

А.Б. АСЫКПАЕВ, студент гр. ТФ-202 (НАО «Шәкәрім университет»)  
Научный руководитель Е.Н. МЯСОЕДОВА,  
магистр, (НАО «Шәкәрім университет»),  
г. Семей

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО КЛИМАТА**

### **Введение**

В условиях глобального роста энергопотребления особое внимание уделяется рациональному использованию ресурсов и повышению энергоэффективности зданий. По данным Международного энергетического агентства, на жилые и общественные постройки приходится свыше 40 % мирового энергопотребления, значительная часть которого уходит на отопление и кондиционирование воздуха [1].

Для Казахстана, особенно восточных регионов, характерен континентальный климат с резкими перепадами температур: зимой до  $-35^{\circ}\text{C}$ , летом до  $+35^{\circ}\text{C}$ . Такие условия создают серьёзную нагрузку на системы отопления и охлаждения. В Семее проблема энергоэффективности жилого фонда особенно актуальна, так как расходы на отопление составляют значительную часть семейного бюджета.

Например, в типовой квартире площадью  $60\text{ м}^2$  ежегодные затраты на отопление достигают 120–150 тыс. тенге, и около 30 % этой суммы теряется через плохо утеплённые стены и окна. Это показывает, что повышение энергоэффективности имеет не только экологическое, но и важное социально-экономическое значение.

Цель работы – проанализировать особенности энергоэффективности жилых зданий в условиях континентального климата, выделить ключевые направления её повышения и рассмотреть перспективы для Казахстана.

### **1. Особенности континентального климата Казахстана**

Для континентального климата характерны значительные колебания температуры как в течение года, так и в пределах суток, сравнительно низкая влажность воздуха и продолжительный отопительный период, который в ряде регионов длится более 200 дней. В городе Семей средняя температура января составляет примерно  $-15^{\circ}\text{C}$ , а в июле – около  $+22^{\circ}\text{C}$ , однако возможны экстремальные отклонения, когда показатели опускаются до  $-35^{\circ}\text{C}$  или поднимаются выше  $+30^{\circ}\text{C}$ .

Такие природно-климатические условия обуславливают необходимость:

- обеспечения качественной теплоизоляции зданий;

- наличия устойчивых и эффективных систем отопления;
- значительных расходов на энергоресурсы.

В этой связи задача повышения энергоэффективности жилого фонда становится особенно актуальной, так как она позволяет одновременно снизить нагрузку на энергетическую систему и уменьшить выбросы парниковых газов.

Теплопотери через ограждающие конструкции можно приблизительно оценить по формуле:

$$Q = k \cdot A \cdot \Delta T \text{ [Вт]} \quad (1)$$

где  $Q$  – теплопотери (Вт),  $k$  – коэффициент теплопередачи (Вт/(м<sup>2</sup>·К)),  $A$  – площадь конструкции (м<sup>2</sup>),  $\Delta T$  – разница температур внутри и снаружи (К).

Например, для стены площадью 100 м<sup>2</sup> с коэффициентом теплопередачи 1,0 Вт/(м<sup>2</sup>·К) и разницей температур 35 °С теплопотери составляют 3500 Вт. При применении утеплителя, снижающего коэффициент теплопередачи до 0,5, потери уменьшаются до 1750 Вт, то есть почти вдвое.

## **2. Проблемы энергоэффективности жилых зданий**

Большинство жилых зданий в Казахстане возведено в советский период, когда требования к теплотехническим характеристикам строительных материалов и конструкций были существенно ниже современных [2]. Это приводит к ряду проблем:

- коэффициенты теплопередачи стен и окон превышают установленные нормативные значения, регламентированные СН РК 2.04-03-2011 «Строительная теплотехника» [3] (например, для наружных стен жилых зданий в климатических условиях центральных регионов нормативное значение составляет 0,36–0,41 Вт/(м<sup>2</sup>·°С), тогда как фактический показатель старых зданий достигает 0,8–1,0 Вт/(м<sup>2</sup>·°С));

- до 40 % тепловых потерь приходится на ограждающие конструкции (стены, окна, перекрытия), при этом остальные потери распределяются между вентиляцией и инфильтрацией воздуха (около 25–30 %), системами отопления и горячего водоснабжения (20–25 %), а также через пол и крышу (до 10 %);

- системы отопления во многих домах находятся в изношенном состоянии и лишены автоматических средств регулирования.

Согласно данным Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан, энергоэффективность отечественного жилого фонда остаётся на 30–40 % ниже среднемировых показателей [2]. Например, если среднемировое удельное энергопотребление жилых зданий составляет около 150 (кВт·ч)/м<sup>2</sup> в год [1], то для Казахстана этот показатель достигает 200–210 (кВт·ч)/м<sup>2</sup>. Для типовой квартиры площадью 60 м<sup>2</sup> это означает дополнительные 12 000–12 600 кВт·ч ежегодного расхода

энергии, что эквивалентно 100–120 тыс. тенге лишних затрат на отопление. Таким образом, низкая энергоэффективность напрямую отражается на уровне расходов домохозяйств.

### **3. Современные технологии повышения энергоэффективности**

Теплоизоляция строительных конструкций.

Применение современных теплоизоляционных материалов – таких как минеральная вата, пенополистирол или пенополиуретан – позволяет уменьшить потери тепла через стены и кровлю почти наполовину [4]. По оценкам Европейской комиссии, около трёх четвертей жилого фонда ЕС не соответствует актуальным стандартам энергоэффективности, поэтому модернизация ограждающих конструкций считается одним из наиболее действенных способов сокращения энергопотребления [5].

Энергоэффективные окна и двери.

Установка оконных систем с низкоэмиссионным покрытием снижает тепловые потери через светопрозрачные конструкции на 30–40 %. В частности, в Германии реализация масштабной программы замены окон в жилых домах привела к уменьшению расходов на отопление примерно на 20 % [5].

Системы вентиляции с рекуперацией тепла.

Применение вентиляционного оборудования с функцией рекуперации позволяет возвращать до 60 % тепловой энергии вытяжного воздуха. Европейский опыт показывает, что внедрение таких технологий в рамках программ по модернизации жилого фонда снижает совокупные теплопотери в среднем на 15–25 % [5]. Например, в доме с годовым потреблением 20 000 кВт·ч внедрение рекуперации позволяет вернуть до 5000 кВт·ч тепловой энергии, что значительно снижает нагрузку на отопительные системы.

Интеллектуальные системы управления отоплением.

Использование автоматических регуляторов, погодозависимой автоматики и «умных» датчиков температуры обеспечивает более рациональное потребление энергии, позволяя уменьшить затраты на отопление на 10–15 %. Так, если годовое энергопотребление жилого дома составляет 30 000 кВт·ч, внедрение интеллектуальных регуляторов может сократить его на 3000–4500 кВт·ч, что соответствует экономии 100–150 тыс. тенге.

Возобновляемые источники энергии.

Солнечные коллекторы, тепловые насосы и малые ветроустановки могут служить дополнением к традиционным системам теплоснабжения. В Казахстане подобные проекты пока носят в основном пилотный характер, однако их результаты весьма показательны. Так, в учебном корпусе Казахско-Немецкого университета после проведения термомодернизации, включающей утепление и модернизацию инженерных систем, энергопотребление сократилось на 48 %, а в случае расширенного сценария – до 82 % [6].

#### **4. Перспективы применения в Казахстане**

В Казахстане уже действуют инициативы по повышению энергоэффективности жилого сектора, основное внимание уделяется модернизации устаревших зданий и внедрению современных инженерных решений. По оценке UNECE, около 70 % жилого фонда страны теряет до 30 % тепла, и проведение комплексной термомодернизации способно сократить энергопотребление более чем наполовину [7].

Опыт пилотных проектов UNDP и Глобального экологического фонда (GEF) в Алматы, Астане и Караганде показал, что использование энергосервисных контрактов (ESCo-моделей) позволяет сочетать модернизацию зданий с последующей окупаемостью затрат за счёт экономии на отоплении [8].

Для Семей перспективными направлениями являются: утепление наружных стен, чердачных и подвальных перекрытий, замена окон в многоквартирных домах, внедрение приборов учёта и систем регулирования энергопотребления, а также пилотные проекты с использованием солнечных коллекторов и тепловых насосов при поддержке государства.

Для примера, многоквартирный дом площадью 5000 м<sup>2</sup> в Семее за отопительный сезон потребляет около 1 млн кВт·ч тепловой энергии. Термомодернизация (утепление стен, замена окон, установка систем регулирования) позволяет снизить это потребление на 25 %, то есть примерно на 250 тыс. кВт·ч в год. Экономия составит 8–10 млн тенге ежегодно. Если такие меры реализовать хотя бы в 100 домах региона, суммарный эффект достигнет 1 млрд тенге и существенно снизит нагрузку на энергосети.

#### **Заключение**

Повышение энергоэффективности жилищного сектора в условиях континентального климата Казахстана следует рассматривать как одно из приоритетных направлений устойчивого развития. Проведение термомодернизации зданий и внедрение современных решений – от теплоизоляционных материалов и энергосберегающих окон до систем рекуперации воздуха и автоматизированного управления отоплением – позволяет значительно снизить теплопотери и уменьшить затраты на энергоресурсы.

Для города Семей внедрение подобных технологий приобретает особую значимость из-за суровых климатических условий и высокой стоимости отопления для населения. В дальнейшем развитие энергоэффективного строительства и модернизации существующего жилого фонда может стать важным фактором повышения уровня комфорта и благосостояния жителей, одновременно снижая нагрузку на энергетическую инфраструктуру страны.

Список литературы:

1. International Energy Agency (IEA). Energy Efficiency 2022. – Paris : OECD/IEA, 2022. – 208 p.
2. Энергосбережение и повышение энергоэффективности в Республике Казахстан. / Министерство индустрии и инфраструктурного развития РК. – Астана, 2023. – 64 с.
3. СНиП РК 2.04-03-2011. Строительная теплотехника. – Астана, 2011. – 72 с.
4. Садвакасов, Б. Ш. Повышение энергоэффективности зданий в условиях Казахстана // Вестник КазНУ. – 2022. – № 4. – С. 115–122.
5. European Commission. Energy Performance of Buildings Directive. – Brussels : EU Publications, 2020. – 68 p.
6. Moldabekova, A., et al. Energy Efficiency Retrofit Scenarios for University Building in Kazakhstan // Sustainability. – 2022. – Vol. 14, Issue 16. – P. 9813.
7. UNECE. Energy Connectivity in Central Asia : Kazakhstan Policy Brief. – Geneva : United Nations, 2024. – 35 p.
8. UNDP ; GEF. Energy Efficiency in Residential Buildings of Kazakhstan : Final Evaluation Report. – Astana : UNDP Kazakhstan, 2021. – 58 p.

Информация об авторах:

Асыкпаев Арнур Бауржанович, студент 4-го курса гр. ТФ-202, НАО «Шәкәрім университет», 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, д. 20 А, arni.aidi0983368@gmail.com

Мясоедова Екатерина Николаевна, магистр, преподаватель, НАО «Шәкәрім университет» 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинка, д. 20 А, Kate\_white89@mail.ru