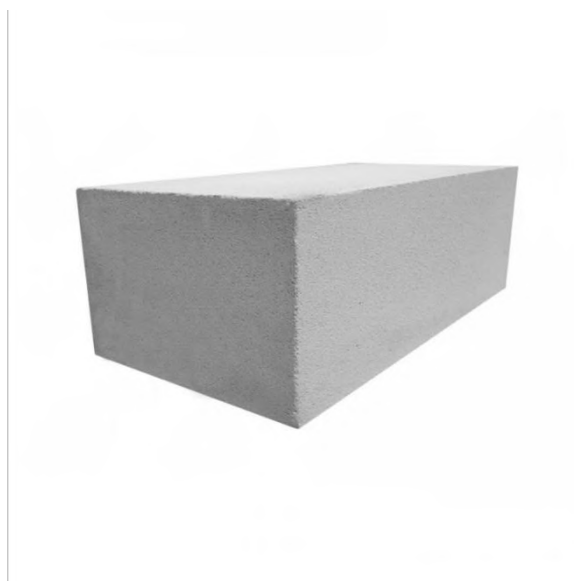
Силикатный кирпич, созданный из природных компонентов — песка и извести, обладает рядом неоспоримых достоинств: экологичностью, высокой прочностью, отличными тепло- и звукоизоляционными свойствами, а также пожарной безопасностью.

Однако у этого материала есть и недостатки: он гигроскопичен, что может привести к повреждениям в условиях повышенной влажности, и имеет значительный вес, усложняя процессы транспортировки и укладки.

Несмотря на эти особенности, силикатный кирпич ценится за свою долговечность и надежность, что делает его популярным выбором для строительства.



Газобетон — это легкий строительный материал, который представляет собой бетон с добавлением газообразующего агента, чаще всего алюминиевой пудры. Он отличается от обычного бетона тем, что в его структуре имеются многочисленные мелкие воздушные поры, что снижает его плотность и теплопроводность. Газобетон был впервые изобретен в начале XX века в Швеции. В 1929 году инженер Бертиль Эдлин предложил технологию его производства, что позволило значительно повысить легкость и теплоизоляционные свойства строительных конструкций. С тех пор газобетон стал популярным во многих странах, в том числе и в России, где его начали активно использовать в строительстве в 90-х годах XX века.



Газобетон строительный материал с множеством преимуществ: он легкий, что упрощает транспортировку и укладку; обладает отличной теплоизоляцией и звукоизоляцией, подходит для жилых и коммерческих зданий; пожаростойкий, выдерживает высокие температуры; возводится быстро, что сокращает сроки строительства; экологичен, безопасен для здоровья и окружающей среды; легко режется и обрабатывается.

Однако у газобетона есть и недостатки: он влагоемкий, что может ухудшать теплоизоляцию и способствовать появлению плесени; имеет низкую прочность на сжатие, требующую осторожности в проектировании; чувствителен к механическим воздействиям, что требует аккуратности в строительстве и эксплуатации; нуждается в надежной защите от осадков.



Газобетон отлично подходит для строительства жилых и коммерческих зданий, особенно в тех случаях, когда важна энергоэффективность и скорость возведения, однако стоит учитывать, что материал требует дополнительной защиты от влаги и воздействия внешних факторов, поэтому в некоторых случаях может потребоваться применение специальной отделки.

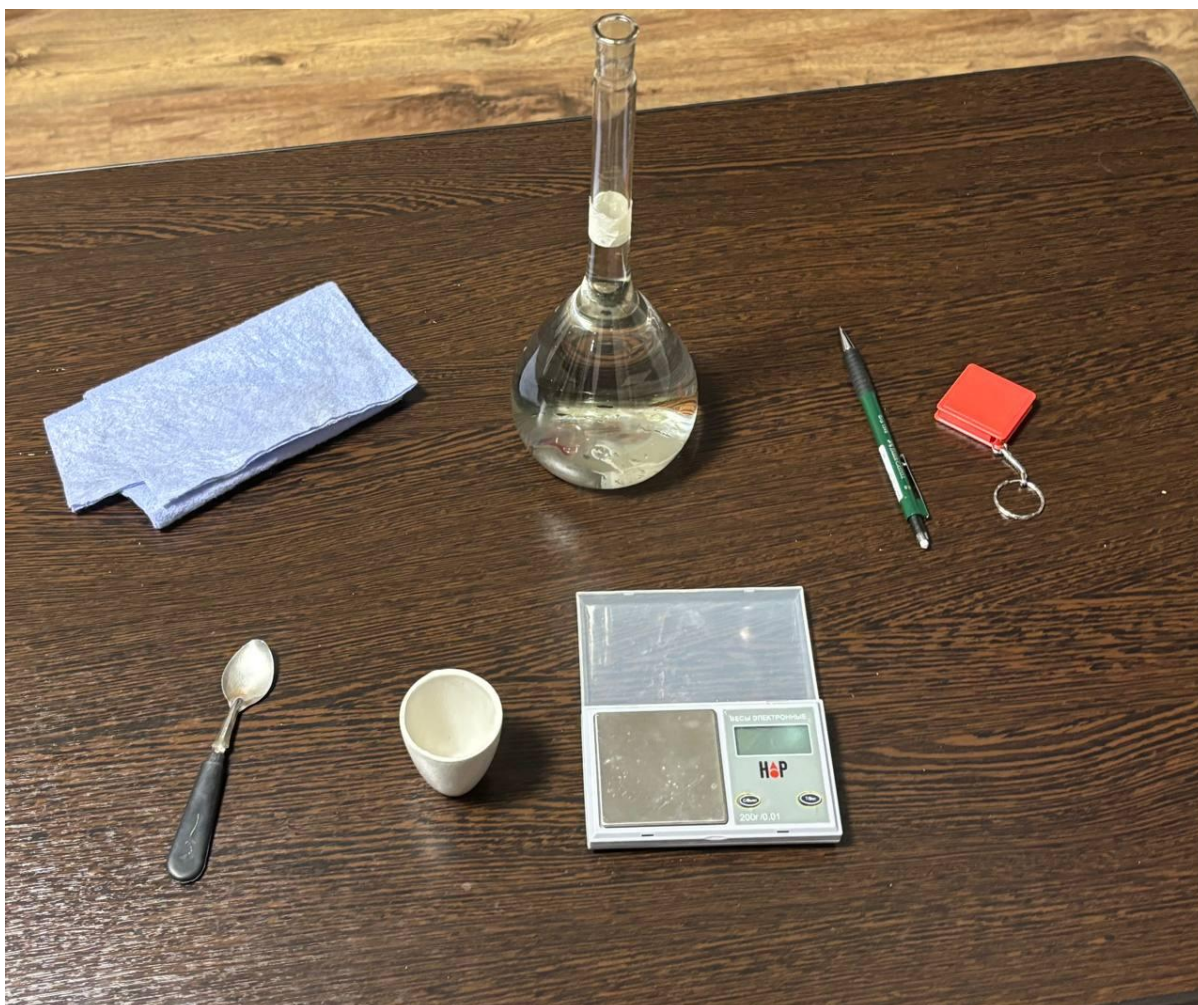
3. Исследовательская часть

3.1. Определение плотности.

Существуют два основных вида плотности: *истинная* и *средняя*.

Для определения *истинной* плотности, нами был проведен ряд исследований. Сначала мы берем пробу тонкоразмолотого образца, помещаем в стаканчик и взвешиваем на технических весах.





Далее в объемомер наливаем воду до нижней риски, нанесённой до расширения на горле колбы. Затем порошок кирпича из взвешенного стакана осторожно пересыпаем в объемомер. Объем засыпанного порошка равен объему поднятой воды от нижней риски. Зная диаметр колбы и длину, на которую поднялась вода можно высчитать объем порошка по формуле:

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \Delta l.$$

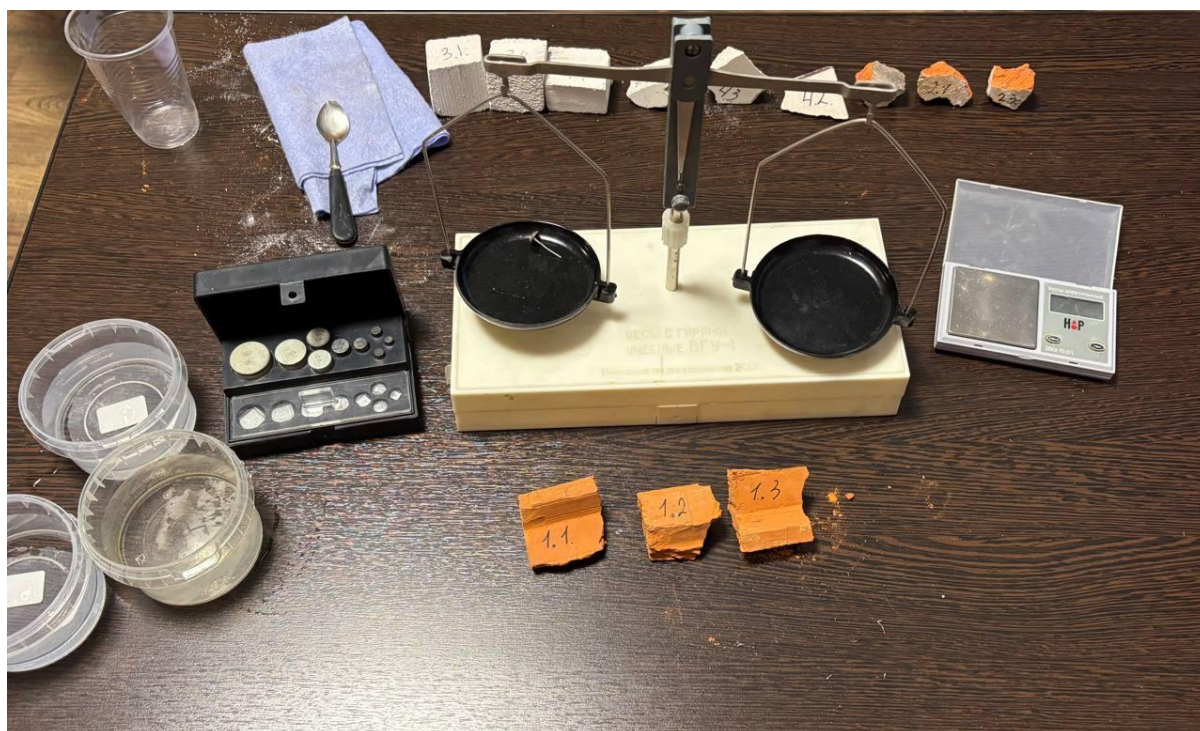
После этого находим плотность по формуле: $\rho = \frac{m}{V}$.

Результаты исследования вы можете увидеть в этой таблице:

Истинная плотность					
Название кирпича	Масса: m , г	Диаметр: d , см	Длина: Δl , см	Объем: V , см ³	Плотность: ρ , $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
1)Керамический полнотелый кирпич	20,00	1,90	3,80	10,77	1,86
2)Керамический полнотелый кирпич	20,00	1,90	3,90	11,05	1,81
3)Керамический полнотелый кирпич	20,00	1,90	3,70	10,63	1,88
Среднее	20,00	1,90	3,80	10,82	1,85
1)Керамический блок	20,00	1,90	4,05	11,48	1,74
2)Керамический блок	20,00	1,90	4,10	11,62	1,72
3)Керамический блок	20,00	1,90	4,00	11,33	1,76
Среднее	20,00	1,90	4,05	11,48	1,74
1)Силикатный кирпич	20,00	1,90	3,80	10,77	1,86
2)Силикатный кирпич	20,00	1,90	4,00	11,33	1,76
3)Силикатный кирпич	20,00	1,90	4,10	11,62	1,72
Среднее	20,00	1,90	3,97	11,24	1,78

1)Газобетон	15,00	1,90	4,00	11,33	1,32
2)Газобетон	15,00	1,90	4,30	12,18	1,23
3)Газобетон	15,00	1,90	3,85	10,91	1,37
Среднее	15,00	1,90	4,05	11,47	1,31

Для определения *средней плотности* были проведены еще одни исследования. Так как использовались образцы неправильной формы было трудно определить среднюю плотность, потому что ее невозможно рассчитать по результатам геометрических измерений. Поэтому нами был использован метод гидростатического взвешивания.



Образец взвешиваем в сухом состоянии на технических весах, определяя его массу в сухом состоянии $m_{\text{сух}}$. Далее образец постепенно заливаем водой и периодически взвешивая; перед взвешиванием образец обтирается мягкой тканью. Значение массы образца в этот момент принимаем за массу насыщенного водой образца $m_{\text{нас}}$. Насыщенный водой образец подвешиваем на нитке к коромыслу технических весов и еще

раз определяем его массу насыщенную. Затем образец, не снимая с весов, погружаем в воду, используя приспособление для гидростатического взвешивания, с помощью гирь, определяем ее массу в воде $m_{\text{вод}}$. ..



Теперь у нас достаточно информации, чтобы высчитать естественный объем образца по формуле: $V_{\text{ест}} = \frac{(m_{\text{нас}} - m_{\text{вод}})}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}$, где

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Средняя плотность высчитывается по формуле: $\rho = \frac{m_{\text{сух}}}{V_{\text{ест}}}$.

Результаты исследования вы можете увидеть в этой таблице:

Средняя плотность

Название кирпича	Масса сухого: $m_{\text{сух}}, \text{Г}$	Масса насыщенного: $m_{\text{нас}}, \text{Г}$	Масса воды: $m_{\text{вод}}, \text{Г}$	Объем: $V_{\text{ест}}, \text{см}^3$	Плотность: $\rho, \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$
1)Керамический полнотелый кирпич	26,18	29,00	15,37	13,63	1,92
2)Керамический полнотелый кирпич	22,32	24,52	12,85	11,67	1,91
3)Керамический полнотелый кирпич	21,15	23,41	12,25	11,16	1,89
Среднее	23,22	25,64	13,49	12,15	1,91
1)Керамический блок	50,66	55,15	28,38	26,77	1,89
2)Керамический блок	54,28	59,15	30,50	28,65	1,89
3)Керамический блок	48,86	53,50	27,47	26,03	1,88
Среднее	51,27	55,93	28,78	27,15	1,89
1)Силикатный кирпич	39,90	42,40	22,48	19,92	2,00
2)Силикатный кирпич	35,90	38,70	20,24	18,46	1,94
3)Силикатный кирпич	49,18	53,25	27,85	25,40	1,94
Среднее	41,66	44,78	23,52	21,26	1,96

1)Газобетон	31,35	-	-	-	-
2)Газобетон	31,39	-	-	-	-
3)Газобетон	28,65	-	-	-	-
Среднее	30,46	-	-	-	0,4

3.2. Определение пористости.

Используя найденные значения истинной и средней плотности, рассчитываем пористость образцов по формуле:
$$\Pi = \left[\frac{|\rho_{\text{ист}} - \rho_{\text{ср}}|}{\rho_{\text{ист}}} \right] 100.$$

Полученные результаты вы можете увидеть в этой таблице:

Название кирпича	Пористость, %
1)Керамический полнотелый кирпич	3,23
2)Керамический полнотелый кирпич	5,52
3)Керамический полнотелый кирпич	0,53
Среднее	3,09
1)Керамический блок	8,62
2)Керамический блок	9,88
3)Керамический блок	6,82
Среднее	8,44
1)Силикатный кирпич	7,53
2)Силикатный кирпич	10,23
3)Силикатный кирпич	12,79
Среднее	10,18
1)Газобетон	-

2)Газобетон	-
3)Газобетон	-
Среднее	75

3.3. Определение водопоглощения.

Существуют два вида водопоглощения: *по массе* и *по объему*. Используя данные найденные ранее в исследованиях можно найти показатели.

Водопоглощение по массе определяют по формуле:

$$W_m^п = \left(\frac{m_{\text{нас}} - m_{\text{сух}}}{m_{\text{сух}}} \right) 100$$

Водопоглощение по объему определяют по формуле:

$$W_o^п = W_m^п \left(\frac{\rho_{\text{ср}}}{\rho_{H_2O}} \right)$$

где $\rho_{H_2O} = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Полученные результаты вы можете увидеть в этой таблице:

Название кирпича	Водопоглощение по массе, %	Водопоглощение по объему, %
1)Керамический полнотелый кирпич	10,77	20,68
2)Керамический полнотелый кирпич	9,86	18,83
3)Керамический полнотелый кирпич	10,69	20,20

Среднее	10,44	19,90
1)Керамический блок	8,86	16,74
2)Керамический блок	8,97	16,95
3)Керамический блок	9,50	17,86
Среднее	9,11	17,18
1)Силикатный кирпич	6,27	12,54
2)Силикатный кирпич	7,80	15,13
3)Силикатный кирпич	8,28	16,06
Среднее	7,45	14,58
1)Газобетон	-	-
2)Газобетон	-	-
3)Газобетон	-	-
Среднее	20	20

3.4. Определение коэффициента теплопроводности.

Для теплотехнических и теплофизических расчетов необходимо значение коэффициента теплопроводности, а также факторов, влияющих на его значение. Зная среднюю плотность материала, можно вычислить коэффициент теплопроводности по формуле В.П. Некрасова:

$$\lambda = 1,16\sqrt{0,0196 + 0,22 \cdot \rho^2} - 0,16.$$

Результаты расчета занесены в эту таблицу:

Название кирпича	Коэффициент теплопроводности
------------------	------------------------------

1)Керамический полнотелый кирпич	0,90
2)Керамический полнотелый кирпич	0,89
3)Керамический полнотелый кирпич	0,88
Среднее	0,89
1)Керамический блок	0,88
2)Керамический блок	0,88
3)Керамический блок	0,88
Среднее	0,88
1)Силикатный кирпич	0,94
2)Силикатный кирпич	0,91
3)Силикатный кирпич	0,91
Среднее	0,92
1)Газобетон	-
2)Газобетон	-
3)Газобетон	-
Среднее	0,11

Примечание к таблице: полученный расчет по керамическому блоку 0,88 – это значение теплопроводности материала из которого сделан образец. Теплопроводность самого блока, с искусственно-выполненными пустотами в своей структуре, соответствует значению 0,14.

3.5. Определение прочности при сжатии.

Для определения прочности строительных материалов я воспользовался лабораторией «ВеЛес НН» моего города. В ходе эксперимента применялся гидравлический пресс, с помощью которого

измерялась разрушающая сила каждого образца. Каждый образец имел стандартные размеры и форму. Перед проведением испытания была измерена площадь его поперечного сечения.



Затем образец устанавливался под гидравлический пресс, после чего нагрузка постепенно увеличивалась до полного разрушения материала. В момент разрушения фиксировалось значение разрушающей силы. На основе полученных данных предел прочности при сжатии материала рассчитывался по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{F}$$

где P – разрушающая сила в ньютонах, а F – площадь поперечного сечения в квадратных миллиметрах. Полученные значения, выраженные в ньютонах на квадратный миллиметр, были переведены в килограммы на квадратный сантиметр с учётом того, что 1 Н/мм^2 соответствует $10,2 \text{ кг/см}^2$. После

вычислений результаты были сведены в таблицу для наглядного анализа прочностных характеристик исследуемых материалов.

Материал	Р-разрушающая сила, кН	F-площадь поперечного сечения образца, мм ²	Рсж- предел прочности при сжатии, Н/мм ²	Рсж, кг/см ²
Керамический полнотелый кирпич	453,00	250x120	15,10	154,02
Керамический полнотелый кирпич	451,00	250x120	15,03	153,31
Керамический полнотелый кирпич	455,00	250x120	15,17	154,73
Среднее	453,00	250x120	15,10	154,02
Керамический блок	410,00	250x500	3,28	33,46
Керамический блок	408,00	250x500	3,26	33,25
Керамический блок	409,00	250x500	3,27	33,35
Среднее	409,00	250x500	3,27	33,35
Силикатный кирпич	530,00	250x120	17,67	180,23

Силикатный кирпич	527,00	250x120	17,57	178,91
Силикатный кирпич	532,00	250x120	17,73	180,85
Среднее	529,67	250x120	17,66	180,13
Газобетон	71,00	145x155	3,19	32,54
Газобетон	70,50	145x155	3,14	32,03
Газобетон	72,00	145x155	3,20	32,64
Среднее	71,17	145x155	3,18	32,44

3.6. Определения звукоизоляции.

Для определения звукоизоляционных свойств строительных материалов были также проведены лабораторные исследования. По полученным данным результаты сводим в таблицу для сравнения.

Материал	Толщина, мм	Звукоизоляция, дБ
Керамический полнотелый кирпич	250	54,00
Керамический блок	250	53,00
Силикатный кирпич	250	56,00
Газобетон	250	47,00

3.7. Определение стоимости материала за единицу объема.

Чтобы высчитать стоимость за единицу своего объема, нам требуется знать среднюю цену, на которую продавец готов продать единицу товара, а также его объем.

Стоимость материала является важным фактором для правильной оценки затрат на материалы, которые позволяют точно планировать бюджет. Для достижения определения стоимости, был проведен тщательный поиск информации в сети интернет, чтобы собрать данные о ценах на различные виды материалов, которые исследовались ранее.

Результаты предоставлены в таблице:

Материал	Средняя Стоимость: p , руб
Керамический полнотелый кирпич	31
Керамический блок	194
Силикатный кирпич	27
Газобетон	156

Для расчёта объема материала нам потребуется знать его длину, ширину, и высоту, которое он занимает в пространстве. Формула объема: $V = a \cdot b \cdot h$.

Расчёт был произведён и занесён в таблицу:

Материал	Длина: a , см	Ширина: b , см	Высота: h , см	Объем: V , см ³
Керамический полнотелый кирпич	25	12	6	1800
Керамический блок	50	30	25	37500
Силикатный кирпич	25	12	9	2700

Газобетон	62,5	20	20	25000
-----------	------	----	----	-------

Стоимость за единицу объема материала находится как отношение цены за единицу товара к его объему:

$$P = \frac{p}{V}.$$

Материал	Стоимость за единицу объема: $P, \frac{\text{руб}}{\text{см}^3}$
Керамический полнотелый кирпич	0,01722
Керамический блок	0,00517
Силикатный кирпич	0,01000
Газобетон	0,00624

4. Подведение итогов исследований.

Для удобства сравнения всех характеристик и параметров, связанных с исследуемыми объектами, данные были занесены в сводную таблицу.

Материал	Физические свойства								
	Плотность		Пористость, %	Водопоглощение		Коэффициент теплопроводности	Стоимость за единицу объема, Р руб/с м3	Предел Прочности при сжатии, Rсж кг/см2	Звукоизоляция, дБ
	Истинная, г/см3	Средняя, г/см3		По массе, %	По объему, %				
Керамический полнотелый кирпич	1,85	1,91	3,09	10,44	19,90	0,89	0,02	154,02	54,00
Керамический блок	1,74	1,89	8,44	9,11	17,18	0,14	0,01	33,35	53,00
Силикатный кирпич	1,78	1,96	10,18	7,45	14,58	0,92	0,01	180,13	56,00
Газобетон	1,31	0,40	75,00	20,00	20,00	0,11	0,01	32,44	47,00

5. Заключение.

Рассмотрев различные физические свойства строительных материалов, и учитывая все полученные результаты в ходе исследовательской работы можно заметить, что:

1. Керамический полнотелый кирпич имеет такие качества как: наибольшая плотность среди исследуемых образцов, что даёт ему хорошую звукоизоляцию, небольшое водопоглощение, высокую прочность и долговечность, но при довольно низкой пористости кирпич обладает повышенной теплопроводностью. А также имеет самую высокую стоимость на единицу объема.
2. Керамический блок обладает схожими свойствами с керамическим полнотелым кирпичом, так как состоит из идентичного материала. Но из-за особенности своего строения, теряет прочность, но приобретает низкую теплопроводность. Так же этот образец имеет наименьшую стоимость за единицу своего объема
3. Силикатный кирпич включает в себя такие свойства как: высокая прочность, плотность, долговечность, малое водопоглощение, высокая звукоизоляция. Отрицательные свойства материала это: малая пористость, высокая теплопроводность. Имеет высокую рыночную стоимость на единицу объема.
4. Газобетон при своей малой плотности, имеет наивысшую пористость, тем самым обеспечивая материал наименьшей теплопроводностью. Но при этом обладает высоким водопоглощением и значительно теряет в прочности и в звукоизоляции. Стоимость на единицу объема этого образца довольно низкая.

Рассмотрев различные свойства данных образцов, формируется вывод что для строительства частных зданий будет недостаточно одного материала, в связи со своим разнообразием положительных и

отрицательных качеств. Поэтому для того, чтобы удовлетворить современные требования к зданию с низкой теплопроводностью стен и при приемлемой стоимости, стоит применить комплексный подход к строительству, а именно использование нескольких видов материалов. В нашем случае наилучшим вариантом будет использовать газобетон, в качестве хорошего теплоизолятора, и силикатный кирпич, в роли облицовочного материала, для защиты от внешних факторов и придания эстетического вида зданию.

6.Список используемых источников.

<https://betonov.com/vidy-betona/gazobeton/gazobeton.html>

<https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/58610/1/978-5-7996-2352>

<https://www.sdvor.com/moscow/articles/vybiraem-kirpich-obzor>

https://dspace.tltsu.ru/bitstream/123456789/3471/1/Shishkanova_praktikum_EI_Z.pdf

<http://elib.timacad.ru/dl/full/s10032022miheev1.pdf/download/s10032022miheev1.pdf>

<https://moskeram.ru/info/silikatnyy-kirpich-gost-tekhnicheskie-usloviya-razmery-ves-prochnost-i-drugie-kharakteristiki.html>

<https://m-strana.ru/articles/porizovannye-keramicheskie-bloki/>