

УДК 692.829

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТЕКЛОПАКЕТА ПО КРИТЕРИЮ «СТОИМОСТЬ
КОНСТРУКЦИИ — ЭКОНОМИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ»***Н. А. Душнева*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты (г. Шахты, Российская Федерация)

Проведен анализ ассортимента стеклопакетов, представленных в г. Шахты, обоснован выбор наиболее подходящих стеклопакетов по различным критериям. Обоснована актуальность выбранной темы исследования, выявлены достоинства и недостатки различных конструктивных решений стеклопакетов, рассчитано сопротивление теплопередаче для всех выбранных образцов, вычислены затраты на отопление и сроки окупаемости.

Ключевые слова: стеклопакеты, окупаемость, стоимость, сопротивление теплопередаче, отопление газом, теплопотери, низкоэмиссионное покрытие.

**JUSTIFICATION OF INSULATED GLAZING SELECTION BY THE CRITERION
«CONSTRUCTION COST – ECONOMY IN OPERATION»***N. A. Dushneva*

Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of DSTU in Shakhty (Shakhty, Russian Federation)

The article is devoted to the analysis of insulated glazing presented in Shakhty, as well as the selection of the most suitable windows according to various criteria. The relevance of the selected research topic is substantiated, the advantages and disadvantages of various design solutions of insulated glazing are revealed, the heat transfer resistance for all selected samples is calculated, the heating costs and payback periods are calculated.

Keywords: insulated glazing, payback, cost, resistance to heat transfer, gas heating, heat loss, low-emission coating.

Введение. Человечество в настоящее время столкнулось с глобальной экологической проблемой — потеплением климата. Температура Земли превышает среднюю отметку уже более века, и, как считает большинство ученых, это вызвано антропогенным воздействием. Земля преобразует энергию падающего на неё видимого солнечного света в инфракрасное излучение, уходящее в космос. Парниковые газы затрудняют этот процесс, частично поглощая инфракрасное излучение и удерживая уходящую в космос энергию в атмосфере, что ведёт к росту температуры у поверхности Земли.

Около трёх четвертей всех антропогенных выбросов углекислого газа, сильно увеличивающих парниковый эффект, за последние 20 лет стали результатом добычи и сжигания нефти, природного газа и угля [1]. Основные последствия, к которым ведет глобальное потепление, это затопление густонаселенных прибрежных зон, обусловленное подъемом уровня мирового океана, таяние вечной мерзлоты, которая в Российской Федерации занимает до 65 % площади, смена климата, рост числа и силы природных катаклизмов и др.

Аналитическая часть. Полностью отказаться от потребления ископаемого топлива человечество пока не способно, но может снизить потребность в нем за счет более рационального использования получаемой из него энергии. Из всей потребляемой в быту энергии около 70 % тратится на отопление помещений [2]. Для сравнения, на освещение тратится 5 %, что в 14 раз меньше, чем затраты на отопление.

Разогретый до необходимой температуры воздух создает в здании комфортные условия, однако с течением времени тепло передается ограждающим конструкциям, а затем — окружающей среде. Чем меньше сопротивление теплопередаче создают конструкции здания, тем быстрее происходит потеря энергии и тем больше ее требуется на поддержание комфортных условий. Следовательно, появляется необходимость в увеличении добычи и сжигания ископаемого топлива.

Статистика показывает, что доля теплопотерь обычного жилого дома составляет:

- 15 % — через пол;
- 25 % — через стены;
- 20 % — через крышу;
- 40 % — через окна [3].

Таким образом, снижение теплопотерь через окна является важной и востребованной задачей, но в условиях рыночной экономики при выборе оконного заполнения основным критерием является не величина сопротивления теплопередаче, а соотношение «стоимость конструкции — экономия при эксплуатации». Выбрать наиболее оптимальное решение из многообразия представленных на рынке конструкций зачастую является непростой задачей даже для специалиста. Поэтому в данном исследовании было рассмотрено несколько видов стеклопакетов, рассчитано их сопротивление теплопередаче по методике и данным, изложенным в СП 50.13330.2012 [4] и СП 131.13330.2012 [5] для условий г. Шахты и проведено их сравнение по критерию «стоимость конструкции — экономия при эксплуатации».

Выбор стеклопакетов для сравнения осуществлялся по следующему принципу:

- стеклопакет должен удовлетворять нормативным требованиям к уровню сопротивления теплопередаче для условий г. Шахты;
- выбранные стеклопакеты должны быть представлены на рынке г. Шахты и иметь различные конструктивные особенности, направленные на повышение сопротивления теплопередаче.

На основе анализа сайтов специализированных компаний, информации магазинов, реализующих оконные системы в г. Шахты, был выбран ряд стеклопакетов, отличающихся по следующим признакам:

- число камер;
- расстояние между стеклами;
- виды газа, заполняющего камеру.

В настоящее время наиболее часто используется двухкамерный стеклопакет. Им остекляют квартиры, дома, офисы и прочие объекты недвижимости.

Достоинства двухкамерных стеклопакетов:

- хорошее сопротивление теплопередаче;
- отличная звукоизоляция;
- надежность и долговечность;
- экологическая безопасность.

Недостатки двухкамерных стеклопакетов по сравнению с однокамерными:

- высокая толщина и вес конструкции;
- интенсивность прохождения света на 6–8 % меньше;
- большая стоимость [6].

Недостатки однокамерных стеклопакетов заключаются в более низком уровне защиты от уличного шума и меньшем коэффициенте сопротивления теплопередаче. Несмотря на свои минусы, однокамерные стеклопакеты пользуются популярностью и считаются востребованным продуктом на рынке. Их ставят на балконы, и они считаются незаменимыми для холодных складов и производств, требующих соблюдения низкой температуры [7].

Камеры в стеклопакетах могут быть заполнены различными газами. Для исследования автором выбраны наиболее распространенные виды заполнения: воздух, аргон и криптон. Данные газы отличаются своей теплопроводностью, а следовательно, придают конструкции с одними и теми же геометрическими характеристиками различное сопротивление теплопередаче. Теплопроводность криптона в 2,6 раза меньше теплопроводности воздуха и в 1,8 раза меньше теплопроводности аргона [8].

Расчетная часть. Рассчитанные данные о сопротивлении теплопередаче выбранных стеклопакетов и информация об их стоимости представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сопротивление теплопередаче стеклопакетов и их стоимость

Параметры стеклопакета				Низкоэмиссионное покрытие	$R_{0 \text{ с.пак}}$ $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	$R_0^{\text{норм}}$, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$	Примерная цена за м^2 , руб
№ пакета	Количество камер	Газ-наполнитель	Толщина, мм				
1	1	воздух	20	-	0,38	0,38	от 730
2	2	воздух	10 + 10	-	0,46		от 1350
3	2	аргон	10 + 10	+	0,78		от 1750
4	1	аргон	12	+	0,76		от 2150
5	1	криптон	12	+	0,86		от 2650

Следующим этапом исследования был расчет теплотерь и затрат на отопление за отопительный период. За основу расчета был взят индивидуальный жилой дом с общим количеством окон — 10 штук и размером каждого 1,6 м×1,0 м. Таким образом общая площадь остекления составила 16 м². Теплотери через стены, крышу и прочее не учитывались, так как исследование нацелено не на изучение теплотерь дома в целом, а лишь стеклопакетов. На основе полученных данных был выполнен расчет времени, за которое окупятся дополнительные затраты на приобретение более энергоэффективных и, соответственно, дорогих стеклопакетов.

Срок окупаемости рассчитывался по формуле 1:

$$C_{\text{окуп}} = \frac{(Ц - Ц_б) \cdot S_{\text{ост}}}{Z_б - Z}$$

где $C_{\text{окуп}}$ — срок окупаемости дополнительных затрат на приобретение энергоэффективных стеклопакетов, лет; $Ц$ — стоимость энергоэффективного стеклопакета, руб.; $Ц_б$ — стоимость базового однокамерного стеклопакета толщиной 20 мм и с заполнением воздухом, руб.; $S_{\text{ост}}$ — площадь остекления, м²; $Z_б$ — затраты на отопление при установке базового стеклопакета, руб.; Z — затраты при установке энергоэффективного стеклопакета, руб.

Базовым является стеклопакет № 1 (табл 1). Стоимость газа принята 6363,1 руб. за 1000 куб. м [9].

Результаты расчетов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Теплопотери через стеклопакеты, затраты на отопление и срок окупаемости

№ стеклопакета	Низкоэмиссионное покрытие	Потери за отопительный сезон $Q_{огр}$, Вт	Затраты на газовое отопление, руб.	Срок окупаемости, лет
1	-	1713,68	2170,77	-
2	-	1415,65	1793,24	26
3	+	834,87	1057,55	15
4	+	856,84	1085,38	21
5	+	757,21	959,18	25

Заключение. На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. На рынке г. Шахты доступны следующие виды стеклопакетов:

- однокамерный, с воздухом, толщиной 20 мм, без покрытия;
- двухкамерный, с воздухом, толщиной 20 мм, без покрытия;
- двухкамерный, с аргоном, толщиной 20 мм, с покрытием;
- однокамерный, с аргоном, толщиной 12 мм, с покрытием;
- однокамерный, с криптоном, толщиной 12 мм, с покрытием.

2. Наибольшее сопротивление теплопередаче обеспечивает однокамерный стеклопакет с заполнением криптоном, толщиной 12 мм, с низкоэмиссионным покрытием, наименьшее однокамерный стеклопакет с заполнением воздухом, толщиной 20 мм, без низкоэмиссионного покрытия.

3. Наиболее дорогими являются следующие стеклопакеты:

- однокамерный, с аргоном, толщиной 12 мм, с покрытием;
- однокамерный, с криптоном, толщиной 12 мм, с покрытием.

4. Наименьшие теплопотери за отопительный сезон обеспечивает однокамерный стеклопакет с заполнением криптоном, толщиной 12 мм, с низкоэмиссионным покрытием, соответственно при его использовании обеспечиваются минимальные затраты на отопление.

5. Несмотря на то, что наименьшие теплопотери отмечены у однокамерного стеклопакета с заполнением криптоном, толщиной 12 мм, с низкоэмиссионным покрытием, по критерию «стоимость конструкции — экономия при эксплуатации» наиболее целесообразно оказывается использование двухкамерного стеклопакета с аргоном, толщиной 20 мм, с низкоэмиссионным покрытием, у которого срок окупаемости равен 15 лет.

Итак, указанный стеклопакет может быть рекомендован при возведении капитальных сооружений со сроком службы не менее 15 лет, что позволит сократить не только затраты на отопление, но и потребление газа, уменьшив таким образом наносимый при добыче и сжигании ископаемого топлива вред окружающей среде.

Полученные результаты будут оформлены в виде буклета и переданы во все организации г. Шахты, занимающиеся продажей оконных систем.

Библиографический список

1. Глобальное потепление // ru.wikipedia.org : [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Дата обращения: 16.02.2021).

2. Энергосбережение изменит рынок труб для систем отопления и водоснабжения // www.meto.ru : [сайт]. — URL: http://www.meto.ru/analiz/publ_12.htm (дата обращения: 16.02.2021).
3. Сколько тепла уходит через окна // klub-masterov.ru : [сайт]. — URL: <https://klub-masterov.ru/okna/skolko-tepla-uhodit-cherez-okna.html> (дата обращения: 17.02.2021).
4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 (с изм. № 1) // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525> (дата обращения: 18.02.2021).
5. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 (с изм. № 1, 2) // docs.cntd.ru : [сайт]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095546> (дата обращения: 18.02.2021).
6. Двухкамерный стеклопакет // www.plastok.ru : [сайт]. — URL: <https://www.plastok.ru/articles/dvuhkamernyj-steklopaket/> (дата обращения: 20.02.2021).
7. Преимущества и недостатки однокамерных стеклопакетов // oknober.ru : [сайт]. — URL: <https://oknober.ru/articles/preimushchestva-i-nedostatki-odnokamernih-steklopaketov> (дата обращения: 20.02.2021).
8. Использование криптона в стеклопакетах // www.wikipro.ru : [сайт]. — URL: <https://www.wikipro.ru/wiki/ispolzovanie-kriptona-v-steklopaketah/> (дата обращения: 20.02.2021).
9. Цены и тарифы на газ // www.rostovregiongaz.ru : [сайт]. — URL: <https://www.rostovregiongaz.ru/abonenty/pricesgas/> (дата обращения: 22.02.2021).

Об авторе:

Душнева Наталья Александровна, студент Института сферы обслуживания и предпринимательства (филиала) ДГТУ в г. Шахты Ростовской области (346506, РФ, г. Шахты, ул. Шевченко, 147), dushnevanatalya@yandex.ru

Author:

Dushneva, Natalya A., Student, Institute of Service and Entrepreneurship (branch) DSTU in Shakhty, Rostov Region (147, Shevchenko str., Shakhty, 346506, RF), dushnevanatalya@yandex.ru