

О ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, КОМФОРТНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

УДК 697.1

Аннотация

Одной из основных задач современного жилищного строительства является обеспечение заданного уровня комфортности проживания при одновременной гарантии надежности, безопасности и энергоэффективности принятых конструктивно-технологических решений. В статье рассматриваются основные принципы взаимодействия различных элементов системы обеспечения энергоэффективности, в первую очередь, с целью поддержания заданного теплового режима при одновременном учете сопутствующих факторов (комфорт, безопасность), обеспечивающих возможность длительного пребывания людей в многоэтажных зданиях.

Abstract

One of the main tasks of modern housing construction is to provide a given level of comfort while simultaneously guaranteeing the reliability, safety and energy efficiency of design and technological solutions. The main principles of interaction of various elements of the energy efficiency system are considered in the article, first of all, in order to maintain the preset thermal regime while simultaneously taking into account the attendant factors (comfort, safety) that ensure the possibility of long stay of people in multi-storey buildings.

Современные условия стремительного развития всех отраслей хозяйственной деятельности общества диктуют важность правильного восприятия и оценки различных потребительских характеристик современных жилых зданий, т.к. потенциальный потребитель с каждым годом будет все более заинтересован в том, чтобы его жилье отвечало всем современным требованиям комфорта и при этом характеризовалось определенными показателями *надежности* и *безопасности*.

В настоящее время уже существует множество подходов к оценке данных показателей, однако большинство из них носит, преимущественно, неоднозначный вероятностно-статистический характер. Например, схема взаимодействия факторов, определяющих надежность строительных конструкций, приведенная в [1, рис. 2], является слишком сложной и напрямую не характеризует безопасность нахождения людей в многоэтажных зданиях. Наиболее приближенной оценкой безопасности нахождения людей в зданиях в настоящий период времени являются расчетный и фактический типичные риски смерти [1, табл. 1], а также время, в течение которого человек подвергается данным рискам. Так, по состоянию до 1985 г. по данным Melchers R.E. [1, лит. 34] по обрушению строительных конструкций типичный риск смерти составлял $0,1 \cdot 10^{-6}/\text{год}$, а при пожарах – $(8 \div 24) \cdot 10^{-6}/\text{год}$, что

в $8 \div 24$ раза больше принятого в СССР и ныне в нашей стране норматива [2, с. 1, п. 1.2].

Следует отметить, что данные нормативы относятся к обобщенным показателям, включающим в том числе жилой сектор. Интересно также отметить, что одним из самых высоких показателей типичного риска смерти обладает процесс проведения строительно-монтажных работ, величина которого до 1985 г. была очень высокой и составляла $(150-440) \cdot 10^{-6}/\text{год}$ при 2200 часах рабочего времени в год. Еще более неоднозначными становятся подходы к оценке надежности и безопасности строительной продукции в условиях постепенного перехода к европейским принципам проектирования, в частности, можно отметить некоторые затруднения правильного восприятия оценки различных характеристик зданий. Например, определенные трудности для понимания даже в несколько упрощенном, но весьма интересном изложении [1] представляют проблемы оценки надежности конструкций зданий, в частности, такое понятие, как «преобразованное расчетное значение переменной» согласно ISO 2394 «General principles on reliability for structures».

Неотъемлемой характеристикой эффективности функционирования современных жилых зданий, наряду с надежностью и безопасностью, является их *энергоэффективность*. Следует отметить, что в Республике Беларусь уже многое сделано для разра-

ботки и реализации принципов повышения энергоэффективности жилых зданий, в частности, в сферах отопления и вентиляции, отличающихся наличием множества сопутствующих факторов, осложняющих процесс точного расчета их исправной работоспособности. Одним из факторов, например, является несоответствие между нормируемыми и фактически существующими показателями средних температур в жилых помещениях. Так, по данным замеров преобладающих средних температур в жилых помещениях в зимнее время [3, с. 79, 80], они составляют примерно 21°C , что выше современных расчетных нормируемых величин ($18-20^\circ\text{C}$) и соответствует ранее существовавшим нормам ($20-22^\circ\text{C}$). Ключевое значение в повышении энергоэффективности отопительных систем жилых зданий имеет требование об обязательном обустройстве систем отопления с горизонтальной разводкой теплоносителя, которая позволяет устанавливать любую регулирующую аппаратуру и приборы учета тепла. Несмотря на то, что в настоящее время данное техническое решение все еще находится в стадии усовершенствования и доработки, подобный подход, безусловно, станет основным в общей системе повышения энергоэффективности зданий в будущем.

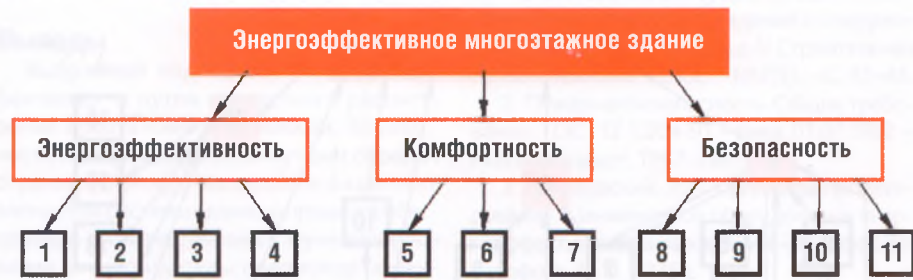
Среди прочих актуальных вопросов в сфере повышения энергоэффективности жилья в настоящее время также можно выделить вопросы массового применения электри-

ческих кухонных плит (что позволяет не только улучшить экологическую обстановку, но и выполнять свободную планировку жилой ячейки), а также внедрения электрического отопления зданий. Сопутствующей характеристикой безопасности при рассмотрении вопроса энергоэффективности является также использование надежных строительных материалов, о чем свидетельствуют, например, происшедшие в странах СНГ за последние годы случаи возгорания пенных теплоизолирующих слоев наружных ограждений многоэтажных зданий с тяжелыми последствиями.

Учитывая необходимость дальнейшего повышения уровня оценки показателя энергоэффективности в отдельности и комфортности жилья в целом, безусловно, с учетом обеспечения общей безопасности эксплуатации зданий предлагается рассмотреть перечисленные оценочные факторы в единой связке, как это представлено на примерной упрощенной схеме (рис. 1). Следует отметить, что в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 годы» одним из приоритетных направлений научно-технической деятельности в Республике Беларусь является повышение энергоэффективности различных отраслей хозяйственной деятельности общества. Поэтому рассмотрение и анализ путей решения этой проблемы, в частности, в строительном комплексе является важной научной задачей.

Как уже отмечалось, одним из основных способов повышения энергоэффективности зданий является эффективное управление системами отопления и горячего водоснабжения. На сегодняшний день, например, известно несколько способов регулирования данных систем и поддержания заданного теплового режима [4, 5] воздушной среды внутри зданий. Общим недостатком этих способов является учет только текущих значений температур воздуха внутри и снаружи здания, а также неравномерность потребления горячей воды. Известен способ [6] совместного регулирования систем отопления и горячего водоснабжения с учетом применения балансового коэффициента $\chi = 1,2$ к среднему уровню расхода теплоты на горячее водоснабжение, основная часть которого должна компенсироваться за счет тепловой инерции

Рис. 1. Примерная упрощенная схема влияния основных факторов на энергоэффективность и необходимые сопутствующие условия длительного пребывания людей внутри многоэтажного здания



1 – климатические, солнечные и ветровые условия; 2 – термическое сопротивление ограждающих конструкций; нестационарность теплопередачи; 3 – системы (режим) отопления и горячего водоснабжения; 4 – системы вентиляции и кондиционирования; 5 – расположение источников нагрева и охлаждения; потокораспределение; 6 – регулировка теплового режима и потокораспределения; 7 – конвективные перетоки воздуха; 8 – повышенная надежность строительных конструкций и элементов; 9 – аварийные теплоснабжение и вентиляция; защита от замерзания; 10 – конвективное движение воздуха при пожаре; 11 – противопожарная система вентиляции и пути эвакуации людей.

зданий. Однако такая компенсация неравномерности, которая характеризуется коэффициентом $K_n = 2-3$, применима для жилых зданий старой постройки с массивными стенами из кирпича и железобетонных панелей при небольшом термическом сопротивлении ограждающих конструкций ($R = 1,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$). Для новых зданий с увеличением термического сопротивления наружных ограждений до $R \approx 2,5-3,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ за счет эффективной легкой теплоизоляции с незначительной теплоемкостью даже двухчасовой перерыв в отоплении может приводить к недопустимому понижению температуры, что является недостатком. Кроме этого данный способ не учитывает изменений в тепловой нагрузке зданий с течением времени суток.

Важное значение в процессе повышения энергоэффективности жилищного фонда нашей страны имеет усовершенствование систем теплоснабжения существующих жилых зданий. В качестве примера эффективного решения переустройства рассматриваемых систем можно привести способ [7], реализация которого в процессе реконструкции здания в итоге (при обновлении нормальной

эксплуатации) значительно оптимизирует объем потребляемой зданием тепловой энергии. В частности, в процессе эксплуатации обеспечивается подача такого суммарного расчетного максимального расхода теплоты $\sum Q_m$, который соответствует сумме максимального расчетного расхода теплоты на

отопление Q_T , среднесуточного расхода теплоты на горячее водоснабжение Q_G и расчетного расхода теплоты на вентиляцию здания Q_B . При превышении максимальным часовым расходом теплоты на горячее водоснабжение $\sum Q_{r,max}$ суммарного максимального расхода дополнительно производят ограничение подачи общего расхода тепла в здание на уровне $\sum Q_m$ по времени реализации максимального теплопотребления на горячее водоснабжение, в течение которого действует неравенство $Q_{r,max} \geq Q_T + Q_G + Q_B$, с учетом регулирования в сторону уменьшения подачи тепла по наружной температуре. При отсутствии отопления в теплый период года регулирование подачи тепла производят по суточному графику потребления горячей воды. Основным недостатком этого способа является отсутствие выбора режимов работы управляемых источников тепла для поддержания заданного теплового режима внутри здания (аккумулятор тепла, тепловой насос, рекуператор «воздух-воздух» и др.) с учетом динамического взаимодействия всех элементов системы.

В качестве примера оценки сложности процесса повышения энергоэффективности многоэтажных жилых зданий на рис. 2 приведена схема взаимодействия различных элементов для поддержания, в частности, заданного теплового режима внутри здания. Следует отметить, что полная характеристика каждого из этих элементов является одной из достаточно сложных теплофизических задач, многие из которых рассмотрены в монографии [3]. В то же время необходимо учитывать, что в приведенных составляющих теплового баланса [3, рис. 1.6] энергоэффективных зданий отсутствует указание на их сложное взаимодействие и возможности использования вторичных энергоресурсов. ▶

Ключевое значение в повышении энергоэффективности отопительных систем жилых зданий имеет требование обязательного обустройстве систем отопления с горизонтальной разводкой теплоносителя, которая позволяет устанавливать любую регулируемую аппаратуру и приборы учета тепла.

с климатическими характеристиками региона. Следует отметить, что на схему теплоснабжения могут оказывать влияние даже размеры земельного отвода для здания, так как от этого зависит возможное количество используемых теплонасосных установок и режимов их работы. Необходимо отметить, что основной целью в процессе повышения энергоэффективности зданий является выбор такого режима работы всех элементов внутридомовой системы теплоснабжения с учетом их взаимодействия, который позволил бы уменьшить потребление теплоносителя от внешней централизованной системы вплоть до полного самообеспечения с учетом уменьшения стоимости потребляемой электроэнергии в ночное время.

В целом можно обозначить еще немало вопросов надежности, комфортности и безопасности, которые следует учитывать при выполнении вышеупомянутого Указа Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 годы» по пункту первому в части «энергоэффективность» и по пункту третьему в части «перспективные строительные технологии, конструкции, материалы». Следует отметить, что в значительной степени вопросы энергоэффективности зданий отражаются в технических нормативных правовых актах, перечень которых подготавливается РУП «Стройтехнорм» [9 и т.п.]. Представленная в данном перечне часть «Основные положения безопасности зданий и сооружений» [9, с. 18–26] как раз отражает вы-

бранную политику многокомпонентной направленности решения вопроса обеспечения качественного функционирования многоэтажных зданий.

Выводы

Выбранный подход оценки энергоэффективности путем совместного рассмотрения показателей надежности, безопасности и комфортности наилучшим образом отражает сложную взаимосвязь различных элементов системы здания в процессе обеспечения его качественного функционирования, о чем свидетельствует представленная упрощенная схема влияния основных факторов на энергоэффективность, с учетом необходимых сопутствующих условий длительного пребывания людей внутри многоэтажного здания.

В качестве одного из основных критериев оценки энергоэффективности зданий принят соответствующий тепловой режим внутри помещений. Представленная схема взаимодействия различных подсистем для поддержания заданного теплового режима внутри многоэтажного здания свидетельствует о многокомпонентности процесса обеспечения качественно исправного состояния данного показателя. В общем случае для поддержания заданного теплового режима учитываются все источники поступления теплоты в помещение и все имеющиеся каналы потерь теплоты из помещения, на основании чего путем составления уравнения теплового баланса рассматривают режимы работы управляемых элементов внутридомовой системы теплоснабжения с учетом их динамического взаимодействия.

Литература

1. Тур, В.В., Пецольд, Т.М. Зарубежный опыт нормирования в области оценки технического состояния существующих железобетонных конструкций зданий и сооружений / В.В. Тур, Т.М. Пецольд // Строительная наука и техника. – 2006. – №2(5). – С. 32–46.
2. Пожарная безопасность. Общие требования: ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 01.07.1992. – М.: Госстандарт, 1992. – 81 с.
3. Данилевский, Л.Н. Принципы проектирования и инженерное оборудование энергоэффективных жилых зданий. – Минск: Бизнесофсет, 2011. – 375 с.
4. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. Б.М. Хрусталева. – М.: Издательство АСВ, 2007. – 784 с., 183 ил.
5. Инженерное оборудование зданий и сооружений: Энциклопедия / под ред. Яковлева С.В. – М.: Стройиздат, 1994. – 512 с.
6. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергоиздат, 1982. – 360 с.
7. Осипов, С.Н., Пилипенко, В.М. Энергоэффективные режимы теплоснабжения жилых зданий / С.Н. Осипов, В.М. Пилипенко // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2015. – №2. – С. 47–60.
8. Пилипенко, В.М. Организационно-технологические принципы комплексной реконструкции индустриальной жилой застройки: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.23.08, 05.23.03 – Минск: БНТУ, 2009. – 44 с.
9. Перечень технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства, действующих на территории Республики Беларусь. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2009. – 180 с. ■

Статья поступила в редакцию 07.05.2018