



УДК 697

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТАНОВКИ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПВХ ПРОФИЛЯ

### **Кузнецов Александр Александрович**

Старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетических систем»  
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
430904, Россия, г.о. Саранск, ул. Пионерская 12/1  
тел.: 8 (8342) 25-41-01  
e-mail: [mrsu\\_ime\\_tes@mail.ru](mailto:mrsu_ime_tes@mail.ru)

### **Миндров Константин Анатольевич**

Старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетических систем»  
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
430904, Россия, г.о. Саранск, ул. Пионерская 12/1  
тел.: 8 (8342) 25-41-01  
e-mail: [mindrovka@mail.ru](mailto:mindrovka@mail.ru)

### **Клоков Станислав Валерьевич**

Студент бакалавр по направлению подготовки  
«Теплоэнергетика и теплотехника», 4 курс  
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
430904, Россия, г.о. Саранск, ул. Пионерская 12/1  
тел.: 8 (8342) 25-41-01  
e-mail: [mrsu\\_ime\\_tes@mail.ru](mailto:mrsu_ime_tes@mail.ru)

### **Аннотация**

В статье представлены результаты обследования оконных конструкций в зданиях университета. При определении сопротивления теплопередачи различных типов оконных переплётов, с учетом их площади, выявлены значительные преимущества двойного остекления из ПВХ конструкций. Экономическая целесообразность данных предложений определяется на основе измерений фактических температур наружного и внутреннего воздуха, а также фактических параметров микроклимата в исследуемых помещениях.

**Ключевые слова:** энергосбережение, окна, потери тепла, тепловая энергия, сопротивление, теплопроводность, изоляция, остекление.

## ECONOMIC JUSTIFICATION FOR THE INSTALLATION OF WINDOW STRUCTURES MADE OF PVC PROFILE

### Alexander A. Kuznetsov

Senior lecturer of the Department of "heat and Power systems"  
national research Mordovia state University  
12/1 Pionerskaya str., Saransk, 430904, Russia  
tel.: 8 (8342) 25-41-01  
e-mail: [mrsu\\_ime\\_tes@mail.ru](mailto:mrsu_ime_tes@mail.ru)

### Konstantin A. Mindrov

Senior lecturer of the Department of "heat and Power systems"  
national research Mordovia state University  
12/1 Pionerskaya str., Saransk, 430904, Russia  
tel.: 8 (8342) 25-41-01  
e-mail: [mindrovka@mail.ru](mailto:mindrovka@mail.ru)

### Stanislav V. Klovov

Bachelor's degree in the field of  
"heat Power engineering and heat engineering", 4th year  
National research Mordovia state University  
12/1 Pionerskaya str., Saransk, 430904, Russia  
tel.: 8 (8342) 25-41-01  
e-mail: [mrsu\\_ime\\_tes@mail.ru](mailto:mrsu_ime_tes@mail.ru)

---

### ABSTRACT

---

The article presents the results of a survey of window structures in University buildings. When determining the heat transfer resistance of various types of window sashes, taking into account their area, significant advantages of double glazing made of PVC structures are revealed. The economic feasibility of these proposals is determined on the basis of measurements of the actual temperatures of outdoor and indoor air, as well as the actual parameters of the microclimate in the studied premises.

---

**Keywords:** energy saving, Windows, heat loss, thermal energy, resistance, thermal conductivity, insulation, glazing.

---

Для эффективного энергосбережения в зданиях немаловажную роль играют качественные ограждающие конструкции, в том числе и оконное остекление. Во многих административных зданиях, построенных до массового использования пластиковых окон, до сих пор установлены деревянные рамы, через которые происходят значительные потери тепловой энергии, что, в свою очередь, выливается в завышенные затраты на теплоснабжение [1]. Это связано как с особенностями самих конструкций деревянных окон, так и с отсутствием их необходимого технического обслуживания, а также долгим сроком использования.

Добавочное и нерациональное потребление тепловой энергии системой отопления в таких объектах приводит к тому, что параметры микроклимата не соответствуют

санитарно-техническим требованиям комфортности [2]. Кроме того, согласно проектным характеристикам большинства административных зданий и необходимости естественного освещения в них предусмотрена большая площадь остекления, что, в свою очередь, ведет к большим потерям тепла, из-за недостаточного термического сопротивления деревянных окон.

В связи с этим актуальным является вопрос замены старого оконного остекления на новые пластиковые окна, а также экономическая эффективность данного мероприятия.

Во многих зданиях общежитий, административных и учебных корпусов МГУ им. Н. П. Огарева, построенных до 2000 года также установлены старые оконные конструкции в деревянных рамах. В результате энергетического обследования сотрудниками УНЦ «Мордовский центр энергосбережения» в зданиях университета выявлено наличие дефектов на стеклах, трещин в створках окон, а также устаревание рам остекления. Часть тепловой энергии, используемая на нужды системы отопления, выходит на улицу, через остекление и трещины. Такие потери принято называть дополнительными тепловыми потерями с инфильтрацией воздуха и теплопроводностью.

На рисунке 1 показаны характерные термограммы и внешний вид окон некоторых зданий университета. Тепловизионная и фотографическая съемка производилась тепловизором HotFind-LXT при отрицательной температуре наружного воздуха и в условиях отсутствия солнечного облучения, атмосферных осадков, тумана и других подобных явлений. Обработка результатов обследования проводилась с использованием программного пакета SatIrReport, который позволяет по полученным термограммам определять значения температуры как в отдельных реперных точках, так и среднюю температуру по площади, выделенной на термограмме. Из термограмм видно, что имеются множественные зоны инфильтраций наружного воздуха через устройства оконных блоков, преимущественно через уплотнители и монтажные швы. Пониженная температура внутренней поверхности остекления, свидетельствует о низком термическом сопротивлении теплопередаче окна.



Рисунок 1. Термограммы и внешний вид окон некоторых зданий университета

Кроме того, согласно Приказу Министерства регионального развития РФ №262 от 28.05.10 г. с 2011 года сопротивление теплопередачи окон должно быть не менее 0,56-0,8 м<sup>2</sup>·°С/Вт. В то время как у старых деревянных окон сопротивление теплопередачи не превышает 0,33 м<sup>2</sup>·°С/Вт (СНиП II-3-79\*, таблица 6\*). В связи с этим предлагается заменить устаревшее остекление в деревянных рамах на современное двойное остекление из ПВХ с сопротивлением теплопередачи окон более 0,56 м<sup>2</sup>·°С/Вт, что также приведет к снижению расходов на теплоснабжение.

Существует значительная разница в сопротивлении воздухопроницанию у деревянных окон (0,04-0,58 м<sup>2</sup>·Па/кг) и современных окон из ПВХ (0,88 м<sup>2</sup>·Па/кг), так у последних она выше в 15 - 20 раз [3, 4].

Кроме воздухопроницаемости окна на микроклимат помещения влияют и другие параметры. Так в некоторых помещениях, несмотря на герметичность окон, они все равно промерзали. Это связано с их плохой теплоизоляцией, т.е. недостаточным сопротивлением теплопередачи. Данный параметр зависит от характеристик конструкции (толщины профиля, количества камер в самом профиле и в стеклопакете), так для старых деревянных окон он составляет 0,47 м<sup>2</sup>·°С/Вт, а для окон из ПВХ 0,61 м<sup>2</sup>·°С/Вт [3, 4].

Расчет экономического эффекта от проведения мероприятия по замене старых окон на окна из ПВХ конструкции в зданиях университета проводились по следующему алгоритму [5, 6].

Затраты по замене окон рассчитываются по формуле:

$$З = Ц_3 \cdot S_0,$$

$$З = 6172 \cdot 729 = 4500000 \text{ руб.},$$

где  $S_0$  - общая площадь остекления под замену ( $S_0 = 729$ ), м<sup>2</sup>;  $Ц_3$  - стоимость материала и работ по замене 1 м<sup>2</sup> окон ( $Ц_3 = 6172$ ), руб./м<sup>2</sup>.

Срок окупаемости мероприятия по замене старых окон на окна из ПВХ рассчитывается по формуле:

$$T_{OK} = \frac{З}{C_э}, \text{ лет}$$

где  $З$  - капитальные затраты на замену окон, тыс. руб.;  $C_э$  - экономический эффект в денежном выражении за счет уменьшения теплопотребления после реализации мероприятия, тыс. руб.

Экономия денежных средств рассчитывается по формуле:

$$C_э = \Delta Q_{OT} \cdot C_T, \text{ руб}$$

где  $\Delta Q_{OT}$  - количество сэкономленного тепла, полученного за счет проведения мероприятия, Гкал;  $C_T$  - себестоимость тепловой энергии для университета ( $C_T = 1754,94$ ), руб./Гкал;

Потери тепловой энергии рассчитываются по формуле:

$$\Delta Q = F_{зд} \cdot (t_{вн} - t_H) \cdot \left( \frac{1}{R_{T1}} - \frac{1}{R_{T2}} \right) \cdot T_{OT} \cdot n \cdot 0,86,$$

где  $t_{вн}$  - фактическая внутренняя температура воздуха в помещениях ( $t_{вн} = 21,5^\circ\text{C}$ );  $F_{зд}$  - площадь остекления, м<sup>2</sup>;  $t_H$  - средняя температура наружного воздуха за отопительный период ( $t_H = 4,3^\circ\text{C}$ );  $R_{T1}$  - термическое сопротивление ограждающих

конструкций зданий до выполнения мероприятий ( $R_{T1} = 0,33$ ),  $\text{м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$ ;  $R_{T2}$  – термическое сопротивление ограждающих конструкций зданий после выполнения мероприятий ( $R_{T2} = 0,63$ ),  $\text{м}^2 \times \text{°C} / \text{Вт}$ ;  $T_{OT}$  – продолжительность отопительного периода для г. Саранск ( $T_{OT} = 4920 \text{ часов}$ );  $n$  – поправочный коэффициент на разность температур ( $n = 0,92$ ).

$$\Delta Q = 729 \cdot (21,5 - (-4,3)) \cdot \left( \frac{1}{0,33} - \frac{1}{0,63} \right) \cdot 4920 \cdot 0,92 \cdot 0,86 \cdot 10^{-6} = 105,6 \text{ Гкал},$$

$$C_{\text{э}} = 105,6 \cdot 1754,94 = 185322 \text{ руб}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{4500000}{185322} = 24 \text{ года}$$

Таким образом, по результатам экономического обоснования срок окупаемости капитальных затрат составляет 24 года. Экономический эффект в денежном выражении равен 185322 руб./год, в натуральном – 105,6 Гкал/год.

Несмотря на значительный срок окупаемости, проведение мероприятия по замене окон является целесообразным и необходимым ввиду следующих факторов. Во-первых, старые деревянные окна не соответствуют Приказу Министерства регионального развития РФ № 262 от 28.05.10 г. по параметрам сопротивления теплопередачи окон. Во-вторых, лучшая герметичность конструкции стеклопакета и специальные стекла, применяемые в ПВХ окнах, способствуют поддержанию более оптимального микроклимата в помещении без дополнительных теплопотерь со стороны отопления. В-третьих, для пластиковых окон характерна большая эксплуатационная экономия, шумо- и теплоизоляция, устойчивость к атмосферным изменениям.

### Список литературы

1. Плотников Е. А. Экономическая эффективность замены оконного блока // Молодой ученый. 2020. №21. С. 577-579.
2. Зильберова И.Ю., Петрова Н.Н. Модернизация зданий с целью повышения энергоэффективности, комфорта и безопасности проживания, а также продления срока эксплуатации жилых зданий // Инженерный вестник Дона. 2012. №4. С. 1-4.
3. ТР 199-08. Технические рекомендации по повышению теплотехнических и эксплуатационных показателей деревянных оконных блоков
4. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
5. Бобрышев В. В. Основные способы утепления зданий, их достоинства и недостатки // Молодой учёный. 2018. №47. С. 31-34.
6. Силаенков Е. С. Системы утепления наружных стен «Урал» // Жилищ, стр-во. 2000. № 7. С. 14–16.

### References

1. Plotnikov E. A. Ekonomicheskaya effektivnost' zameny okonnogo bloka [The economic efficiency of a replacement window unit]. Molodoy uchenyy. 2020. №21. p. 577-579.
2. Zil'berova I. Yu., Petrova N.N. Modernizatsiya zdaniy s tsel'yu povysheniya energoeffektivnosti, komforta i bezopasnosti prozhivaniya, a takzhe prodleniya sroka ekspluatatsii zhilykh zdaniy [Modernization of buildings to improve energy efficiency, comfort and safety of living, as well as extend the life of residential buildings]. Inzhenernyy vestnik Dona. 2012. №4. p. 1-4.
3. Tekhnicheskie rekomendatsii po povysheniyu teplotekhnicheskikh i ekspluatatsionnykh pokazateley derevyannykh okonnykh blokov [in Russian].

4. SP 23-101-2004. Proektirovanie teplovoy zashchity zdaniy [in Russian].
5. Bobryshev V. V. Osnovnye sposoby utepleniya zdaniy, ikh dostoinstva i nedostatki [The main methods of building insulation, their advantages and disadvantages]. Molodoy uchenyy. 2018. №47. p. 31-34.
6. Silaenkov E. S. Sistemy utepleniya naruzhnykh sten «Ural» [External wall insulation systems "Ural"]. Zhilishch, str-vo. 2000. № 7. p. 14-16.