

**DECISION SUPPORT SYSTEM FOR SELECTION OF MATERIALS
FOR ENCLOSURE STRUCTURES**

Kirdyankin V.Yu.¹, Abbakumov A.A.² (Russian Federation)

Email: Kirdyankin513@scientifictext.ru

¹*Kirdyankin Vladimir Yurievich – Master Student;*

²*Abbakumov Andrey Alexandrovich – Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,*

*DEPARTMENT OF AUTOMATED INFORMATION PROCESSING AND
MANAGEMENT SYSTEMS,
NATIONAL RESEARCH MORDOVIAN STATE UNIVERSITY NAMED AFTER
N.P. OGAREV,
SARANSK*

Abstract: *the article analyzes approaches to the selection of materials for low-rise construction, discusses modern options for walling, as well as a number of important properties of materials, taking into account the characteristics of both single-layer and multi-layer structures. The article sets the task of choosing the optimal values for thickness, heat conductivity and cost of materials for the construction of low-rise buildings. A mathematical model is given for a system that will derive the optimal choice of material and wall thickness according to the entered values. The article should become a support for further system design.*

Keywords: *building materials, thermal conductivity, insulation, wall, low-rise construction, building envelopes.*

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПО ВЫБОРУ
МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ
Кирдянкин В.Ю.¹, Аббакумов А.А.² (Российская Федерация)**

¹*Кирдянкин Владимир Юрьевич – студент-магистрант;*

²*Аббакумов Андрей Александрович – кандидат технических наук, доцент,
кафедра автоматизированных систем обработки информации и
управления,*

*Национальный исследовательский Мордовский государственный
университет им. Н.П. Огарёва,
г. Саранск*

Аннотация: *в статье анализируются подходы к выбору материалов для малоэтажного строительства, рассматриваются современные варианты возведения стен, а также ряд важных свойств материалов, учитывая характеристики как однослойных, так и многослойных конструкций. В статье ставится задача выбора оптимальных значений*

по толщине, по теплопроводности и по стоимости материалов для строительства малоэтажных зданий. Приводится математическая модель для системы, которая будет выводить оптимальный выбор материала и толщины стены по вводимым значениям. Статья должна стать опорой для дальнейшего проектирования системы.

Ключевые слова: *строительные материалы, теплопроводность, утеплитель, стена, малоэтажное строительство, ограждающие конструкции.*

На сегодняшний день при возведении стеновых ограждающих конструкций используют различные материалы. Их спектр на строительном рынке очень велик. Это материалы к которым мы уже привыкли – дерево, кирпич, и новые – пенобетон, газобетон, различные многослойные конструкции, композитные материалы. Производители предоставляют различные сертификаты о хороших теплозащитных свойствах материалов, но на практике это не всегда так.

В связи с повышением требований в области энергоэффективности ограждающих конструкций, возникает много вопросов при проектировании новых объектов и реконструкции уже существующих. Многие постройки не соответствуют современным требованиям по теплозащите. Поэтому необходимо проводить реконструкцию зданий, но без полного анализа существующей ситуации происходящей в стенах очень трудно сделать правильные выводы и провести грамотно и эффективно работу [3].

Казалось бы, что можно просто выбрать материал, у которого самые высокие показатели по сопротивлению теплопередачи, устойчивости, долговечности, звукоизоляции и другим параметрам. Но будет ли такой материал экономически целесообразен в данной местности? Может, стоило бы выбрать более дешёвый материал и построить стену чуть потолще? На этот вопрос иногда сложно правильно ответить, нужно прибегать к помощи экспертов в данной области. На рисунке 1 показан пример того, как выглядит толщина стены из разного материала, одинаково препятствующей теплопотерям в здании.

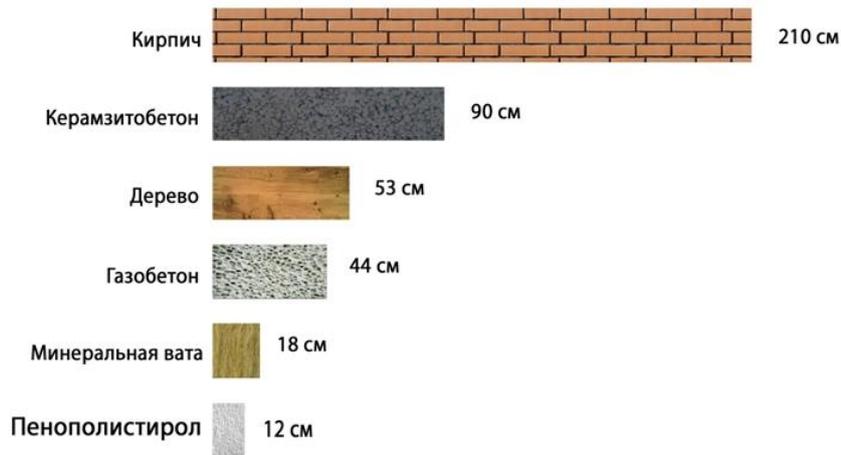


Рис. 1. Толщина однослойных стен

Обычно однослойные стены редко используются, и делают её многослойной, с разными функциями: один слой придаёт прочность зданию, другой слой сохраняет тепло внутри здания, третий слой придёт зданию красивый внешний вид, и так далее. Все эти слои имеют свои показатели теплопроводимости, и по-своему влияют на общую толщину стены (рис. 2).

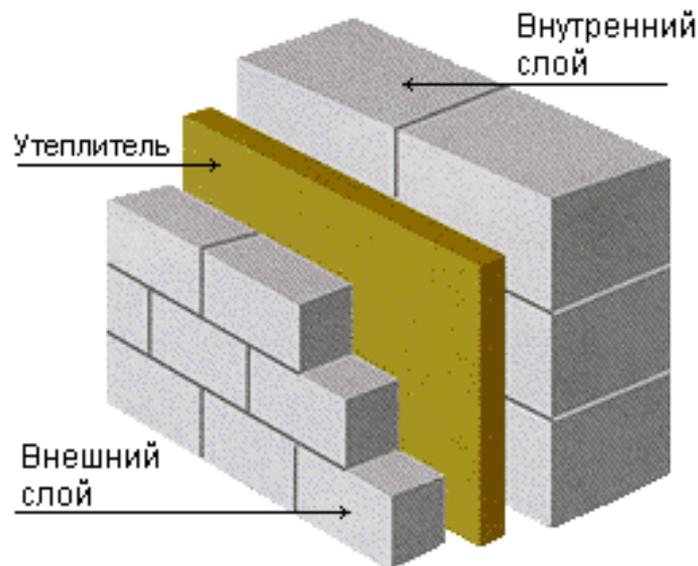


Рис. 2. Многослойная стена

При проектировании частных домов для постоянного проживания возникают немаловажные вопросы по поводу выбора материалов для строительства. Строительные конструкции домов должны обладать рядом важных свойств:

- прочностью – не развалиться под собственной тяжестью или сильными порывами ветра.
- долговечностью – прослужить двум-трем поколениям семьи.
- эстетичностью – не быть уродливым нагромождением стройматериалов, соответствовать по пропорциям и цвету окружающей среде.
- защищенностью от окружающей среды – холода и жары, снега и дождя.
- доступностью – быть недорогим по стоимости, с учетом сегодняшних доходов основной части населения [2].

Для упрощения расчётов оптимальной толщины всей стены, было принято решение разработать математическую модель, которая рассчитывала бы каждый отдельный слой и суммировала итоговый результат. А так же создать web-приложение, для удобного ввода данных и наглядного вывода информации. Пользователь будет вводить среднегодовую температуру окружающей среды, среднюю влажность данного региона, тип здания, и другие параметры, а программа выдаст ему информацию о толщине стены и стоимости всей ограждающей конструкции. По этим данным он уже сам будет выбирать, что ему больше подходит.

Для подсчёта оптимальной толщины стены и стоимости постройки будет использоваться база данных, которая хранит в себе параметры каждого материала и его стоимость. Путём математических вычислений будет производиться построение графиков для наглядного представления реальных теплопроводимых качеств.

Обеспечение в помещениях комфортных условий во многом зависит от качества и надежности материалов наружных ограждающих конструкций – стен и покрытий. Строительный материал имеет коэффициент теплопроводности λ , который показывает, какое количества тепла он пропускает на улицу. Чем меньше этот коэффициент, тем лучше материал обеспечивает теплозащиту здания. А чем больше величина λ , тем большая толщина материала необходима. Соотношение толщины материала к коэффициенту λ называется термическим сопротивлением теплопередаче R . Эта величина нормируется в каждом регионе и характеризует все типы строительных конструкций с точки зрения их теплоизоляционных свойств. Применяемые в массовом строительстве стены из кирпича и бетона, обладая необходимыми прочностью и несущей способностью, имеют высокий коэффициент теплопроводности, поэтому для обеспечения требуемой теплозащиты зданий толщину стен приходится значительно увеличивать. Повысить теплозащитные качества наружных ограждений зданий можно за счёт применения эффективных теплоизоляционных материалов. В современном массовом строительстве нашли практическое применение:

- минеральная вата на основе каменного волокна и на основе стекловолокна;
- полимерные материалы: пенополистирол, экструзионный вспененный полистирол [4].

В математической модели будут использоваться несколько формул. Первая из них, рассчитывает градусо-сутки отопительного периода

$$Dd = (t_{in} - t_{out}) \cdot z, \quad (1)$$

где t_{in} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С;

t_{out} , – средняя температура наружного воздуха, °С;

z – продолжительность отопительного периода, сут., принимаемые по СНиП.

По полученному числу на основе таблицы СНиПа находится нормируемое значение сопротивление теплопередаче стен (R). Теперь, чтобы посчитать толщину стены, нам необходимо воспользоваться формулой

$$R = s / \lambda, \quad (2)$$

где R – сопротивление теплопередаче, м²•°С/Вт;

S – толщина стены, м;

λ – теплопроводность, Вт/(м²•°С).

По вышеуказанной формуле нам нужно найти S_i

$$S_i = R * \lambda \quad (3)$$

Вместо R подставляем ранее полученное значение сопротивление теплопередаче, а вместо λ подставляем коэффициент теплопроводности нужного материала. В результате получим толщину стены данного материала, для обеспечения нужной теплопроводности в данной местности. Так рассчитывается ширина только одного слоя. Чтобы рассчитать ширину всей многослойной стены, нужно вычислять каждый слой по отдельности и суммировать результат

$$S = \sum S_i, \quad (4)$$

где S – общая ширина стены, м.

Важной проблемой является определение стоимости каждого слоя, так как одни материалы оцениваются за 1 м² (квадратный метр), а другие за 1 м³ (кубический метр). Надо их свести к одному параметру стоимости C для каждого слоя, в итоге получить зависимость f от R , C , S_i для нахождения её минимального значения

$$f(R, C, S_i) \rightarrow \min \quad (5)$$

Программа будет учитывать каждый слой, и показывать характеристики многослойной ограждающей конструкции и её приблизительную стоимость. Таким образом, система должна решить проблему оптимального подбора материала при строительстве малоэтажных частных домов, и поможет застройщику правильно сделать свой выбор.

Список литературы / References

1. *Гутенева С.В.* Вопросы выбора конструкций стен для малоэтажного строительства // Наука сегодня: проблемы и перспективы развития [Текст], 2017. С. 36.
2. *Лавриченко В. А.* Экономическое обоснование выбора материалов ограждающих конструкций в малоэтажном домостроении // Инновации в науке и практике, 2018. С. 43-52.
3. *Муреев П.Н., Иванов А.В.* Автоматизация теплофизических измерений образцов наружных стеновых ограждений в натуральных условиях // Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов в различных отраслях промышленности и агропромышленном комплексе, 2015. С. 469-472.
4. *Рыбакова Г.С., Першина А.С.* Эффективные теплоизоляционные материалы в наружных ограждениях // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн, 2015. С. 140-144.