

Борлаков О.А.-А.

Студент 3 курс

факультет «строительство»

Промышленное и гражданское строительство

Россия, г. Черкесск

Байрамуков С.Х.

доктор технических наук, профессор

«Строительство и управление недвижимостью»

Северо-Кавказская государственная академия

Россия, г. Черкесск

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ЗДАНИЙ

***Аннотация:** Статья посвящена актуальности объемно-планировочных решений жилого фонда в России. Анализируется влияние архитектурных приемов, форм, площадей и этажности здания на его энергоэффективность. Приводятся наилучшие формы здания, конструкционные приемы и соотношения длины и ширины помещения.*

***Ключевые слова:** энергоэффективность здания, объемно-планировочные решения, теплопотери, энергосбережение.*

***Annotation:** The article is devoted to relevance of space-planning decisions, which exists in housing stock of Russia. More than that it is dedicated to influence of architectural methods and building`s characteristics (shape, area and number of floors of building) for its energy performance of building. The article contains examples of best building`s shapes, constructional techniques and length-to-width ratio of rooms.*

Key words: energy performance of building, space-planning decisions, heat losses, energy-saving.

Создание оптимальных объемно-планировочных решений домов, конструкций наружных ограждений с эффективным утеплителем, инженерных систем, контрольно-измерительных и терморегулирующих приборов, а также использование альтернативных источников тепла регламентирует комплекс архитектурно-технических мероприятий по повышению энергосбережения жилых зданий.

Энергоэффективность жилых домов в основном зависит от их объемно-планировочного решения. Особо следует обращать внимание на форму здания и его ориентацию по сторонам света. На рисунке 1 показано представление большинства проектировщиков о влиянии ориентации и формы здания на теплопотребление.

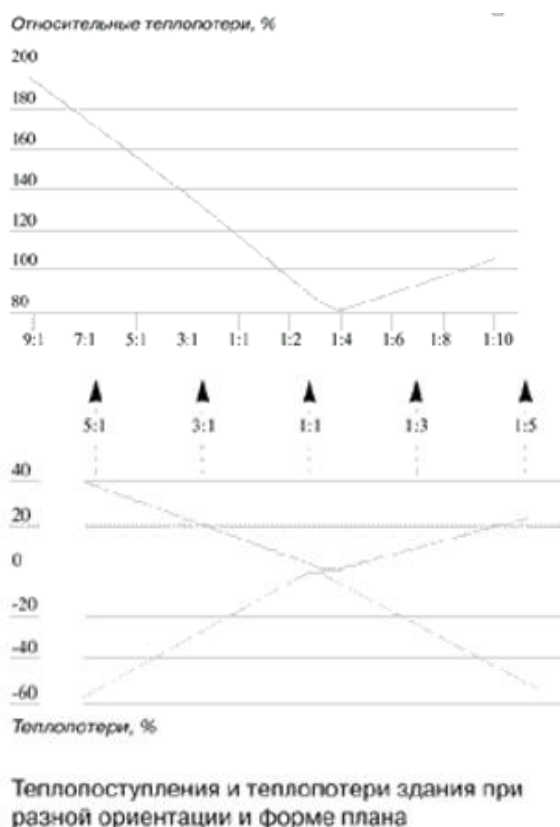


Рисунок 1. Влияние ориентации и формы здания на его теплопотребления.

Ориентацию здания по сторонам света с учетом преобладающих направлений холодного ветра очень важно использовать для повышения энергоэффективности жилых зданий.

Типовые жилые здания, которые являются основой застройки городов обладают зачастую нерациональной формой с точки зрения экономии тепла. Повышенную теплоотдачу указанных зданий определяет узкий корпус и большая поверхность ограждающих конструкций. Следует так же учитывать, что температура воздуха в городской застройке обычно на 2...3°C выше, чем за ее пределами, что подтверждено многочисленными исследованиями климата городов.

При разработке объемно-планировочного решения следует обосновывать величины и соотношение определенных планировочных параметров: длины и ширины (пролета) здания, количества этажей, периметра наружных стен, площади наружных ограждающих конструкций, приходящейся на единицу объема или на 1 м² развернутой площади здания.

В работе [1] дается следующая зависимость относительного расхода тепла от объемно-планировочных параметров прямоугольного в плане здания:

$$q = 2 q_{\text{но}} \cdot h \cdot (1/c + 1/b) + (q_{\text{кров.}} + q_{\text{пол}}) / n, \quad (1)$$

где: h - высота этажа; c - ширина здания; b — длина здания; n – число этажей.

Из этой формулы следует, что относительный расход тепла через ограждающие конструкции уменьшается с увеличением ширины, длины здания и числа этажей. Наиболее выгодным, хотя и нереальным с точки зрения экономии тепловой энергии будет вариант здания с неограниченными размерами.

В работе [2] показано, что при увеличении протяженности девятиэтажного жилого дома с 50 до 100 м и его ширины с 11 до 14 м удельный расход тепла уменьшается соответственно на 8...10 и на 6...7 %.

Авторы [3] расчетным путем установили, что «здания с минимальным коэффициентом компактности» (при заданном объеме V) имеет в плане квадратную форму и высоту, равную половине стороны основания.

Для теплотехнической оценки объемно-планировочных решений используются выше описанные показатели. Вместе с тем обобщающими показателями, влияющими на теплопотери здания, являются два последних из них, характеризующих и размеры здания, и пластику его фасада.

Многоэтажные дома системы атриумной заняли одно из важных мест в последние годы в зарубежной практике строительства. Представляет собой ограниченное от внешней среды пространство, вокруг которого располагаются блоки жилых и общественных помещений, являясь основой объемно-пространственной структуры таких зданий. Атриум является аккумулятором тепла, а так же позволяет существенно увеличить ширину здания.

В жилом многоэтажном комплексе атриумной системы жилые блок-секции могут по-ярусно располагаться друг над другом со смещением к центральной оси здания, образуя при этом трапециевидный в разрезе пространство. Ориентировочно такая композиционная структура пирамидального вида в разрезе здания позволяет снизить до 35% теплопотери по сравнению с типовым жилым домом аналогичной этажности, а при устройстве солнечных батарей - уменьшить затраты на отопление до 75%. Кроме того, плотность жилой застройки возрастает в 2,5 раза.

Получение энергосберегающего эффекта за счет применения наружных ограждающих конструкций с более высоким уровнем тепловой защиты влечет за собой существенный расход материально-технических ресурсов.

Использование же принципов оптимального проектирования зданий обладает тем неоспоримым преимуществом, что позволяет обходиться без существенных материальных затрат, если разработка энергосберегающих

мероприятий проводится в процессе поиска рациональных объемно-планировочных и конструктивных решений (например, путем блокирования зданий, использования энергоэффективных конструкций и т.д.).

Как известно, отношение площади наружных ограждений $A_{\text{сум}}$ к объему здания $V_{\text{зд}}$ характеризует компактность здания. При сравнении одинаковых по объему сооружений в форме параллелепипеда выясняется, что куб отличается наименьшими теплопотерями через наружные ограждения. Получить формулу энергоэффективности здания можно, приняв за эталон компактного решения здание кубической формы с тем же объемом. Так, отношение

$$f = (A_{\text{сум}}/V_{\text{зд}})_{\text{зд}} / (A_{\text{сум}}/V_{\text{зд}})_{\text{эт}} \quad (2)$$

показывает во сколько раз проектируемое здание менее компактно, чем здание эталон, как куб.

При равенстве объемов зданий проектируемого и эталона имеем:

$$f = (A_{\text{сум}})_{\text{зд}} / (A_{\text{сум}})_{\text{эт}} \quad (3)$$

Величина $A_{\text{сум}}/V_{\text{зд}}$ только отчасти характеризует величину теплопотерь, поскольку не учитывает другие факторы теплообмена ограждающих конструкций с окружающей средой, теплопроводность разных ограждений в сравниваемых зданиях. В реальных условиях эксплуатации через нижнее ограждение (пол 1-го этажа), соприкасающееся с грунтом, при прочих равных условиях может теряться меньше тепловой энергии, чем через другие наружные ограждения, поскольку верхние слои земли являются своеобразным аккумулятором низкопотенциальной тепловой энергии. Это следует учитывать при подсчете теплопотерь зданий разных конструктивных схем.

Поэтому при разработке объемно-планировочного решения важно найти рациональные размеры здания, обеспечивающие минимальные теплопотери через наружные ограждения.

Опыт проектирования показывает достаточно высокую технико-экономическую эффективность блокирования зданий (стоимость строительства может быть снижена на 8... 10 %, а площадь застраиваемой территории - на 30...40 %). При этом важен и достигаемый при этом эффект экономии тепловой энергии, используемой для отопления зданий. Он получается благодаря уменьшению площади теплоотдающей поверхности наружных ограждений при блокировании зданий.

Технико-экономическая эффективность блокирования зданий достаточно исследована в научно-технической литературе. Однако пока еще не достаточно ясно обозначена взаимосвязь между такими параметрами, как число блокируемых объектов и варьируемая площадь теплоотдающих поверхностей во вновь образованном здании, а также между компактностью формы здания и эффективностью блокирования.

Рассмотрим эффект блокирования с учетом вышеупомянутых взаимосвязей.

Площади наружных ограждений отдельно стоящих объектов и сблокированного из них здания примем через $A_{\text{сум}}$ и $A_{\text{сум}}^{\text{бл}}$ соответственно. Энергетический эффект блокирования может быть определен, если учесть, что коэффициент теплопередачи всех наружных ограждений, в том числе и конструкцию пола, одинаков, по следующей формуле:

$$i = A_{\text{сум}} / A_{\text{сум}}^{\text{бл}} \quad (4)$$

Очевидно, что для простых схем блокирования, состоящих из нескольких компонентных объектов, величина i определяется простым подсчетом суммарной площади наружных граней здания до и после блокирования. Для более сложных схем блокирования в том случае, когда объекты имеют кубическую форму, удобнее использовать формулу:

$$i = A_{\text{сум}} / A_{\text{сум}}^{\text{бл}} = (6N \cdot x^2 - 2n \cdot x^2) / 6N \cdot x^2 = 1 - n/3N, \quad (5)$$

где N – число отдельных объектов кубической формы; n – число вновь образованных внутренних граней параллелепипеда при блокировании объектов.

В качестве примера представим три варианта блокирования объектов кубической формы, причем на третьем варианте в центре здания расположен внутренний дворик (атриум). При наличии верхнего теплозащитного остекления дворика эффективность блокирования может возрасти с $i = 0,667$ (33,3 %) до $i = 0,604$ (40 %), так как в этом случае число сблокированных объектов остается то же, но число внутренних граней увеличивается.

В реальных условиях проектирования более часто приходится блокировать объекты прямоугольной формы в плане. Для таких объектов величину i можно определить по формуле:

$$i = 1 - 2 \cdot A_{\text{сум}}^i / A_{\text{сум}}^{\text{бл}}, \quad (2.6)$$

где $2 A_{\text{сум}}^i$ - удвоенная сумма площадей вновь образованных внутренних граней параллелепипеда; при несовпадении площадей ограждений по грани блокирования принимается удвоенная величина меньшей из двух площадей.

Блокирование объектов в несколько рядов по горизонтали приводит к дальнейшему снижению площади наружных ограждений A_e^{sum} .

Так, например, блокирование шести объектов по двухрядной схеме позволяет уменьшить величину A_e^{sum} на 38,9%, а по однорядной - только на 28%. Эффективность блокирования восьми объектов по двухрядной схеме на 12,5% выше, чем по однорядной.

По аналогии схем многорядного блокирования по горизонтали можно также оценить эффективность блокирования объектов по вертикали в форме многоэтажного здания. На рисунке 2 схематично показаны одно и двухэтажное здания, сблокированные из четырех одинаковых объектов и

имеющие один и тот же коэффициент эффективности блокирования. Однако с точки зрения экономии тепловой энергии схема (рис. 2а) может оказаться более выгодной, поскольку она обеспечивает большую площадь соприкосновения с грунтовым массивом, теплоаккумулирующие свойства которого можно использовать для подогрева помещений в нижней части здания.

При блокировании объектов по вертикали, как следует из формулы (1), относительный расход тепла через ограждающие конструкции уменьшается с увеличением числа его этажей. Из этого тем не менее не следует, что с ростом этажности здания пропорционально уменьшаются его теплопотери. К возрастанию расхода энергии на нагревание инфильтрующегося воздуха, а также воздуха в системе вентиляции ведёт увеличение высоты сооружения, являя эффект "тяги дымовой трубы".

С точки зрения рассмотренного подхода к блокированию объектов представляется очевидным, что односекционные дома менее энергоэффективны по сравнению с многосекционными, так как последние можно представить как объекты, сблокированные из отдельных блок-секций, что уменьшает величину $A_{сет}/V_{зд}$. Односекционные многоэтажные здания, с точки зрения энергосбережения, следует проектировать, если необходимость в них обусловлен градостроительным регламентом.

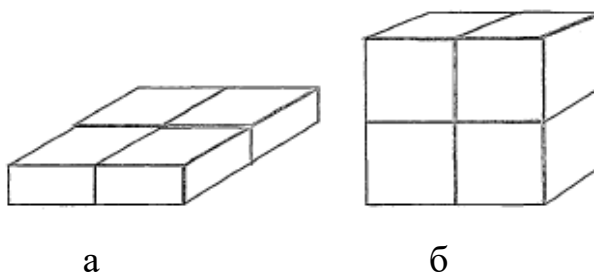


Рисунок 2 Схема блокирования четырех объектов:

а – по горизонтали; б – по вертикали

Объемно-планировочное решение жилого здания, ставший предметом особого интереса со стороны архитекторов в последние годы, можно представить, как блокирование отдельных объемов (помещений) в горизонтальном направлении по ширине корпуса, что повышает тепловую эффективность такого здания.

Использованные источники:

1. Береговой А.М., Петрянина Л. Н., Береговой В. А. Энергосбережение в зданиях нового типа с разными объемно-планировочными параметрами/ Материалы 6-й международной научно-практической конференции «Вопросы планировки и застройки городов» / ПГАСА, ПДЗ.-1999г. с. 142-144.

2. Табунщиков, Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табушников, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.

3. Береговой А.М. Повышение энергоэкономичности зданий методами архитектурно- строительного проектирования / Материалы ХХІХ-й научно-технической конференции, ч.ІІІ / ПГАСА, ПЦНТИ.- Пенза,.1997.-с.7.