

Влияние объемно-планировочного решения здания на показатели энергоэффективности

Д.А. Ким, Т.Б. Гиясов

Национальный исследовательский московский государственный строительный университет НИУ МГСУ, Москва

Аннотация: Статья посвящена сравнительному анализу строительства и эксплуатации зданий традиционной формы и круглой формы в плане с позиции их энергоэффективности. Даны данные на материальные затраты при эксплуатации зданий различных форм.

Ключевые слова: формообразование, круглые здания, энергоэффективность, квадратные здания, формы зданий, отопление, тепловая защита.

Возникновение новых функциональных требований в архитектуре бесконечно и связано с развитием человеческого общества. Если раньше жилище человека выполняло функцию непосредственной защиты его от хищников, неблагоприятных природных факторов, то с течением времени эти функции усложнялись, стали рассматриваться вопросы эргономического характера, эстетического восприятия, экологические аспекты. Также заметна особая роль некоторых процессов в функции современного жилища, например, процессы, связанные с воспитанием и обучением детей, оказанием специализированной медицинской помощи, приготовлением пищи и т.д.

Объективные, а также субъективные условия, во многом определяющие формообразование здания, могут включать в себя типологические требования к зданию; уровень и возможности строительной техники; используемые конструкции и строительные материалы; экономические соображения; социальную структуру общества; различные формы общественного сознания, включая эстетические нормы; биологию, физиологию, психологию, также закономерности зрительного восприятия здания; климат; фактор времени и т. д. [1-5].

Сравнение всех этих факторов вызывает затруднения, потому что они имеют различные формы своего выражения. Проводя анализ процесса

формообразования здания и пытаюсь дать какие-либо характеристики его стадиям, нельзя однозначно утверждать, что фактор зрительного восприятия превалирует над фактором влияния используемых строительных материалов. Процесс формообразования зданий и сооружений соединен с творческим поиском и с процессом восприятия, а в этом, безусловно, прослеживается связь с субъективными факторами.

Нельзя ставить все факторы формообразования в единый ряд, нельзя одинаково оценивать влияние каждого из них на конечный результат. Они важны каждый сам по себе и вместе взятые. Различие их обусловлено принадлежностью к тем или иным высшим или низшим категориям [6-9]. Поэтому анализ отдельных этапов должен подразумевать их непосредственную связь друг с другом и влияние одного на другой.

Изучая формообразование зданий и сооружений, необходимо помнить о специфическом воздействии формы на восприятие ее человеком. В различных исследованиях формообразующих процессов, восприятие формы всегда будет той отправной точкой, без которой невозможно понять и раскрыть общие закономерности формообразования.

Восприятие архитектурных форм – это не просто процесс зрительного восприятия, как это преподносится иногда. Это один из составляющих сложного процесса, в котором человек всегда является непосредственным участником.

Как ранее было доказано, при прочих равных условиях наименьшие потери и поступления теплоты через наружные ограждения присущи зданиям с круглым и квадратным планировочным решением, в форме цилиндра, сферы, куба. Такие здания при одной и той же полезной жилой площади обладают меньшей поверхностью наружных стен, чем здания в форме параллелепипеда с прямоугольным планировочным решением [10-12].

В середине XX века стали использовать метод проектирования зданий с «условно минимальными теплотерями». Согласно этому методу высота здания, м, определяется формулой [1]:

$$H = 0,64 \cdot \sqrt{V_H k_{ID}}$$

размер стороны основания, м, формулой:

$$a = 1,26 \cdot \sqrt[3]{V_i / k_{ID}}$$

V_H – наружный объем здания, м³;

k_{IP} – приведенный коэффициент теплопередачи, Вт/(м² °С) ,
горизонтальных наружных ограждений

$$k_{IP} = (a \cdot k_{ПЛ} + b \cdot k_{ПТ}) / k_{Э}$$

a, b – поправочные множители на расчетную разность температур соответственно для верхнего перекрытия и пола;

$k_{Э}$ — приведенный коэффициент теплопередачи вертикальных ограждений:

$$k_{Э} = k_C + r_{ост} (k_O - k_C)$$

$k_C, k_O, k_{ПЛ}, k_{ПТ}$ – коэффициент теплопередачи соответственно стен, окон, пола и потолка;

$r_{ост}$ – коэффициент остекления.

Уменьшение потерь и поступлений теплоты через наружные стены квадратных и круглых в плане формы зданий по сравнению с прямоугольными в первом приближении можно оценить, пользуясь графиком изменения относительных периметров, рис.1.

$$1 - P = P_{KB} / P;$$

$$2 - P = P_{KP} / P$$

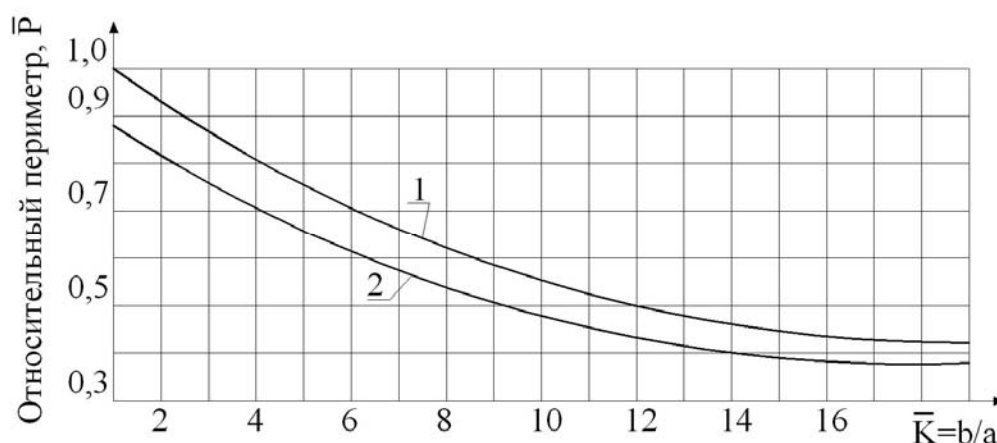


Рис.1. – График изменения относительных периметров

Прямоугольному в плане зданию, стороны которого относятся друг к другу как 10:1, соответствуют равные по площади квадратное и круглое здания, периметры которых меньше на 43 и 50%.

Относительная величина периметров квадрата и круга, равновеликих по площади ($S = \text{const}$) прямоугольнику

По мнению ряда специалистов, в ближайшие годы все больше будет проявляться тенденция к проектированию и строительству общественных зданий пирамидальной, цилиндрической, сферической и каплеобразной форм, позволяющих получать экономию строительных материалов на ограждения и уменьшать расходы теплоты и холода на системы кондиционирования, вентиляции и отопления [13-15].

В промышленном строительстве по технологическим соображениям широко применяется блокирование производств в крупномасштабных зданиях.

Многие энергоэффективные решения закладываются еще на этапе проектирования и строительства здания. Одни из них являются материально затратными: выбор толщины и материала стен, наличие утепления стен и крыши, количество и качество монтажа окон, тип стеклопакетов и так далее.

Но есть и другие, так называемые, конструктивные решения, которые условно не требуют материального вложения.

Одно из таких решений — площадь наружных стен, через которые проходит тепло. Чем больше площадь стен – тем выше тепловые потери здания. Проанализируем, как обычное изменение формы здания позволяет сократить потенциальные теплотери, при этом не уменьшая жилую площадь здания.

Для сравнительного анализа рассмотрим три варианта формы: обычная прямоугольная (квадратная) форма, «Г»-образная и круглая форма одноэтажного жилого здания площадью 180 м^2 и высотой потолков 3 м. Материал стен не имеет значения, но для дальнейших расчетов предположим, что это газобетонные блоки, толщиной 40 см, без утепления (рис.2).

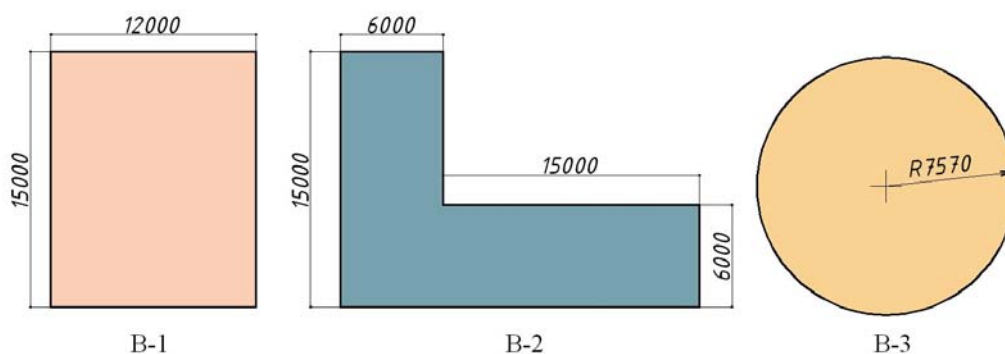


Рис.2. – Варианты формы здания в плане

Общая жилая площадь во всех случаях одинаковая — по 180 м^2 , однако площадь наружных стен — разная. В первом варианте это 162 м^2 , во втором — 216 м^2 , в третьем варианте – $142,6\text{ м}^2$.

Произведя подсчеты, было определено во сколько раз обходятся тепловые потери здания через стены и сколько понадобится кубометров газа, чтобы их компенсировать.

При наружной температуре воздуха 0°C и внутренней $+22^{\circ}\text{C}$, и длительности отопительного периода – 150 суток, скорости ветра — 3 м/с и цене газа – 6,98 руб./м³, теплотери на 1м² стены составят 7,85 Вт/ч. (таблица 1).

Таблица №1

Характеристики	В-1	В-2	В-3
Площадь наружных стен, м ²	162	216	142,6
Суточные теплотери, кВт	24,53	32,71	11,2
Годовые теплотери, кВт	3 680	4 906	3240
Расход газа, м ³ /год	528,7	704,9	465,4
Годовые затраты, руб.	3690	4 920	3248
Переплата за отопление, руб/год	442	1672	-

Как показывают результаты сравнительного анализа, за счет изменения формы здания его потенциальные теплотери удастся снизить на 1666кВт-ч/год, что при тарифе на газ 6,98 руб./м³ составит 1672руб./год. С одной стороны это немного, но с другой — не требует никаких дополнительных затрат.

Чем лучше теплоизоляционные качества материала стены, тем больше будет экономия. Для стены из ракушника она составит 3 169руб./год, пустотелого кирпича — 4 036руб./год, пенобетона — 2 885руб./год.

В расчетах использована средняя уличная температура 0°C , но чем холоднее на улице, тем больше теплотери. Для примера выше, при уличной температуре -10°C (вместо 0°C) переплата за отопление будет уже на 50% выше — 1789руб./год.

Каждый угол в здании – это мостик холода. У здания квадратной формы четыре угла, у здания «Г»-образной формы – шесть, в здании круглой формы углов нет. Если же планировочное решение здания решено в еще более сложной форме, то и углов, соответственно, будет больше, что приводит к еще большим дополнительным теплов потерям и расходу традиционного топлива для отопления здания.

Расчеты произведены для отопления здания газом. При использовании альтернативных источников тепла, затраты на отопление будут другими.

Выбор формы здания — одно из важнейших конструктивных решений для строительства энергоэффективных зданий. Круг здания в плане является оптимальной фигурой для сохранения тепла здания. Круглое объемно-пространственное композиционное решение зданий, отличаясь своеобразием в архитектурном формообразовании, имеет широкое применение на всех территориях и особенно в районах с суровым и холодным климатом.

Литература

1. Ермолаев Н.С. Проблемы теплоснабжения и отопления многоэтажных зданий. М., 1949. С.200.
2. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. М., 1982. С. 312.
3. Барышев В., Трутаев В. Источник энергии – в ее экономии. Минск, 1997.С. 64–71.
4. Бродач М.М. Теплоэнергетическая оптимизация ориентации и размеров здания // Научные труды НИИ строительной физики. М., 1987. С. 97-101.
5. 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 энергоэффективности // Научно-технический вестник Поволжья №6, Казань, 2014. С.111-113.

6. Волков А.А. Иерархии представления энергетических систем // Вестник МГСУ. 2013. № 1. С. 190-193.

7. Гиясов Б.И. Влияние развития инфраструктуры городов на жилую среду.// Вестник МГСУ. 2012. №4, С. 17-21.

8. Гиясов Б.И., Цева А.В. Влияние энергоэффективности зданий на экологический баланс окружающей среды // Научное обозрение №4, М., 2015. № 4, С.174-178.

9. Губернский Ю.Д., Лицкевич В.К. Жилище для человека. М., 1991. С. 35-43.

10. Еремкин А.И., Королева Т.И. Тепловой режим зданий. М., 2000. С. 47-50.

11. Савенок А.Ф., Е.И. Савенок. Основы экологии и рационального природопользования. Минск, 2004. С. 432.

12. Москаленко А.И. Многоквартирные жилые дома конца 19-начала 20 веков // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 1) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1102

13. Горгорова Ю.В. Проектирование гостиниц для природно-климатических условий гор и предгорий Юга России // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2087/.

14. Gihan L. K. Garas, Hala G. El Kady, Ayman H. El Alfy. Developing a new combined structural roofing system of domes and vaults supported by cementitious straw bricks // Journal of Engineering and Applied Sciences, 2010, №4 URL: arpnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0410_324.pdf.

15. Mohammadjavad Mahdavinejad, Negar Badri, Maryam Fakhari, Mahya Haqshenas. The Role of Domed Shape Roofs in Energy Loss at Night in Hot and Dry Climate (Case Study: Isfahan Historical Mosques Domes in Iran) //



American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013, №6 URL:
<http://pubs.sciepub.com/ajcea/1/6/1/>.

References

1. Ermolaev N.S. Problemy teplosnabzheniya i otopleniya mnogoetazhnyh zdaniy [The problems of heat supply and heating of multi-storey buildings]. M., 1949. p.200.
 2. Barkalov B.V., Karpis E.E. Kondicionirovanie vozduha v promyshlennyh, obshchestvennyj i zhilyh zdaniyah [Air conditioning in rooms, public and residential buildings]. M., 1982. p. 312.
 3. Baryshev V., Trutaev V. Istochnik jenergii – v ee jekonomii. [The source of energy is saving]. Minsk, 1997. pp. 64-71.
 4. Brodach M.M. Nauchnye trudy NII stroitel'noj fiziki. 1987. pp. 97-101.
 5. Volkov A.A., Gijasov B.I., Chelyshkov P.D., Sedov A.V., Strigin B.S. Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja №6, Kazan', 2014. pp.111-113.
 6. Volkov A.A. Vestnik MGSU № 1. 2013. pp. 190-193.
 7. Gijasov B.I. Vestnik MGSU №4. 2012. pp. 17-21.
 8. Gijasov B.I., Ceva A.V. Nauchnoe obozrenie № 4. 2015. pp.174-178.
 9. Gubernskij Ju.D., Lickevich V.K. Zhilishhe dlja cheloveka [The dwelling for the person]. M., 1991. Pp.35-43.
 10. Eremkin A.I., Koroleva T.I. Teplovoj rezhim zdaniy [The thermal regime of buildings]. M., 2000. pp. 47-50.
 11. Savenok A.F., E.I. Savenok. Osnovy jekologii i racional'nogo prirodo-pol'zovanija [Fundamentals of ecology and environmental management]. Minsk, 2004. p.432.
 12. Moskalenko A.I. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (chast' 1). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1102
 13. Gorgorova Ju.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2087/.
-



14. Gihan L. K. Garas, Hala G. El Kady, Ayman H. El Alfy. Journal of Engineering and Applied Sciences, 2010, №4. URL: arnjournals.com/jeas/research_papers/rp_2010/jeas_0410_324.pdf.

15. Mohammadjavad Mahdavinejad, Negar Badri, Maryam Fakhari, Mahya Haqshenas. American Journal of Civil Engineering and Architecture, 2013, №6. URL: <http://pubs.sciepub.com/ajcea/1/6/1/>.