

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ЗДАНИЯ НА ЕГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Семенова Эльвира Евгеньевна

кандидат технических наук, доцент

Филимонова Регина Евгеньевна

магистр

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены проектные решения, повышающие энергетическую эффективность зданий. Проведен анализ влияния геометрической формы здания на энергетическую эффективность.

Ключевые слова: энергоэффективность, ограждающие конструкции, геометрия зданий, теплопотери, архитектурно-планировочные решения.

На современном этапе строительного производства очевидна необходимость повышения эффективности зданий.

Проектирование энергоэффективного здания включает в себя учет комплекса факторов, совокупная реализация которых позволяет обеспечить общество энергоэкономичными зданиями. К числу таких факторов относятся: архитектурно-планировочные и эффективные инженерные решения. Потери тепла в зданиях и сооружениях происходят в основном через наружные ограждающие конструкции – стены, окна, двери, покрытия, крыши. Для уменьшения теплопотерь и обеспечения комфортного температурно-влажностного режима внутри помещений можно предложить оптимизировать геометрию, так как общая форма здания (его геометрия, объем) существенно влияет на энергопотребление.

Анализ влияния геометрической формы здания на энергетическую эффективность

При выборе архитектурно-планировочного решения зданий необходимо стремиться к тому, чтобы сделать их как можно более компактными в плане, с наименьшей площадью наружных стен, так как они весьма значительно влияют на величину теплопотерь.

Известно, что при одинаковом объеме наименьшую площадь поверхности имеет шар. Однако строить здания в форме шара, стремясь значительно снизить теплопотери, оригинально, но нерационально, потому что рассчитать и конструктивно выполнить здание шаровидной формы очень трудно.

Для реального строительства наилучшим образом подходит конфигурация здания в форме куба, поскольку в нем площадь наружных поверхностей наименьшая. Но в таком здании, имеющем в плане форму квадрата, не всегда можно сделать удобную планировку. Поэтому

чаще всего дома строят в виде прямоугольного параллелепипеда (не учитывая форму крыши). Здания, имеющие в плане форму прямоугольника, не рекомендуется делать большой протяженности. Кроме увеличения площади наружных стен, через которые теряется тепло, по сторонам вытянутого здания при ветре будет большой перепад давления, приводящий к усиленной инфильтрации холодного воздуха через стены и окна. При этом требуется более интенсивное отопление комнат для поддержания в них теплового комфорта.

Проектируя внешний облик здания, не рекомендуется делать его сложной конфигурации. Это вызвано следующими соображениями. Сложная форма здания приводит к увеличению периметра и площади наружных стен, через которые тепло из дома теряется наружу. Одновременно с этим для возведения стен потребуется больше строительных материалов. Кроме того, такие здания, как правило, имеют большее количество углов, а на внутренней поверхности наружных стен в углах температура всегда бывает ниже, чем на гладкой стене. Это вызвано тем, что углы имеют худшие теплозащитные характеристики (по сравнению с гладью стены). У углов наружная поверхность, граничащая с холодным воздухом, имеет большую площадь по сравнению с внутренней, соприкасающейся с теплым воздухом помещений. Из-за этого через углы проходит больший поток тепла, чем через стену, и происходят большие теплопотери. Таким образом, усложнение конфигурации приводит к увеличению потерь тепла и дополнительным затратам на строительство и отопление дома.

Отечественный и зарубежный опыт оптимизации формы здания

Методология оптимизации формы здания для максимального использования положительного и минимизации отрицательного воздействия наружного климата на тепловой баланс здания основана на расчетах тепловых и воздушных балансов здания для характерных периодов года. Например, для России этими периодами года являются: наиболее холодная пятидневка, отопительный период, самый жаркий месяц, период охлаждения, расчетный год. В этом случае оптимизация теплоэнергетического воздействия наружного климата на тепловой баланс здания за счет выбора его формы и ориентации даст следующие результаты:

- для наиболее холодной пятидневки – снижение установочной мощности системы отопления;
- для отопительного периода – снижение затрат теплоты на отопление;
- для самого жаркого месяца – снижение установочной мощности системы кондиционирования воздуха;
- для периода охлаждения – снижение затрат энергии на охлаждение здания;
- для расчетного года – снижение затрат энергии на обогрев и охлаждение здания.

В общем случае оптимизировать теплоэнергетическое воздействие наружного климата на тепловой баланс здания можно для любого характерного периода времени. Важно отметить

следующее: изменение формы, размеров и ориентации здания с целью оптимального учета влияния наружного климата в его тепловом балансе не требует изменения площадей или объема здания –они сохраняются фиксированными. Точное решение задачи по выбору оптимальной формы здания впервые в мире на практике было получено М.М.Бродач и опубликовано в [1], а решение задачи по выбору оптимальных размеров и ориентации здания прямоугольной формы, а также значения показателя тепловой эффективности проектного решения приведены в [2]. Проведенные сопоставительные расчеты показали, что для здания, расположенного в Москве, оптимальный учет теплоэнергетического воздействия наружного климата на здание путем изменения его размеров позволяет снизить удельный расход тепловой энергии на отопление на 23%. Ниже рассмотрим известные в мировой архитектурной практике примеры обоснованного выбора архитектурной формы и ориентации здания с учетом направленного воздействия наружного климата.

Примером обоснованного выбора архитектурной формы и ориентации здания с учетом направленного воздействия солнечной радиации является новое здание Мэрии Лондона (архитектор Сэр Норман Фостер). Пример выбора архитектурной формы и ориентации здания с учетом направленного воздействия ветра –стадион «Sapporo Dome» в Японии (архитектор Хироши Хара).

Необычная форма здания Мэрии Лондона (рис.1) определяется энергетическим воздействием наружного климата на оболочку здания и позволяет наилучшим образом использовать положительное и максимально нейтрализовать отрицательное воздействие наружного климата на энергетический баланс здания.



Рис. 1. Здание Мэрии Лондона

Для определения формы, ориентации и размеров здания использовались методы компьютерного моделирования. Были построены математические модели нагрузки на систему климатизации в летний и зимний период с учетом теплотерь и теплопоступлений через оболочку здания. Учитывалось направленное влияние наружного климата на оболочку здания. Анализ этих моделей позволил определить форму здания, приближенную к оптимальной, при этом в качестве «точки отсчета» было выбрано значение максимально допустимых теплопоступлений от солнечной радиации через единицу площади наружных ограждающих конструкций в летний период. Проведенные расчеты позволили выбрать такие форму, ориентацию и размер здания, площадь и расположение светопрозрачных ограждающих конструкций, которые дали возможность в теплый период года минимизировать воздействие солнечной радиации на оболочку здания, и, следовательно, снизить затраты на его охлаждение. Минимизация потребности в охлаждении здания в летний период позволила, в свою очередь, отказаться от традиционной системы кондиционирования воздуха – для холодоснабжения здесь используются грунтовые воды с относительно низкой температурой.

В части выбора формы и ориентации первого демонстрационного энергоэффективного здания (рис.2) было установлено, что «размеры и ориентация места застройки ограничивают выбор оптимальной формы здания и его ориентацию с точки зрения энергосбережения»: прямоугольная в плане форма здания с длинными фасадами, обращенными к югу и северу, «уменьшает теплопоступление от солнечной радиации в летнее время, при этом в зимнее время, когда солнце расположено низко над горизонтом, имеется возможность использовать теплопоступление от солнечной радиации». Однако размеры строительной площадки не позволили построить здание такой формы и ориентации.



Рис. 2. Первое демонстрационное энергоэффективное здание - Офисное здание в США

Инфильтрационные теплотери через наружные ограждающие конструкции здания, вызванные ветровым воздействием, могут быть уменьшены за счет использования особенностей места застройки или путем оптимизации аэродинамики самого здания –выбора его оптимальной формы по отношению к господствующему направлению ветра или за счет

использования ветрозащитных ребер, барьеров и т.д.

Изначально узкое прямоугольное здание меридиональной ориентации с длинным фасадом, обращенным непосредственно к солнечной западной стороне, было трансформировано в практически кубическую форму. В результате принятого решения о придании зданию кубической формы появилась необходимость в ограничении площади остекления. В окончательном варианте проекта был принят коэффициент остекления 12% на западном, восточном и южном фасадах (окна размером 0,6х1,5 м через каждые 3 м) и отсутствие остекления на северном фасаде здания. Решение по отсутствию остекления на северном фасаде было принято с целью снижения теплопотерь здания. У северной стены на всех этажах расположены вспомогательные помещения, в которых по нормативам не требуется естественного освещения.

Заключение

Рассмотрев способы, благодаря которым можно увеличить энергоэффективность здания, пришли к выводу, что при проектировании необходимо учитывать влияние объемно-планировочных решений с целью повышения энергоэффективности и уменьшения общей стоимости, так как сэкономив лишь 10% тепловой энергии, можно сберечь десятки и сотни миллионов рублей.

При выборе архитектурно-планировочного решения зданий необходимо стремиться к тому, чтобы сделать их как можно более компактными в плане, с наименьшей площадью наружных стен, так как они весьма значительно влияют на величину теплопотерь. Оптимальными с этой точки зрения являются здания в форме цилиндра, куба, параллелепипеда.

Список литературы:

1. Бродач М.М. Изопериметрическая оптимизация солнечной энергоактивности зданий. - Гелиотехника 2, Ташкент, 1990.
2. Бродач М.М. Энергетический паспорт зданий –АВОК, 1993, No ½.
3. Булгаков С.Н. Энергоэффективные строительные системы и технологии // Промышленное и гражданское строительство. 1999. № 11. С. 20-23
4. Потапова Т.А., Нестер Е.В. Оценка энергоэффективности эксплуатируемых зданий на примере жилого фонда г. Братска. Развитие жилищной сферы городов // Седьмая международная научно-практическая конференция МИКХиС 1-4 апр. 2009г. М., 2009. С. 528.
5. Семенова Э.Е., Карманов А.В. Проблемы повышения энергоэффективности зданий/ Семенова Э.Е., Карманов А.В. // Актуальные вопросы науки и техники, сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. - 2017. - №2. - С.

34-37.

6. Семенова Э.Е., Габитова С.О. Анализ внедрения энергосберегающих решений при проектировании гражданских зданий / Семенова Э.Е., Габитова С.О. // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. - 2017. - №3-4 (28-29). - С. 41-45.
7. Семенова Э.Е., Горбачева О.Н. Применение энергосберегающих мероприятий в строительстве/ Семенова Э.Е., Горбачева О.Н. // Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. - 2016. С. 97-100.