

Пути повышения энергоэффективности современных зданий городского типа

И.В. Гиясова

Московский государственный строительный университет

Аннотация: Задача повышения энергоэффективности зданий путём минимизации теплопотерь внутри помещений и оптимизации энергопотребления является актуальной. Она решается с учетом особенностей влияния климатических факторов на здания, во-первых, грамотным выполнением теплоизоляции наружных ограждений, во-вторых, применением эффективных теплоизоляционных материалов. Здания, являясь по сути объемными геометрическими фигурами различной формы, по-разному реагируют на природно-климатические факторы, так как их теплоустойчивость напрямую зависит от форм и объемов. В статье выполнен анализ зависимости теплоустойчивости городских зданий от их геометрических форм и объемов. На примере башни Эволюция Московского международного делового центра Москва-Сити выполнен расчет теплопотерь помещений, расположенных на разных по высоте этажах и выявлены изменения основных климатических факторов по высоте объекта.

Ключевые слова: здания, теплопотери, энергопотребление, теплоустойчивость, энергоэффективность, ограждающие конструкции, городская среда, теплоизоляция, проектирование, природно-климатические факторы.

Единообразие форм и объемов зданий, их единая геометрия - следствие унификации и типизации в строительной индустрии. Известно, что на теплоустойчивость зданий негативно влияет преобладание прямоугольных форм планов и фасадов. При этом возникает необходимость в дополнительных мероприятиях по утеплению конструкций по причине отсутствия обтекаемости при ветровых нагрузках. Наружные ограждающие конструкции зданий, являясь барьером между наружной и внутренней средой, играют важную роль в формировании теплового баланса зданий.

Из рисунка 1 [1] видно, что потери тепла через наружные ограждающие конструкции составляют около 50% от общих тепловых потерь здания. Следовательно, в свете решения глобальной задачи повышения энергоэффективности зданий, вопрос теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий является основным.

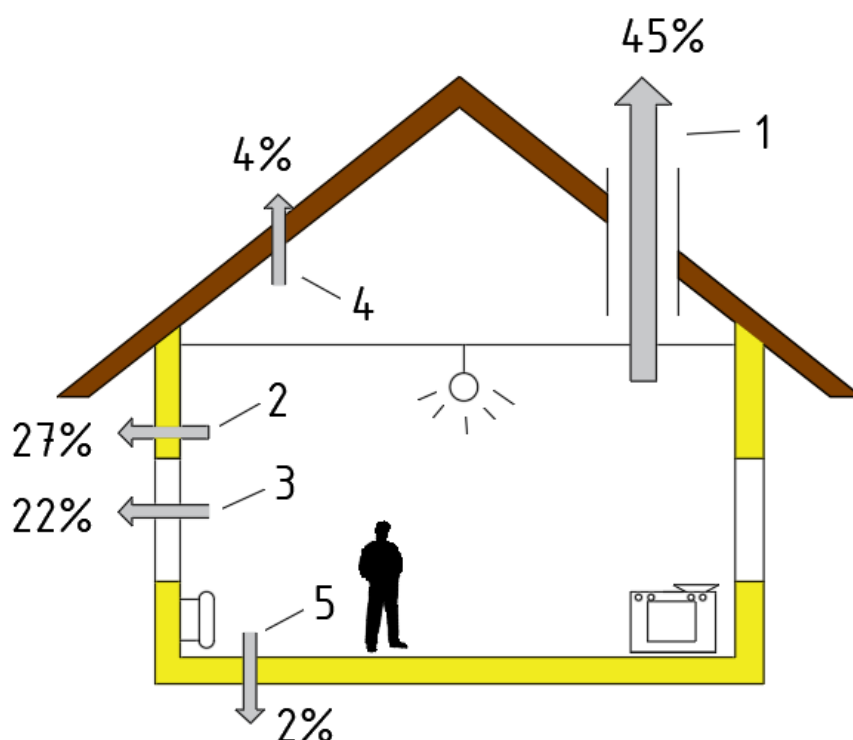


Рис. 1. – Стандартная структура тепловых потерь жилого дома в холодный период года. Величина теплотерь в процентах: 1 - вследствие воздухообмена; 2 - через наружные ограждающие конструкции; 3 - через световые проёмы и их неплотности; 4 – через верхнюю часть здания - перекрытие и крышу; 5 – через подвал и пол

Теплоизоляцию наружных ограждающих конструкций можно отнести к пассивной защите здания от тепловых потерь [2]. Задачу повышения энергоэффективности современных зданий необходимо решать на стадии архитектурного проектирования разрабатывая такие мероприятия как создание компактных архитектурных решений и минимизация площади наружной поверхности стен.

Известны следующие способы утепления фасадов:

- системы утепления с тонким штукатурным слоем;
- системы утепления фасада с тяжелым штукатурным слоем;

- трехслойная стеновая кладка: стена, теплоизоляция и облицовочный кирпич;
- навесные вентилируемые фасады.

При выборе проектных решений современных зданий городского типа, для повышения энергоэффективности необходимо учитывать геометрию проектируемого здания, конструктивные особенности наружных стен и их теплоизоляцию.

В работе [3] выполнено сравнение теплопотерь трёх геометрических форм здания: кубического, трехэтажного прямоугольного и одноэтажного вытянутого здания. При этом теплопотери зданий, имеющих одинаковую отапливаемую площадь и объемом, значительно отличаются. Анализ отношения площади тепловых потерь дома (наружных стен, крыши и пола под фундаментом) к его полезной площади дает оценку эффективности геометрической конструкции здания в аспекте тепловых потерь. Таким образом, было выявлено, что при расходе потерь тепла 100% для кубического трехэтажного здания, 117% - составляют расходы тепла трехэтажного здания прямоугольной формы и 172% - расход тепла одноэтажным баракком. Результаты показаны на рис.2 [3]. Следовательно, наиболее низкий уровень теплопотерь можно наблюдать в многоэтажных зданиях с высокой компактностью.

Проектирование компактных зданий, характерно, как правило, для современной застройки развитых городов с повышенной плотностью: при сохранении общей площади здания уменьшается площадь наружных ограждающих конструкций. Кроме того, в современных городах возводятся здания сложных архитектурных форм. Разнообразие геометрии зданий требует индивидуального подхода при утеплении наружных ограждающих конструкций. В связи с этим, учитывая технологию возведения зданий современных городов, для утепления наружных

ограждающих конструкций необходимо на стадии проектирования проводить анализ теплоизоляционных материалов и их основных характеристик [4].

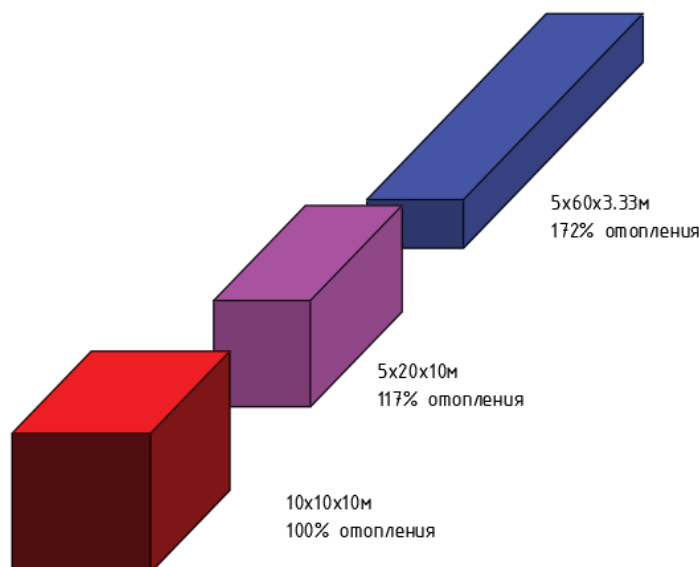


Рис. 2. – Сравнительная диаграмма теплотребления:

здание кубической формы - ●

трёхэтажное здание прямоугольной формы - ●

одноэтажное вытянутое здание - ●

Основной характеристикой теплоизоляционных материалов является теплопроводность, которая характеризуется коэффициентом теплопроводности λ . Информация о теплопроводности различных материалов представлена в виде таблицы 1 [5]. В таблице представлены два параметра: коэффициент теплопроводности и толщина стены, которая потребуется для обеспечения оптимальной температуры внутри здания.

Здания современных городов имеют компактную форму в плане и большую высоту. При этом наблюдается уменьшение температуры наружного воздуха по высоте здания. На примере башни Эволюция делового центра Москва-Сити были произведены расчеты теплотерь через наружное ограждение разноэтажно расположенных помещений.

Таблица № 1

Толщина стены для обеспечения оптимальной температуры
внутри здания

№ п/п	Материал стены	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м ⁰ С)	Требуемая толщина, м
1	Железобетон	1,7	5,33
2	Кладка из силикатного полнотелого кирпича	0,76	2,38
3	Шлакобетон	0,6	1,88
4	Керамзитобетон	0,47	1,48
5	Пенобетон	0,3	0,94
6	Клееный деревянный брус	0,16	0,5
7	Газосиликат	0,15	0,47
8	Минеральная вата	0,041	0,13
9	Пенополистирол	0,039	0,12

Теплопотери помещения за счет теплопередачи через наружные ограждения определяются суммированием потерь тепла через каждое наружное ограждение [6].

Так как здание является многофункциональным, необходимо учитывать разные расчетные температуры внутреннего воздуха для основных помещений в холодный период года: офисные помещения +20°С; торговые залы, магазины +18°С; залы ресторанов, кафе +18°С; офисные помещения +20°С; кухня ресторана +16°С; холлы, коридоры +18°С; технические помещения +10°С; технические помещения слаботочных систем +22°С; санузлы +18°С; автостоянка +5°С. При этом, расчетная средняя по зданию внутренняя температура в холодный период принималась до + 20°С.

По расчетам теплопотерь помещений здания построен график (рис. 3).

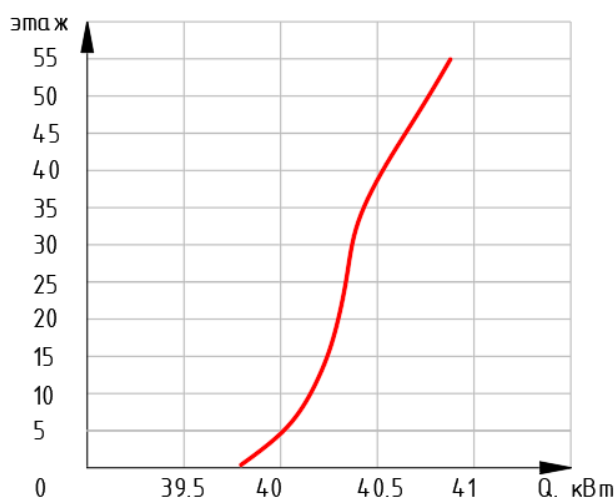


Рис. 3. – Теплотери разноэтажно расположенных помещений башни
Эволюция для города Москвы

Из графика видно, что теплотери здания увеличиваются в зависимости от высоты здания. Этому способствует понижение температуры и увеличение скорости ветра по высоте здания [7-10]. Приведенные данные необходимо учитывать при расчете теплоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий городского типа.

В результате анализа и исследований можно сделать следующие выводы:

1. В связи с тем, что около 50 % теплотерь происходит через наружные ограждающие конструкции, основным способом повышения энергоэффективности зданий является совершенствование современных технологий теплоизоляции фасадов и создание новых энергоэффективных теплоизоляционных материалов.

2. При проектировании архитектурных и объемно-планировочных решений современных зданий необходимо принимать во внимание объемную пластику фасадов: оптимизировать форму зданий путем уменьшения площади наружных ограждающих конструкций с целью снижения тепловых потерь через них.

3. При разработке конструктивных решений и утепления наружных стен и фасадов многоэтажных зданий необходимо учитывать изменение природно-климатических факторов по высоте здания.

Литература

1. Энергообеспечение жилищного комплекса от альтернативных источников энергии: Справочно-методическое пособие / Пантелеев В.П., Аккозиев И. А., Галанина И. И., Сулайманова Д., - Бишкек: КРСУ, 2009. - 212 с., с.37.

2. Гиясов А. Тепло-ветровой режим городского каньона, взаимосвязь его с воздушной средой помещений // Инженерный вестник Дона, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4737/.

3. Волков А.А., Гиясов Б.И., Челышков П.Д., Седов А.В., Стригин Б.С. Оптимизация архитектуры и инженерного обеспечения современных зданий в целях повышения их энергетической эффективности.//Научно-технический вестник Поволжья. 2014, № 6, с..111-114.

4. Gustsvsson L., Dodo A., Truong N. L., Danielski I. Primary energy implications of end-use energy efficiency measures in district hested buildings // "Energy and buildings". 2011, т.43, № 1. pp. 38-48

5. Таблицы теплотехнических показателей строительных материалов / Д-р техн. наук проф. Франчук А. У.; Госстрой СССР. Науч. - исслед. ин-т строит. физики. - 2-е изд., с изм. и доп. - Москва : Отд. информ.-изд. и патентно-лиценз. работы, 1969. - 142 с.; с. 25-36.

6. Малявина Е. Г. Теплотери здания: справочное пособие. — М.: АВОК-ПРЕСС, 2007 - 144 с., с. 87

7. Самарин О.Д. Нормирование энергопотребления здания с учетом теплопоступлений от солнечной радиации. // Жилищное строительство. 2013, № 1, с. 32 – 33.

8. Воздействие ветра на здания и сооружения / Симиу Э., Сканлан Р.; Перевод с английского Маслова Б. Е., Швецовой А. В.; Под редакцией канд. техн. наук Маслова Б. Е. — Москва: Стройиздат, 1984. — 360 с., ил. — Перевод изд.: Wind Effects on Structures / E. Simiu, R. Scanlan (1978), с. 95-101.

9. Janusz Bujak. Optimal control of energy losses in multi-boiler steam system// "Energy", Volume 34, Issue 9, September 2009, pp. 1260–1270.

10. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. с.8-10.

References

1. Jenergoobespechenie zhilishhnogo kompleksa ot al'ternativnyh istochnikov jenerгии [Energy supply of the housing complex from alternative energy sources]: Spravochno-metodicheskoe posobie Panteleev V.P., Akkoziev I. A., Galanina I. I., Sulajmanova D., Bishkek: KRSU, 2009. 212 p.

2. Giyasov A. Inzhenernyy vestnik Dona, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4737/.

3. Volkov A.A., Gijasov B.I., Chelyshkov P.D., Sedov A.V., Strigin B.S. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja. 2014, № 6, p.111-114.

4. Gustsvsson L., Dodo A., Truong N. L., Danielski I. "Energy and buildings". 2011, t.43, № 1. p. 38-48.

5. Tablicy teplotnicheskikh pokazatelej stroitel'nyh materialov [Tables of thermotechnical indicators of building materials] D-r tehn. nauk prof. Franchuk A. U.; Gosstroj SSSR. Nauch.-issled. in-t stroit. fiziki. 2-e izd., s izm. i dop. Moskva: Otd. Inform.-izd. i patentno-licenz. raboty, 1969. 142 p.; p. 25-36.

6. Maljavina E. G. Teplopoteri zdaniya [Heat loss of the building]: spravochnoe posobie. M.: AVOK-PRESS, 2007.144 p., p. 87

7. Samarin O.D. Zhilishhnoe stroitel'stvo. 2013, № 1, pp. 32 – 33.



8. Vozdejstvie vetra na zdaniya i sooruzheniya [The impact of wind on buildings and structures] Simiu Je., Skanlan R.; Perevod s anglijskogo Maslova B. E., Shvecovoj A. V.; Pod redakciej kand. tehn. nauk Maslova B. E. Moskva: Strojizdat, 1984. 360 p., il. Perevod izd.: Wind Effects on Structures Simiu E., Scanlan R. (1978), p. 95-101.

9. Janusz Bujak. "Energy", Volume 34, Issue 9, September 2009, pp. 1260–1270.

10. Tabunshhikov Ju. A., Brodach M. M., Shilkin N. V. Jenergojefektivnye zdaniya [Energy efficient buildings] M.: AVOK-PRESS, 2003. pp.8-10.