

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ КВАДРАТНОГО И ПРЯМОУГОЛЬНОГО В ПЛАНЕ ЖИЛОГО ОДНОКВАРТИРНОГО ДОМА ДЛЯ ЮГА УКРАИНЫ

Дворецкий А.Т., Клевец К.Н.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства
г. Симферополь, Украина

АННОТАЦІЯ: Розроблено два архітектурно-планувальних рішення житлового будинку, з виділенням у них буферних приміщень. Виконано порівняння результатів різних варіантів його теплового балансу з подальшим аналізом.

АННОТАЦИЯ: Разработано два архитектурно-планировочных решения многоквартирных энергоэффективных жилых домов, с выделением в них буферных помещений. Выполнено сравнение результатов различных вариантов их теплового баланса с последующим анализом.

ABSTRACT: Architectural planning solution of two energy efficient houses, with the allocation of buffer space in them is proposed. The calculations of the various options for their thermal balance were done with comparing of obtained results.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА – буферное помещение, тепловой баланс, энергоэффективное здание, теплопотери.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одним из основополагающих факторов энергоэффективного здания является его объемно-планировочное решение, ориентация по сторонам света, а также система инженерного оборудования, которые помимо общепринятых функциональных требований удовлетворяют еще и необходимость максимальной экономии энерго-ресурсов. Такое здание должно улавливать, а затем передавать во внутреннюю энергосистему или непосредственно в помещения зданий энергию возобновляемых источников: солнечную, тепло верхних слоев земли, ветровую и другие ее виды.

При этом, чем больше поверхность ограждающих конструкций, тем выше теплоотдача всего здания. Многочисленные исследования климата городов показывают, что температура воздуха в городской застройке обычно на 2...3°C выше, чем за ее пределами [1]. Это обусловлено высокими теплопотерями, которые присущи современной городской застройке.

Поэтому, при проектировании энергоэффективного здания необходимо уделять особое внимание соотношению таких планировочных параметров, как: ширина, длина

и высота здания, периметр его наружных стен и соотношение площади ограждающих конструкций к единице объема здания. При этом, возникает задача найти и проверить наилучшие (в энергетическом смысле) варианты сочетания этих показателей при проектировании энергоэффективных многоквартирных домов на юге Украины.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наиболее «выгодной» формой с точки зрения энергоэффективного проектирования будет являться та форма, которая при одинаковом объеме будет иметь наименьшие теплопотери, т.е. форма с наименьшей наружной поверхностью.

По проведенным ранее исследованиям авторов [2], такой формой будет являться сфера или полусфера (рис. 1). Результаты их расчетов показали, что при одинаковом объеме, теплопотери здания, форма которого приближена к полусфере, будут на 4% меньше, чем у здания кубической формы.

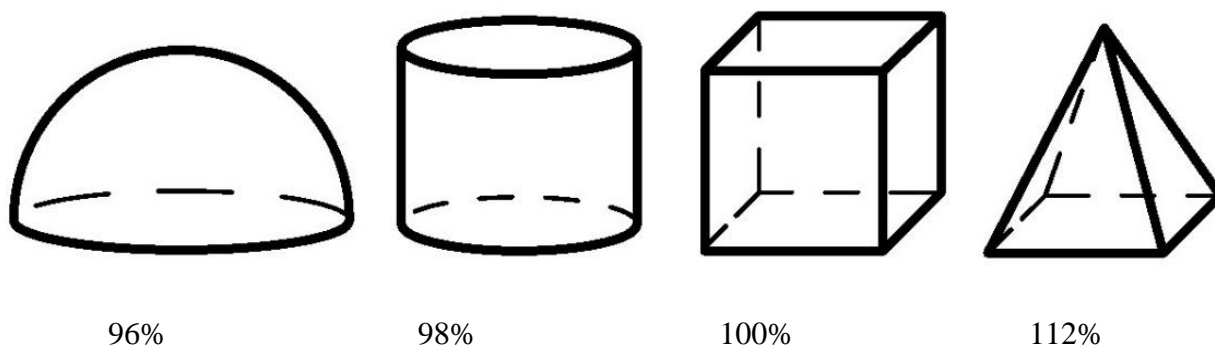


Рис. 1. Относительное изменение энергопотребления здания в зависимости от формы при одинаковом объеме

Авторы [5] расчетным путем пришли к выводу, что «здание с минимальным коэффициентом компактности (при заданном объеме V) имеет в плане квадратную форму и высоту, равную половине стороны основания». Т.е. вновь подтверждается теория о том, что лучшие показатели у здания, форма которого приближена к параллелепипеду (равному половине куба) или полусфере.

Форма здания характеризуется соотношением площади ограждающих конструкций и объема здания, которое обозначается A/V [3]. При этом, здесь же указано, что маленькие здания (такие как индивидуальные жилые дома), имеют менее выгодное соотношение A/V (равное $0,6...0,98$), чем более крупные здания (например, «таунхаусы» и многоквартирные дома), у которых этот показатель колеблется в пределах $0,24...0,4$ [3].

Еще ранее, зависимость между компактностью здания и его теплопотерями была описана в [4]: «Чем менее компактна оболочка здания, тем больше необходимо инвестировать для сокращения теплопотерь, что приводит к удорожанию строительства».

На энергоэффективность здания существенное влияние оказывает солнечная энергия. Имеется в виду пассивный нагрев здания, в том числе, через помещения оранжерейного типа [6].

ОРИГИНАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Все эти исследования были основаны на показателях теплопотерь, но когда речь идет об энергоэффективном проектировании, не стоит забывать и о теплопоступлениях. Поэтому было решено разработать два варианта объемно-планировочного решения энергоэффективного жилого многоквартирного дома и провести их сравнительный анализ, опираясь на результаты их тепловых балансов. Несмотря на наилучшие показатели теплопотерь, сфера и полусфера имеют ряд неудобств и сложностей для приспособления их к жилой среде (невозможность использования заводских строительных материалов, уменьшение объема помещений, по сравнению с помещениями с такой же площадью пола в прямоугольном доме, невозможность использования стандартного оборудования и мебели, и т.д.). Поэтому было решено рассмотреть две наиболее распространенные и удобные формы плана для жилого дома – квадрат и прямоугольник.

В соответствии с нормами [6-9], для проведения сравнительного анализа, были разработаны два объемно-планировочных решения многоквартирных жилых домов, в которых были выделены несколько зон в зависимости от температурного режима помещений (рис. 2).

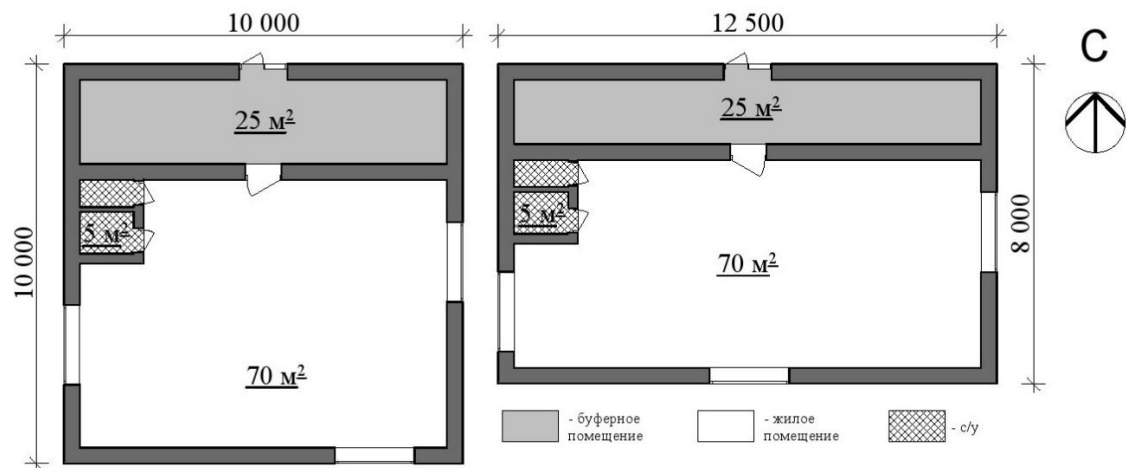


Рис. 2. Планировка квадратного и прямоугольного зданий с выделением температурных зон

Для удобства сравнения результатов, было решено, что основные параметры, влияющие на тепловой баланс в обоих вариантах планировок будут одинаковыми:

- общая площадь здания составляет 100 м²;
- жилая зона – 70 м², т.е. помещения, в которых расчетная температура составляет +20°C [6];
- санузел – 5 м², расчетная температура помещения +25 °С [6];
- буферные (неотапливаемые помещения) – 25 м², расчетная температура для холодной пятидневки в городе Симферополе +6⁰С [6].
- площадь всех окон (в соответствии с требованиями по показателям КЕО [8]) – 9 м² (3 окна по 3 м²);
- высота помещений от пола до верха перекрытия – 3 м;
- ширина входной двери - 1,2 м, высота – 2,1 м.

Общие габариты квадратного здания 10м x 10м, соотношение площади ограждающих конструкций и объема здания $A/V = 0,4$.

Общие габариты прямоугольного здания выбраны таким образом, чтобы его показатель соотношения площади ограждающих конструкций к объему здания A/V был максимально приближен к 0,4. Такой результат был получен при выборе размера сторон прямоугольника 12,5 м x 8 м, $A/V = 0,41$.

Для расчета теплотерь были взяты минимально допустимые показатели сопротивления теплопередаче материалов наружных ограждений.

Также, для сравнения показателей теплотерь, были взяты еще 2 варианта планировки:

1. С пристроенной к южному фасаду остекленной верандой, глубиной 2 м (рис. 3).

2. С пристроенной к южному фасаду остекленной верандой, но при этом, с полностью остекленным южным фасадом.

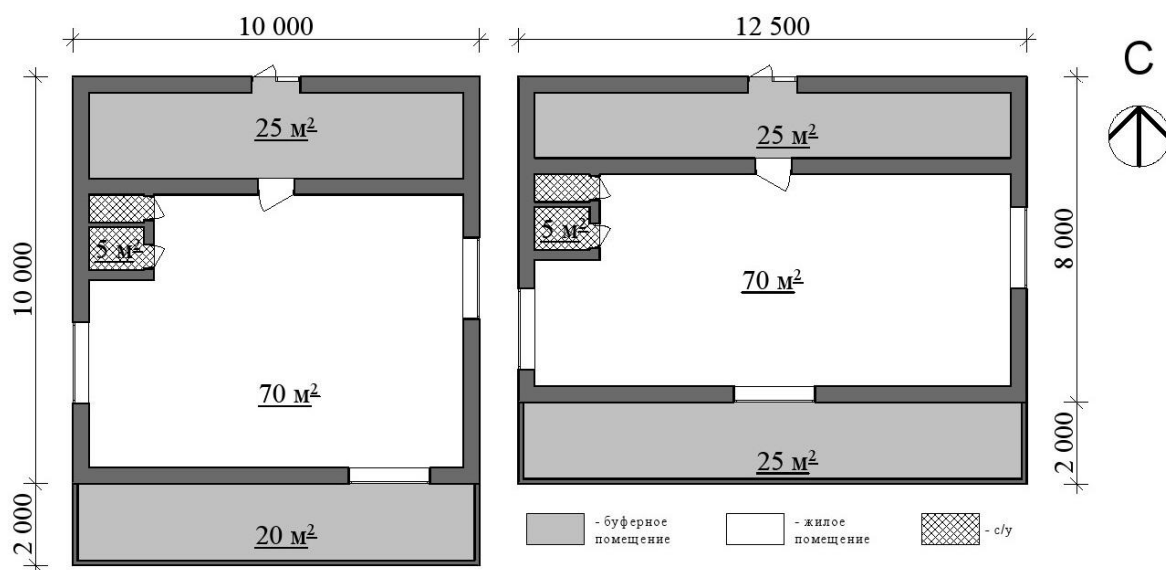


Рис. 3. Вариант планировки с пристроенной остекленной верандой на юге

Таким образом, для расчёта теплотерь было выбрано 2 формы плана – квадрат и прямоугольник, а так же 4 варианта температурного режима эксплуатации помещений:

1. Без буферных помещений. То есть, на 95 м² поддерживается температура +20°C - не зависимо от назначения помещения, и на 5 м² (в с/у) - поддерживается температура +25°C.

2. С буферными помещениями. Это означает, что в северной части здания выделена неотапливаемая зона (в обоих вариантах планировки она составляет 25 м²), которая состоит из нежилых, подсобных помещений.

3. С верандой. К южному фасаду пристраивается остекленная веранда, глубиной 2 м, в остальном – планировка и зонирование остается таким же, как и в предыдущем случае.

4. С верандой и полностью остекленным южным фасадом. В этом случае, южный фасад, выходящий на веранду выполнен полностью из стекла.

Полученные результаты теплотерь представлены в табл. 1.

Таблица1

Вариант	Теплопотери через ограждающие конструкции, кВт	
	Квадрат в плане	Прямоугольник в плане
Без буферных помещений	3,6	3,81
С буферными помещениями	2,67	2,84
С верандой	2,42	2,43
С верандой и полностью остекленным южным фасадом	2,71	3,05

Мы можем видеть, что самые высокие теплопотери будут в первом варианте, без буферных помещений, т.е. когда весь объем здания отапливается равномерно, не зависимо от назначения помещения. При этом, в прямоугольном доме теплопотери выше на $0,21 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Это связано с тем, что у прямоугольного здания площадь северного фасада больше, чем у квадратного, а ведь именно этот фасад в холодный период подвергается сильной ветровой нагрузке.

Наиболее выгодный с точки зрения экономии энергии, получается вариант с верандой и не полностью остекленным южным фасадом. Веранда в этом случае также выполняет роль буферного помещения, но находящегося на южной стороне. Результаты в обоих случаях (и в квадратном, и в прямоугольном здании) практически одинаковые. В квадратном здании теплопотери всего на $0,01 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ меньше.

Таким образом, из представленных вариантов, наиболее выгодная форма энергоэффективного здания – это квадрат в плане, с буферными помещениями в северной части и оранжереей перед южным фасадом.

Но, рассматривая такой показатель энергоэффективности как теплопотери, не стоит забывать и о таком показателе, как теплопоступления.

Через оранжерею, ориентированную на юг в зимний период будет поступать $17 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ энергии [6].

Площадь южного фасада квадратного здания составляет 30 м^2 . Следовательно, теплопоступления составят: $30 \text{ м}^2 \cdot 17 \text{ Вт}/\text{м}^2 = 0,51 \text{ кВт}$.

Площадь южного фасада прямоугольного здания составляет $37,5 \text{ м}^2$. Следовательно, теплопоступления составят: $37,5 \text{ м}^2 \cdot 17 \text{ Вт}/\text{м}^2 = 0,64 \text{ кВт}$.

Это означает, что в первом варианте $0,51 \text{ кВт}$, а во втором $0,64 \text{ кВт}$ теплопотерь будет компенсировано теплопоступлениями, благодаря устройству помещения оранжерейного типа.

Таким образом, тепловой баланс зданий изменится и теплопотери составят:

В квадратном здании - $2,42 \text{ кВт} - 0,51 \text{ кВт} = 1,91 \text{ кВт}$;

В прямоугольном здании - $2,43 \text{ кВт} - 0,64 \text{ кВт} = 1,79 \text{ кВт}$.

ВЫВОДЫ

Квадратное здание, как наиболее приближенное к полусфере, в теории, должно быть более энергоэффективным, т.к. обладает более высоким уровнем компактности, а это ведет к уменьшению показателей теплопотерь.

Но в действительности, благодаря тому, что в прямоугольном здании площадь южного фасада больше, а, следовательно, и теплопоступлений больше, вариант прямоугольного здания с буферными помещениями и оранжереей обладает на 6% более высокими энергоэффективными показателями, чем квадратное в плане здание.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В дальнейшем планируется исследовать и сравнить показатели теплопотерь и теплопоступлений в зависимости от соотношения сторон прямоугольника, заложенного в основу планировки здания. Статья подготовлена и опубликована благодаря поддержке ВР АРК. Решение президиума ВР АРК от 04.02.2014 № 1587 – 6/12 «О назначении грантов Автономной республики Крым молодым учёным»

ЛИТЕРАТУРА

1. Береговой А.М. Здания с энергосберегающими конструкциями: дис. ... доктора техн. наук / Береговой А.М. – Пенза, 2005. – 308 с.
2. Табунщиков Ю.А. Научные основы проектирования энергоэффективных зданий / Табунщиков Ю.А., Бродач М. М. Режим доступа: <http://www.abok.ru>.
3. Гімлер Р. Концепція енергоефективного будівництва / Гімлер Р. // Пілотний проект: Енергоефективна Забудова Німецьке товариство технічного співробітництва (GTZ) спільно з Міністерством регіонального розвитку та будівництва України. – Киев, 2010. – 21 с.
4. Файст В. Основные положения по проектированию пассивных домов / Файст В. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 144 с.
5. Токарь Б.З. Тепловая эффективность различных типов малоэтажных жилых зданий / Токарь Б.З., Вейцман Л.Г. // Жилищное строительство. - № 3. – 1986. – С. 15-16.
6. Дворецкий А.Т. Солнечная энергия оранжереи в тепловом балансе малоэтажного здания / Дворецкий А.Т., Дворецкий Д.А. // Строительство и техногенная безопасность: сб. науч. трудов. - Вып. №41. – Симферополь, 2012. - С. 14-19.
7. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006 / Мінбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – (Державні будівельні норми України).
8. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 // Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – (Державний стандарт України).
9. Естественное и искусственное освещение: ДБН В.2.5-28-2006 // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. – (Державні будівельні норми України).
10. Жилые здания. Основные положения: ДБН В.2.2-15-2005 // Мінбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2005. – (Державні будівельні норми України).

REFERENCES

1. Beregovoi A. Buildings with energy-saving designs: ... dis. ... Doctor of Technical Sciences / Beregovoi A. – Penza, 2005. – 308 p.
2. Tabunschikov U.A. Scientific bases of designing energy-efficient buildings / Tabunschikov U.A., Brodach M.M. Access mode: <http://www.abok.ru>
3. Gimler R. The concept of energy-efficient construction / Gimler R. // Pilot project: Energyeffective building German society of technical collaboration (GTS) together with Ministry of regional development and construction of Ukraine. – Kiev, 2010. – 21 p.
4. Feist V. Summary of designing passive houses / Feist V. - Moscow: Publishing Association Building universities, 2008. – 144 p.
5. Tokar B. Thermal efficiency of different types of low-storey residential buildings / Tokar B., Weizmann L. // Homebuilding. - № 3. - 1986. - P.15- 16.
6. Dvoretzky A.T. Solar Energy of Greenhouse in Heat Balance of Small Building / Dvoretzky A.T., Dvoretzky D.A. // Building and Technogenic Safety. Collection of scientific papers. - Issue № 41. - Simferopol, 2012. - P. 14-19.
7. Thermal insulation of buildings: DBN B.2.6 -31: 2006 / Minconstruction of Ukraine. - K.: Ukrarhbudinform, 2006. - (State Building Codes of Ukraine).
8. Building Climatology :DSTU B V.1.1 -H -27 : 2010 / Minconstruction of Ukraine. - K.: Ukrarhbudinform, 2011. - (State Standard of Ukraine).
9. Natural and artificial lighting: DBN V.2.5 -28- 2006 / Minconstruction of Ukraine. - K.: Ukrarhbudinform, 2006. - (State Building Codes of Ukraine).
10. Residential buildings. Key provisions: DBN B.2.2 -15- 2005 / Minconstruction of Ukraine. - K.: Ukrarhbudinform, 2005. - (State Building Codes of Ukraine).

Статья поступила в редакцию 07.04.2014 г.