

4. Новиков М.В., Зарубина А.А. Оценка энергоэффективности кладки наружных стен из крупноформатных теплоэффективных блоков // Академическая наука – проблемы и достижения: матер. XIV Междунар. науч.-практ. конф. Том 3. - North Charleston, USA: CreateSpace, 2017. С. 65-73.
5. Гринфельд Г.И. Эксплуатационные характеристики автоклавного газобетона марки по средней плотности D400 // Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений". 2013. №5 (10). С. 28-57.
6. Периев Ю.С., Фролов Н.В. О возможностях применения пенобетонных камней для кладки несущих стен малоэтажных жилых зданий // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 25-28.
7. Грановский А.В., Джамуев Б.К., Вишневецкий А.А., Гринфельд Г.И. Экспериментальное определение нормального и касательного сцепления кладки из ячеисто-бетонных блоков автоклавного твердения на различных клеевых составах // Строительные материалы. 2015. № 8. С. 22-25.
8. Гусев Н.И., Аюпова З.В. Стены отопляемых зданий из пенобетона, их преимущества и недостатки // Вестник ПГУАС: строительство, наука и образование. 2015. № 1 (1). С. 37-40.
9. Гринфельд Г.И. Деформативность и прочность сцепления кладки из автоклавного газобетона в зависимости от его плотности и прочности // Технологии бетонов. 2016. № 5-6. С. 12-14.
10. Новиков М.В., Чернышов Е.М., Славчева Г.С. Механические свойства цементного поризованного бетона при одноосном сжатии с учетом закономерностей его ползучести // Строительные материалы. 2016. № 11. С. 26-31.
11. Novikov M.V., Prokshits E.E., Goykalov A.N. Creep and Long-Time Strength of Compression Elements from Foam Concrete // Solid State Phenomena. 2018. Vol. 284. pp. 936-943.
12. Новиков М.В. Оценка долговечности стеновых элементов из поризованного бетона естественного твердения // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций: матер. Всерос. науч.-техн. конф., посвящ. 75-летию засл. деятеля науки РФ, акад. РААСН, д.т.н., проф. Селяева В. П. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2019. С. 225-231.
13. Новиков М.В., Чернышов Е.М., Славчева Г.С. Прочность нормальных сечений изгибаемых элементов из поризованного бетона естественного твердения // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2020. № 1 (44). С. 83-88.
14. Novikov, M.V. Strain-Stress Distribution of Structural Components from Foam Concrete for Monolithic Construction / M.V. Novikov, E.M. Chernyshov, E.E. Prokshits // Key Engineering Materials. 2021. Vol. 887. pp. 711-717.
15. Сотникова О.А., Новиков М.В., Гойкалов А.Н. Усиление кладки стен пенобетонными сердечниками // Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций: сб. науч. статей XXIV научно-методической конференции. – СПб., 2020. С. 107-112.
16. Салогуб Л.П., Новиков М.В., Савицкая А.А. Особенности проектирования и строительства сейсмостойких зданий // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. 2019. № 4(37). С. 33-40.
17. Пастернак П.Л. Комплексные конструкции. Каменные конструкции, усиленные железобетоном. – М.: Стройвоениздат, 1948. 90 с.
18. Поляков С.В. Центральное сжатие комплексных сечений // Бюллетень строительной техники. 1948. № 12.
19. Кожаринов С.В. О несущей способности фрагментов стен комплексной конструкции при горизонтальной нагрузке // Сейсмостойкость зданий и сооружений: сб. трудов ЦНИИСК. Вып. 26. – М.: Стройиздат, 1972.
20. Каменные и армокаменные конструкции. Примеры расчета: Учеб. пособие для вузов. Под ред. Л.П. Полякова. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1980. 144 с.
21. Еременок П.Л., Еременок И.П. Каменные и армокаменные конструкции: Учебник для вузов. – Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1981. 224 с.
22. Бондаренко В.М. Расчет эффективных многокомпонентных конструкций / В.М. Бондаренко, А.Л. Шагин. – М.: Стройиздат, 1987. 175 с.
23. Попков Ю.В. Прочность сжатых железобетонных комплексных конструкций на основе вибропрессованных бетонных камней / Ю.В. Попков, В.В. Гринев // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Прикладные науки. 2006. № 9. С. 8-16.
24. Чылбак А.А. Исследование напряженно-деформированного состояния кирпичной кладки с железобетонными сердечниками // Вестник Тувинского государственного университета. Вып. 3. Технические и физико-математические науки. 2019. № 3 (50). С. 51-59.
25. Гойкалов А.Н. Несущая способность стен из мелких ячеистобетонных блоков с косвенным армированием // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2005. № 12. С. 20-21.
26. Goykalov A.N., Novikov M.V., Gulak L.I. Research on the Strength of Compressed Masonry Elements From Cellular Concrete Blocks With Transverse Reinforcement // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol.753 (2020). С. 032041.

© М. В. Новиков, О. А. Сотникова, А. Н. Гойкалов

Ссылка для цитирования:

Новиков М. В., Сотникова О. А., Гойкалов А. Н. Несущая способность комплексных конструкций из ячеистых бетонов // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАOU AO BO «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 5–10.

УДК 721.012:624.01

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-10-15

УЧЕТ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ЗДАНИЯ НА ЕГО ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

М. В. Рубцова, Э. Е. Семенова

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж, Россия

Рассматривается влияние вариантов конфигураций планов зданий во взаимосвязи их пространственных характеристик на их энергопотребление. Обосновывается актуальность исследования объемно-планировочных решений форм зданий с учетом энергоэффективности. В качестве объекта исследования авторами были выбраны наиболее распространенные объемно-пространственные конфигурации форм зданий с учетом энергоэффективности. Рассматриваются примеры анализа основных объемно-планировочных параметров здания и предпосылок их влияния на его теплопотери с предоставленными графическими материалами, позволяющими узнать зависимость изменения площади ограждающих конструкций от изменения площади этажа. Данное сравнение проведено в целях определения энергоэффективного и рационально скомпонованной объемно-планировочного решения с учетом принципов энергосбережения для строительства зданий.

Ключевые слова: энергоэффективность, объемно-планировочное решение, теплопотери, коэффициент компактности, энергопотребление.

ACCOUNTING FOR THE INFLUENCE OF THE BUILDING SHAPE ON ITS ENERGY EFFICIENCY

M. V. Rubtsova, E. E. Semenova

Voronezh State Technical University, Voronezh, Russia

The influence of building plan configurations in relation to their spatial characteristics on their energy consumption is considered. The article substantiates the relevance of the research of space-planning solutions of building forms, taking into account energy efficiency. As the object of research, the authors selected the most common three-dimensional configurations of building forms, taking into account energy efficiency. Examples of the analysis of the main space-planning parameters of the building and the prerequisites for their influence on its heat loss are considered with the provided graphic materials that allow you to find out the dependence of the change in the area of enclosing structures on the change in the floor area. This comparison is carried out in order to determine an energy-efficient and rationally arranged space-planning solution, taking into account the principles of energy saving for the construction of buildings.

Keywords: *energy efficiency, volume-planning solution, heat loss, compactness coefficient, power consumption.*

Введение

Современное строительство в настоящее время в большей степени направлено на снижение стоимости объектов строительства, с целью затратить наименьшее количество средств на постройку и эксплуатацию зданий. Именно поэтому различные методы повышения энергоэффективности нельзя откладывать на второй план [1].

Человечество получает энергию, в основном за счёт работы атомных электростанций и сжигания ископаемого топлива, которые являются исчерпаемыми природными ресурсами, выделяющими углекислый газ и образующими парниковый эффект. Невозобновляемость природных ресурсов и истощения их запасов сводится к экономии энергоресурсов и поиску альтернативных источников энергии. Использование источников энергии, таких как солнечные батареи позволит накапливать и сберегать энергию для ее дальнейшего потребления. Эти способы являются наиболее современными, но требующими больших затрат, которые уменьшают их привлекательность для строительных компаний, направленных на рациональность строительства. Наиболее целесообразными признаются комбинированные схемы энергоснабжения, сочетающие использование традиционных и альтернативных средств.

В современном мире одной из важных проблем является избыточное энергопотребление в строительной отрасли, в том числе на стадии эксплуатации зданий негативно сказывается не только на экологической сфере, но и на экономике строительства. Это сводится к необходимости экономии и минимизации ресурсов на поддержание комфортных условий для пребывания в здании.

Анализ проектирования зданий с учетом энергоэффективности

Проблема энергоэффективности актуальна на сегодняшний день и является важной задачей для обеспечения комфортных условий нахождения людей в условиях минимизации затрат ресурсов. Энергосбережение главным образом сводится к уменьшению потерь энергии, т. к. затраты на электропотребление занимают значительную часть расходов в эксплуатации зданий [2].

От общего потребления тепловой энергии в России уходит 43–45 % [3]. В России имеется значительный потенциал энергосбережения. Потери тепла не полностью ограничиваются конструкциями и материалами, возводимых зданий, так же добыча невозобновляемых ресурсов, которые загрязняют природную среду говорит о потенциале энергосбережения.

Отрасль строительства энергоэффективных зданий достаточная молодая отрасль, которая должна строиться на экономичном использовании природных ресурсов с целью сохранения и улучшения окружающей среды.

На основании постановления правительства [4], которое включает в себя требования энергетической эффективности зданий, решено, что при новом строительстве должно быть установлено оборудование с автоматическим регулированием в инженерных системах здания. Все инженерные системы закладываются на этапе проектирования, что будет экономичнее, чем оборудовать уже существующее сооружение. Так же создается расчет нужной мощности с учетом расходов ресурсов.

Меры, направленные на энергосбережение ресурсов: установка приборов счетчиков воды, тепла, газа; теплоизоляция стен; вентиляция с рекуперацией тепла; энергоэффективное остекление; тамбуры при входе; теплоизоляция кровли; автоматизация управления систем здания, климат-контроль; установка энергосберегающих приборов с производством энергии.

Окружающая среда оказывает самое непосредственное влияние на качество нашей жизни. Из этого складываются концепции подхода проектирования энергоэффективных зданий.

Концепция пассивного здания – в основе лежит не использование центрального отопления или с малым его потреблением с помощью возобновляемых источников энергии и технологии с уменьшением теплопотерь.

В основе концепции умного здания предполагается технология задачи и отслеживания в автоматизированном режиме работу всех инженерных систем и электроприборов, исходя из существующих условий, и так же обеспечивающих

безопасность, энергосбережение и комфорт для пользователей.

В концепции активного здания совмещается концепции пассивного и умного здания, создания комфорта и качества проживания с помощью применения природных энергетических ресурсов и современных технологий, и грамотно распоряжается энергией, которая идет на расход.

Концепция экологически здорового здания представляет собой технологии, применяющие экологически чистые строительные материалы, которые способствуют повышению качества микроклимата в помещениях и защите окружающей среды.

В концепции экологически нейтрального здания объединяются концепции пассивного, умного, активного и экологически здорового здания.

Энергоэффективное здание имеет компактность и хорошую изоляцию ограждающих конструкций, в несколько раз выше нормативных показателей. Так же энергоэффективное остекление имеющее сопротивление теплопередаче оконных конструкций не менее 0,8 м С/Вт.

Развитие энергосберегающих технологий не стоит на месте и уже, на сегодняшний день, существует множество путей повышения энергоэффективности зданий. И при внедрении новейших технологий на стадии проектирования зданий, можно достичь значительной экономии ресурсов и уменьшения пагубного влияния на окружающую среду [5].

Один из первых энергоэффективных домов в России построен в микрорайоне Никулино-2 в Москве (1998–2002 гг.), двукратно снизив энергозатраты на жилье. Установлены конвекторы, которые являются механической вытяжная система вентиляции с естественным притоком через воздухозаборные устройства. Энергопотери снизились на 34 %.

В г. Бийске, Алтайский край существует энергоэффективный жилой комплекс из пяти трехэтажных домов. Объемно-планировочные решения домов обеспечивают максимальное использование солнечной энергии и минимальные теплопотери здания. В домах имеются бойлеры для накопления тепловой энергии, система на базе солнечных вакуумных коллекторов для производства горячей воды. Квартиры в домах имеют датчики расхода всех видов энергии, газа и воды и автоматизированное регулирование микроклимата в помещениях.

Проблемы энергосбережения очень актуальна для стран с высокоразвитой экономикой, в том числе для стран Европы, где до 70 % энергопотребления происходит за счет импорта [3]. От общего потребления тепловой энергии в странах Европы уходит 20–22 %.

Первое пассивное здание было построено в г. Дармштадт, р-н Кранихштайн, в 1991 г. В нем

можно было бы отказаться от отдельной системы отопления, так как оно нуждалось в маленьком количестве тепла. Были применены теплоизоляция, рекуперация, солнечные коллекторы для нагрева горячей воды и грунтовый теплообменник для предварительного нагрева свежего воздуха. Теплоизоляция выполнена качественно.

Ориентация и форма зданий на энергоэффективность представлена в здании в г. Манчестер, Нью-Гэмпшир, США, 1972 г. Место застройки ограничивало выбор оптимальной формы здания и его ориентации с точки зрения энергоэффективности [6].

Размеры строительной площадки не позволили запроектировать прямоугольное здание в плане с длинными фасадами, которые обращены к югу и северу, что являлось бы уменьшением теплопоступления от солнечной радиации в летнее время, а в зимнее время – возможность использования теплопоступления от солнечной радиации. В итоге форма здания принята кубической и появилась необходимость в ограничении площади остекления. Конечный вариант дал коэффициент остекления 12 % на западном, восточном и южном фасадах и отсутствие остекления на северном фасаде здания (для снижения теплопотерь здания).

Влияния формы здания на его энергоэффективность

Перспективы направления проектирования в строительстве на сегодняшний день возможны при следовании условий, таких как уменьшение теплопотерь здания и учет экологической составляющей строительства. Ведь в нашей стране около 40 % топлива уходит на теплообеспечение зданий, при увеличении темпов и роста строительной сферы. Строительство и проектирование энергоэффективного здания включает в себя учет совокупности факторов, реализация которых обеспечивает общество энергоэкономичными задачами, в том числе архитектурно-планировочные решения. Выбор объемно-планировочного решения здания должен полагаться на энергоэффективную форму здания для снижения теплопотерь. Наиболее актуальное и рациональное применение экономии энергии имеет способ оптимизации формы здания, выполняющей регулирование энергетических потребностей здания.

Актуальность строительства зданий энергоэффективной формы определена выявлением наиболее оптимальной формы здания, обеспечивающее не только эффективное использование возобновляемой энергии, но и так же сбережение энергии, которая поступает от инженерных сетей здания, и распределяющую природную энергию во внутренне пространство помещений и ориентацию, направленную на использование благоприятных и нейтрализацию неблагоприятных воздействий внешней среды. Так же и

теплоэнергетическое воздействие климата на тепловой баланс здания может быть оптимизировано с помощью расположения и площади заполнения световых проемов, регулирования фильтрационных потоков.

К мероприятиям по увеличению энергоэффективности относятся: уменьшение показателя удельного периметра наружных стен m/m^2 (отношение периметра наружных ограждающих конструкций к площади этажа); уменьшение значения коэффициента компактности K (m^2/m^3); увеличение ширины корпуса здания.

При учете солнечной радиации и ветра на тепловой баланс здания, форма должна быть изменена от сферы, кубической к параллелограмму. Но строительство зданий с объемно-планировочным решением в виде круга имеют проблемы, связанные с увеличенными затратами возведения и трудности в его планировке. Вытянутая и компактная форма без изрезанности фасадов представляют между друг другом наиболее удачное решение, способствующее уменьшению удельных потерь тепла. Удачный выбор формы, ориентации и размеров здания дает возможность в теплый период года уменьшить воздействие солнечной радиации на оболочку здания, и, следовательно, снизить затраты на его охлаждение. С помощью этого происходит улучшение экологической составляющей, уменьшение эксплуатационных затрат, благодаря чему здание становится более привлекательной для строительства.

Принципы проектирования объемно-планировочного решения должны содержать в себе повышение компактности объемной формы здания для снижения удельной площади поверхности теплоотдачи с помощью использования коэффициента компактности K (m^2/m^3).

При расчете компактности зданий находится закономерность роста энергоэффективности с одинаковой площадью пола, но разными периметрами, представленная на рисунке 1 [7].

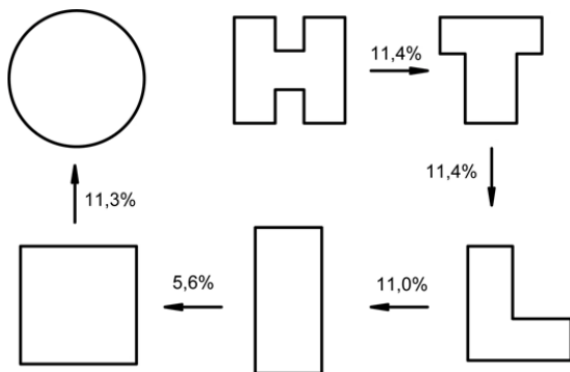


Рис. 1. Влияние конфигурации плана здания на его энергопотребление (стрелкой показано направление роста энергоэффективности)

Наименьшее энергопотребление при одинаковой площади пола, в соответствии с данными таблицы 1 [7], соответственно зданиям круглой конфигурации. Но в таком типе зданий могут значительно увеличиться затраты на его строительство и дальнейшие трудности с внутренней планировкой. На стадии проектирования можно прогнозировать расход энергии на отопление здания в зависимости и в виде круга.

Таблица 1

Зависимость энергопотребления от конфигурации здания в плане

План	Отношение к S	Площадь стен	Энергопотребление, кВт	Площадь пола, m^2
А	1,15	160	2859	93
Б	1	140	2501	
В	0,88	123	2198	
Г	0,81	112	2001	
Д	0,76	106	1894	
Е	0,67	94	1659	

Согласно результатам расчетов, приведенных в таблице 1, с увеличением площади поверхности наружной оболочки здания $S_{нп}$ теплопотери и энергозатраты на его эксплуатацию увеличиваются.

Зависимость изменения площади ограждающих конструкций от изменения площади этажа при одинаковой высоте этажа, представлена на рисунке 2 [7]. Принятые геометрические формы условны, так как в реальном проектировании конфигурация здания более сложна, что определяет степень отклонения от полученных результатов.

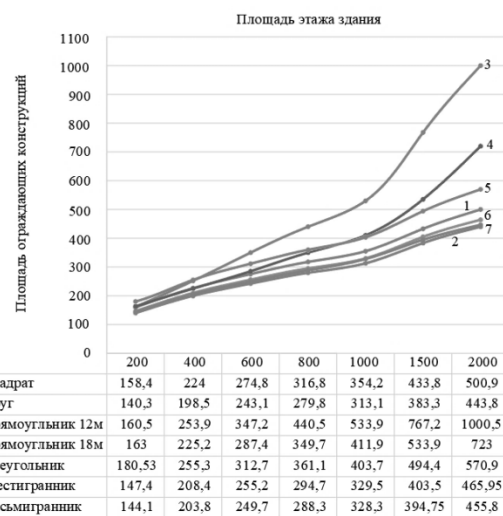


Рис. 2. Зависимость изменения площади ограждающих конструкций от изменения площади этажа

Компоновка прямоугольного здания как наиболее распространенной формы с целью

выявления зависимостей снижения площади вертикальных ограждающих конструкций от изменения ширины здания. Зависимость сокращения площади вертикальных ограждения от площади этажа здания представлена на рисунке 3 [8]. Процентное сокращение площади ограждающих конструкций при изменении ширины от 12 до 24 м определено в таблице 2 [8].

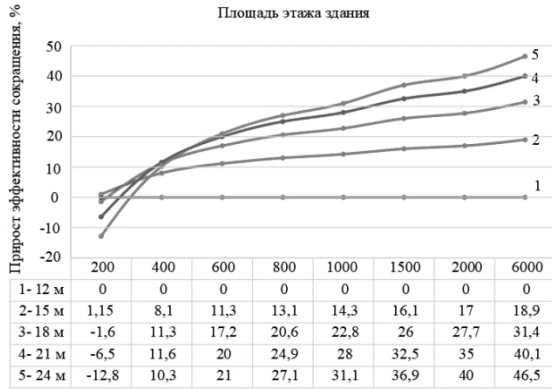


Рис. 3. Зависимость сокращения площади вертикальных ограждающих конструкций от площади этажа здания

Таблица 2

Зависимость сокращения площади ограждения от ширины здания

Площадь, м ²	От 12 до 18 м	От 18 до 24 м
200	-1,6	-11,2
400	11,3	-1
600	17,2	3,8
800	20,6	6,5
1000	22,8	8,3
1500	26	10,9
2000	27,7	12,3
6000	31,4	15,1

Прирост эффективности уменьшается при одинаковой площади этажа по мере увеличения ширины здания. Отрицательные значения получаются, когда более эффективная квадратная форма преобразуется в прямоугольную форму с большим значением площади ограждающих конструкций.

Эффективность увеличения ширины здания дает уменьшение площади вертикальных ограждающих наружных конструкций до 47 %, сокращается количество теплотерь и общая стоимость здания, так как их стоимость является 1/3 общей стоимости здания.

При длине здания, стремящейся к бесконечности, получается экономия энергии 50 %, исходя из таблицы 3 и по результатам расчета [9] при безразмерной длине здания (отношение длины к ширине здания) $\bar{x} = 10$, что является длиной здания $x = 120$ м экономия энергии составляет 45 %. Получается при ширине здания 12 м рекомендуется принимать длину не менее 120 м.

Здания, имеющие много выступающих конструкций, такие, как и балконы, лоджии –

оребрения, которые снижают энергетическую эффективность. Выступы здания искажают или разрушают симметрию температурного и скоростного полей и на каждой выступающей поверхности имеется критическая точка. В средней части поверхности стен тепловой пограничный слой и тепловой поток имеют постоянные значения, к углу пограничный – уменьшается, а тепловой – увеличивается. Потери тепла приблизительно увеличиваются на 5–10 %.

По данным значений и моделирования (табл. 1 по [10]) получено, что размещение здания не в месте затенения участка благотворно сказывается на энергопотреблении всех исследованных вариантов. Уменьшение затенения остекления южных ориентаций в отопительный период, сказывается на удельном теплотреблении малоэтажного жилого здания в диапазоне от 0.5 до 3 кВт·ч/м² в год, в зависимости от ситуации.

Таблица 3

Результаты расчета экономии энергии в зависимости от безразмерной длины здания

Безразмерная длина здания, \bar{x}	Коэффициент компактности K	Удельный тепловой поток $q_{отр}$ кВт·ч/м ²	Экономия энергии $\Delta Q_{отр}$, %
1	1	120	0
5	0,60	72	40
10	0,55	66	45
20	0,53	63	47
50	0,51	61	48
100	0,505	60,6	49

Модели 3, 4, 5 (рис. 4), приближенные к прямоугольной призме, цилиндру, кубу с эркерами имеют наиболее эффективные показатели по стандарту «пассивного» дома, которые обладают большей компактностью и меньшей площадью остекления, чем модель 1. Модель 1, имеющая форму прямоугольной призмы обладает самыми эффективными показателями по «энергоэффективному» стандарту.

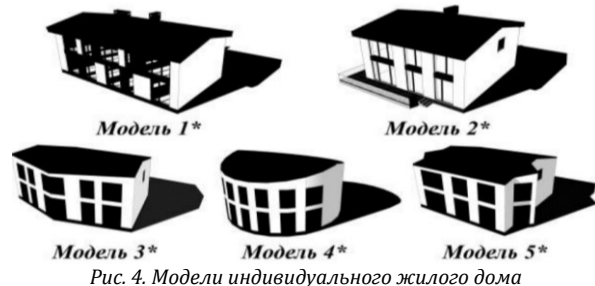


Рис. 4. Модели индивидуального жилого дома

Выводы

Исходя из перечисленного, можно сделать вывод, что наименьшие теплотери и низкую

материалоемкость имеют здания с формой сферы, куба, длинного параллелепипеда с уменьшением изрезанности фасадов. Неблагоприятной формой являются здания узкие, длинные или в виде высокой башни, для них свойственна наибольшая энергоёмкость. Традиционная прямоугольная форма здания шириной 12 м является наименее предпочтительной.

Удачный выбор формы, ориентации и размеров здания дает возможность в теплый период года уменьшить воздействие солнечной радиации на оболочку здания, и, следовательно, снизить затраты на его охлаждение. С помощью этого происходит улучшение экологической составляющей, уменьшение эксплуатационных затрат, благодаря чему здание становится более привлекательной для строительства.

Список литературы

1. Исследование влияния формы здания на его энергоэффективность / М.В. Рубцова, Е.А. Шевченко, Э.Е. Семенова - Текст: непосредственный // Инженерные системы и сооружения. - 2020. - № 3-4 (41-42). - С. 30-35.
2. Рубцова М.В. Проектные решения отеля на воде с учетом энергосбережения / М.В. Рубцова, Э.Е. Семенова - Текст: непосредственный // Строительство и реконструкция: сборник научных трудов 2-й Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров. Юго-Западный государственный университет. - Курск.- 2020. - С. 170-173.
3. Слимек И. В. Анализ отечественного и международного опыта проектирования и строительства энергоэффективных зданий / И. В. Слимек, М. П. Диндиенко, Н. В. Сергеева // ВЕСТНИК АлтГТУ. - 2018. № 1. - С. 281-286.
4. Постановление правительства РФ. О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам установления первоочередных требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений: Утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 7 марта 2017 г. N 275. - Текст: непосредственный.
5. Чужинова Ю.Ю. Актуальность проблемы энергосбережения и пути ее решения / Ю.Ю. Чужинова, Э.Е. Семенова - Текст : непосредственный // Научный вестник ВГАСУ. Серия: высокие технологии. Экология. - 2014. - № 1. - С. 138-141.
6. Оптимизация геометрии формы архитектурных объектов повышения их энергоэффективности. - Текст: электронный. // DocPlayer.ru: сервер публикации документов. - 2021. - URL: <http://docplayer.ru/27400496-2-lekciya-optimizaciya-geometrii-formy-arhitekturnyh-obektov-s-celyu-povysheniya-ih-energoeffektivnosti.html> (дата обращения: 11.12.2020).
7. Семенова Э.Е. Исследования зависимости энергоэффективности здания от геометрической формы / Э.Е. Семенова, А.А. Тютюрев - Текст : непосредственный // Научный вестник ВГАСУ. Высокие технологии. Экология. - 2011. - № 1. - С. 102-104.
8. Головнев С.Г. Оценка влияния архитектурно-планировочных решений гражданских зданий на энергоэффективность / С.Г. Головнев, А.Е. Русанов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. - 2013. - № 4. - С. 76-79.
9. Савин В.К. Энергетическая эффективность и формообразование зданий / В.К. Савин, Н.В. Савина // Вестник МГСУ. - 2011. - № 3. - С. 152-157.
10. Прокопенко К.И. Влияние формы здания на его энергопотребление / К.И. Прокопенко // Архитектура жилых и общественных зданий - 2014. - № 4. - С. 181-186.
11. Семенова Э.Е. Влияние объемно-планировочного решения на энергоэффективность здания / Э.Е. Семенова, Г.В. Пономарева / - Текст : непосредственный // Строительство и реконструкция: сборник научных трудов научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. - Курск.- 2019. - С.105-109.

© М. В. Рубцова, Э. Е. Семенова

Ссылка для цитирования:

Рубцова М. В., Семенова Э. Е. Учет влияния формы здания на его энергоэффективность // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 2 (36). С. 10–15.

УДК 624.04; 69.07

DOI 10.52684/2312-3702-2021-36-2-15-20

РАСЧЁТ МНОГОЭТАЖНОГО ЗДАНИЯ НА ПРОГРЕССИРУЮЩЕЕ ОБРУШЕНИЕ ПРИ СЕЙСМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

С. С. Рекунов, А. Ю. Косова, С. Ю. Иванов, И. С. Завьялов

Волгоградский государственный технический университет, г.Волгоград, Россия

В статье приведён анализ существующих расчётных практик для решения проблем живучести конструкций зданий и сооружений. Отдельно рассмотрены вопросы прогрессирующего обрушения зданий при действии сейсмических нагрузок. Отмечено, что для обеспечения надёжности конструкций зданий и сооружений при особых воздействиях необходимо чёткое регулирование в системе нормативной документации Российской Федерации. Большинство расчётов на прогрессирующее обрушение выполнено для зданий каркасного типа. В данной работе предложен один из подходов к решению проблемы живучести на примере расчёта многоэтажного здания стеновой конструктивной системы на прогрессирующее обрушение при последовательном отказе наиболее нагруженных стен первого этажа. Показано изменение напряжённо-деформированного состояния несущих конструкций здания при последовательном отказе стен первого этажа на каждом этапе расчёта.

Ключевые слова: надёжность, живучесть, прогрессирующее обрушение, сейсмическое воздействие, локальное разрушение, отказ.