

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗДАНИЯ

**Акбарова Самира Мисирхан**- к.т.н., доц., кафедра Строительство инженерных систем и сооружений, АзАСУ, samira.akbarova@azmiu.edu.az

**Аннотация.** Рост антропогенной нагрузки на окружающую среду во второй половине XX века привел к обострению многих экологических проблем. Сегодня масштабы экологического риска охватывают территории крупных регионов. В этом отношении территория Азербайджана не является исключением. Сложные природные условия - наличие сильных ветров, высокая температура воздуха и значительное количество, интенсивность солнечной радиации, частые пылевые бури еще более усложняют экологическую ситуацию. В данной статье приведен анализ влияния основных климатических показателей на теплоэнергозатраты здания.

**Ключевые слова:** конструкция стены, теплоизоляционный слой, нормированный коэффициент термического сопротивления, воздушный зазор

## IMPACT OF THE CLIMATE ON THE THERMAL AND ENERGY INDICATORS OF THE BUILDING

**Akbarova Samira Misirkhan**- PhD in tech.sc., ass. prof., department of Construction of engineering systems and facilities, AzUAC, samira.akbarova@azmiu.edu.az

**Abstract.** The increase of the anthropogenic pressure in the second half of the 20th century have led to the exacerbation of many environmental problems. Today, the scale of environmental risk covers the territory of the large regions. In this regard, the territory of Azerbaijan is no exception. The difficult natural conditions - the presence of strong winds, high air temperature and solar radiation, the frequent dust storms further complicate the ecological situation. This article provides an analysis of the impact of the main climatic indicators on the heat and energy consumption by the buildings.

**Keywords:** wall construction, thermal insulation layer, normalized thermal resistance coefficient, air gap

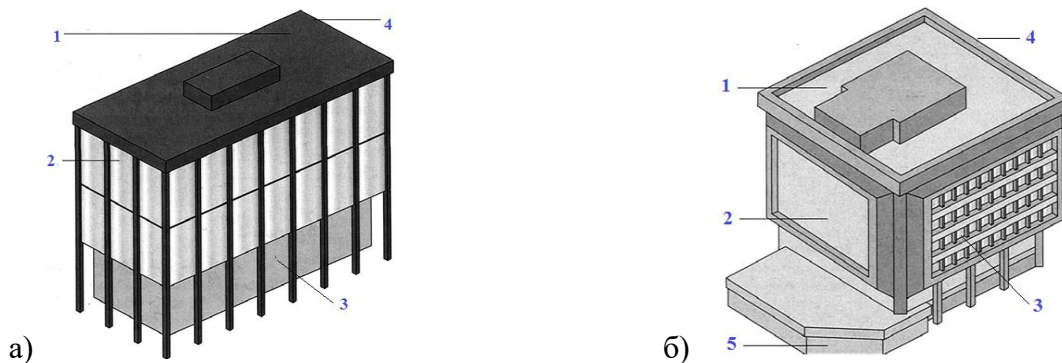
**Введение.** Последние 15 лет строящиеся многоэтажные здания, возведенные без учета градостроительных норм, не соответствуют региональным климатическим условиям, по существу они изменяют ветровой режим территории, препятствуют инсоляции зданий, пренебрегают условиями влажности в помещении. Как результат, возрастает энергопотребление для должной адаптации зданий к климатическим условиям и для создания в них комфортного микроклимата, что в свою очередь приводит к загрязнению окружающей среды.

**Материал и метод.** В зависимости от географического положения, орографии, рельефа местности и времени года интенсивность солнечной радиации, скорость и направление ветра, температура наружного воздуха изменяются в весьма широких пределах для данного региона [1]. Воздействие указанных показателей наружного климата на здания и сооружения с точки зрения их энергопотребления значительно и определяет их теплотехнические характеристики [2]. Влияние местного климата на наружные ограждающие конструкции здания характеризуется метеорологическим градиентом, с учетом величины и повторяемости показателей наружного климата. Статистическая обработка многолетних показателей наружного климата указывает на то, что для каждого региона характерен свой метеорологический градиент влияющий на формирование теплоэнергетического баланса здания. Различно по сторонам света ориентированные помещения имеют существенно отличающиеся теплопотери и теплопоступления [3].

За счет правильного выбора формы здания, расположения световых проемов и их площади заполнения, регулирования наружных и внутренних фильтрационных потоков можно оптимизировать теплоэнергетическое влияние показателей локального климата на тепловой баланс здания. К примеру верный выбор формы, размеров здания и его ориентации дает возможность в теплый период года минимизировать влияние солнечной радиации на наружные ограждающие

конструкции (НОК) здания, что способствуем уменьшению энергозатрат на охлаждение на 15- 19 % [4].

На рис. 1 показаны два здания а) без энергоэффективных мер и б) с ЭЭМ: а) 1-темноокрашенная крыша с высоким коэффициентом поглощения тепла солнечной радиации, 2- остекленная северная стена, 3- значительная площадь остекления 50-80 %, 4- здание прямоугольной формы- площадь поверхности большая при том же объеме, б) 1-светлоокрашенная крыша с низким коэффициентом поглощения тепла солнечной радиации, 2- неостекленная северная стена, 3- малая площадь остекления  $\leq 10\%$ , 4- здание кубической формы- минимальная площадь поверхности для данного объема здания, 5- первый этаж. Результаты теплоэнергетических расчетов показывают что второе здание имеет на 30% меньшие энергозатраты.



**Рис.1.** а) Здание без энергоэффективных мер,  
б) Здание с энергоэффективными мерами [4]

При отсутствии ветра и при отрицательных температурах наружного воздуха наименьшие теплопотери через ограждения обеспечивает сферическая форма здания. Путем оптимизации выбора оптимальной формы по отношению к господствующим ветрам или посредством применения ветрозащитных ребер, барьеров и т.д. можно минимизировать инфильтрацию внутреннего воздуха через НОК из-за ветрового давления и тем самым уменьшить инфильтрационные теплопотери [5].

Для второго здания на рис. 1 на северном фасаде расположены вспомогательные помещения, для которых согласно СНиП не требуется естественное освещение. Кубическая форма, ограниченная площадь остекления на 12 %, отсутствие остекленности северного фасада оптимизирует энергопотребление. На поверхность южной стены в зимнее время падает больше солнечной радиации, чем в летнее.

Теплоэнергетическое воздействия ветра на здание вычисляется формулой:

$$V=c \cdot v \cdot \rho \cdot (t_{\text{внут}} - t_{\text{нар}}), \text{ Вт/м}^2 \quad (1)$$

$c$ - удельная теплоемкость воздуха, Дж/(кг·°С);

$v$ - скорость ветра, м/с;  $\rho$ - плотность, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{\text{внут}}, t_{\text{нар}}$ - температура внутреннего и наружного воздуха, °С.

Здание, расположенное большей стороной перпендикулярно к господствующему направлению ветра, будет терять в зимнее время больше тепла (рис. 2). Оптимизация влияния ветра на тепловой баланс здания определяется не только ориентацией но и взаимным расположением зданий, их конфигурацией, высотой, местным ландшафтом. Тыльное расположение значительных по протяженности зданий по отношению к господствующим ветрам способствует образованию аэродинамической трубы и большим энергозатратам. Методология минимизации отрицательного воздействия наружного климата на теплоэнергетический баланс здания основана на расчетах тепловых балансов для характерных периодов года: период охлаждения, самый жаркий месяц, отопительный период, наиболее холодная пятидневка. Аэродинамические исследования для средней скорости ветра в Азербайджане  $\approx 5$  м/с показывают что воздушные потоки под действием ветрового

потока способствуют достаточной вентиляции здания и поэтому использование стратегий пассивного дизайна зданий перспективно для климатических условий Азербайджана.

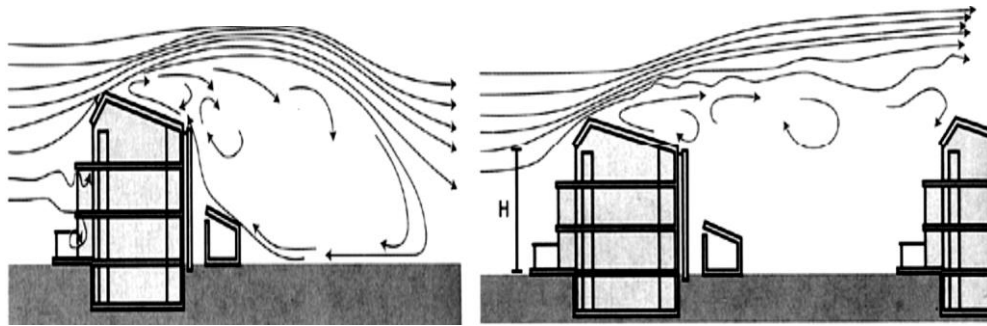


Рис. 2. Влияние формы и взаимного расположения зданий на ветровые потоки [5]

Правильный выбор размеров и формы помещений зависит от ряда факторов, среди которых особое место занимает воздушная среда, характеристики которой зависят от климатических условий и места строительства. На протяжении тысячелетий архитекторам было известно, что города и здания следует проектировать и строить в соответствии с климатом, а ширину улиц, высоту зданий и размеры окон - выбирать с учетом ориентации и глубины помещений. Необходимо бережно и композиционно оправдано вписывать здания и сооружения в природу. Как показывает практика, все архитектурные и градостроительные шедевры создавались с учетом этих вечных истин. В южных сухих районах города всегда имели характер «самозатеняющихся структур», а здания - своеобразных «термосов» с массивными стенами, замкнутой компактной планировкой и редкими небольшими окнами.

Для влажных южных районов, наоборот, характерными чертами являются: открытая планировка, хорошо проветриваемые городские пространства, легкие «дышащие» стены зданий и большие световые проемы. Южные районы характеризуются значительным количеством солнечных дней в году, очень высокой радиацией и контрастностью освещения. Все эти факторы определяют специфический характер тонкой архитектурной пластики и большую насыщенность цветовых соотношений элементов и деталей зданий. В северных и большинстве центральных районах наблюдается преимущественно облачное небо, которое обуславливает крупную пластику стен и деталей и пастельные цветовые решения фасадов зданий и сооружений. Без учета вышеизложенных истин нельзя обеспечить в зданиях необходимый комфорт при минимальных затратах на эксплуатацию зданий. Особенно это становится важным в век энергетического кризиса и всемерной экономии энергетических ресурсов. Только 11 рациональное проектирование городов, агропромышленных комплексов и жилой застройки с учетом климатических условий, ориентации по сторонам горизонта, применения оптимальных размеров и пропорций световых проемов, а также солнцезащитных устройств обеспечивает значительную экономию материальных и финансовых затрат.

Следует отметить, что только за счет рационального выбора размеров световых проемов, способствующих увеличению использования естественного света на 1 ч в течение суток, можно сэкономить до 3 млн. кВт/ч электроэнергии в год только в промышленных зданиях. За счет использования требований к инсоляции зданий появляется возможность повысить плотность застройки на 8-10 % и увеличить строительство более экономичных домов меридионального типа с широким корпусом, что позволяет значительно сократить градостроительные затраты без снижения объема ввода жилых домов. Рациональное применение солнцезащитных устройств снижает затраты на эксплуатацию гражданских зданий, для промышленных зданий способствует повышению производительности труда за счет уменьшения выпуска бракованной продукции и расходов на искусственное регулирование микроклимата в помещениях. Таким образом, при проектировании зданий и сооружений необходимо знать климатические факторы и учитывать их, так как знание климатических условий среды позволяет найти выразительную архитектурную форму, придать зданию индивидуальный образ, обусловленный природно-климатическими факторами места

строительства.

Климатические факторы и их роль при проектировании зданий и сооружений. Под климатом понимается многолетний режим погоды, характерный для данной местности. К важнейшим климатическим факторам, необходимым для проектирования, относятся:

- солнечная радиация (прямая и рассеянная), поступающая на разных широтах на горизонтальные и вертикальные ограждающие поверхности разной ориентации при безоблачном небе или при облачности за разные сроки, Вт/м<sup>2</sup>;
- температурные, в виде температур наружного воздуха холодного и теплого периодов года;
- влажностные (относительная или абсолютная влажность воздуха, количество осадков за год, месяц, сутки и др.);
- ветровые (например, повторяемость направлений ветра, повторяемость штилей, средняя скорость по направлениям, максимальная, минимальная скорость и др).

Наружные ограждающие конструкции зданий подвергаются различным климатическим воздействиям, которые оказывают влияние на процессы теплопередачи, воздухопроницания и изменения влажностного состояния конструкций, освещения, инсоляции и звукоизоляции помещений. Многие климатические воздействия являются комплексными, т.е. вызванными совместным действием нескольких климатических факторов (например, совместным действием мороза и ветра, температуры и влажности и др.). Однако при определении необходимых качеств ограждающих конструкций приходится учитывать отдельные наиболее важные климатические факторы. Так, проницаемые для воздуха ограждающие конструкции будут наиболее охлаждаться при сильном ветре, который часто сопровождается умеренной температурой и наоборот, воздухо непроницаемые конструкции с плотным наружным слоем охлаждаются в такой же степени, лишь при предельно низкой температуре наружного воздуха. В связи с этим при проектировании ограждающих конструкций необходимо проводить их расчет и на предельно возможное охлаждение при низкой температуре, но при безветрии, и расчет на воздухопроницаемость при сильном ветре и относительно умеренной температуре наружного воздуха. Необходимость такого расчета ограждений при воздействии двух внешних воздействий возникает при проектировании ограждающих конструкций в климатических районах относительно безветренных, но характеризующихся суровой зимой и резкими колебаниями температуры в течение суток. В этих районах необходимо проводить расчет по предельно низкой температуре наружного воздуха с целью определения требуемого нормами сопротивления конструкции теплопередаче и расчет допустимых колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения при периодических изменениях наружной температуры, т.е. расчет теплоустойчивости конструкции. Аналогичные сочетания внешних воздействий приходится учитывать при проектировании ограждающих конструкций для южных и юго-восточных районов.

Для южных районов с высокой температурой летнего периода (более 21 °С в июле) следует проводить расчет на амплитуду колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения, т.е. расчет теплоустойчивости конструкции, который имеет целью ограничить перегрев помещений в жаркий период и является решающим при определении 14 теплотехнических качеств конструкции. В этом случае выполняется теплотехнический расчет ограждения по расчетной температуре зимнего периода для тепловой защиты здания и расчет при колебании температуры летом с целью ограничения перегрева помещений в жаркий период года. При наличии большой солнечной радиации решающее значение имеет расчет солнцезащитных устройств, который позволяет в помещениях создать комфортный режим. Климатические воздействия влияют на влажностное состояние ограждающих конструкций. В зависимости от влажного состояния воздушной среды наружного воздуха вся территория разделена на три влажностные зоны (сухая, нормальная и влажная). Влажностный режим воздуха в значительной степени влияет на паропроницаемость ограждающих конструкций. При проектировании ограждающих конструкций для районов влажной зоны, которые характеризуются сильными ветрами и косыми дождями (например, дальневосточные прибрежные территории) рекомендуется применять защиту от атмосферного увлажнения. С климатическими условиями связано проектирование естественного освещения зданий, зависящее от «светового климата» местности посредством коэффициента светового климата. Коэффициент светового климата учитывает неравномерность яркости небосвода и определяется с учетом группы административных

районов по ресурсам светового климата, на которые разделена территория Азербайджана. Солнечная радиация (прямая и рассеянная) учитывается при расчете на теплоустойчивость ограждающих конструкций зданий. Солнечная радиация зависит от северной широты расположения места строительства объекта и ориентации исследуемой поверхности. Ветер оценивается для решения планировочных задач, связанных с ветрозащитой или аэрацией. В значительной мере он учитывается при выборе ориентации и взаимного расположения селитебных и промышленных зон. Для анализа ветрового режима используется роза ветров, по которой устанавливаются направление и скорости ветра по месяцам.

Для районов, где ветры сочетаются с ливнями или запыленностью воздуха, необходимо по розе ветров устанавливать наиболее неблагоприятные направления ветров и предусматривать специальные средства защиты в виде экранированных ограждений, уплотненных стыков и т.п. Данные ветрового режима следует учитывать для определения направления городских магистралей. Установлено, что при совпадении направления ветра с прямой магистралью, застроенной фронтально, возникает эффект усиления скорости ветра до 20%. Если этот эффект 15 нежелателен, здания (особенно длинные) необходимо размещать под углом 45-90° к направлению магистрали. При любой температуре скорость ветра более 4 м/с является неблагоприятной для пешехода. При скорости ветра 6 м/с и более начинается перенос снега и песка, при скорости 12 м/с и более - возникают механические разрушения элементов зданий. Особенно скорость ветра вредна зимой, так как при среднемесячной скорости ветра 5 м/с и более здания подвергаются заметному охлаждению, поэтому необходима дополнительная защита зданий и пешеходов от ветра. Знание численных характеристик наружной воздушной среды позволяет придать зданию необходимую тепловую защиту и обеспечить комфортные условия в помещениях зданий.

**Выводы.** Проведен анализ воздействия ветровых показателей и ветрового режима на энергопотребление здания. Проведенные исследования показывают, что для географического положения Азербайджана, оптимальный учет теплоэнергетического воздействия наружного климата на здание позволяет снизить удельный расход энергии на климатизацию на 17-23 %.

## Литература

1. Kahramanova Sh. Geo- ecological Situation of Baku in Conditions of Intensive Construction of Residential Areas, El- Alliance Publishing Co. Baku, 133p. 2006
2. Kahramanova Sh. Climatized Residential Structures in Conditions of Baku, El- Alliance Publishing Co., Baku, 207p. 2008
3. Бродач М. М. Изопериметрическая оптимизация солнечной энергоактивности зданий. - Гелиотехника 2, Ташкент. 1990
4. Бродач М. М. Энергетический паспорт зданий – АВОК, № 1. 1993
5. Tabunschikov Y. A. and Shilkin N. V. Aerodynamics of tower buildings, Journal of АВОК 8, 12-24. 2004
6. Alinov M.Sh. Fundamentals of Energy Conservation and Efficiency. 2015
7. Лицкевич В.К., Конова Л.И. Учет природно- климатических условий местности в архитектурном проектировании. МАРХИ. 2011

## References

1. Kahramanova Sh. Geo- ecological Situation of Baku in Conditions of Intensive Construction of Residential Areas, El- Alliance Publishing Co. Baku, 133p. 2006
2. Kahramanova Sh. Climatized Residential Structures in Conditions of Baku, El- Alliance Publishing Co., Baku, 207p. 2008
3. Brodach M. M. Izoperimetricheskaya optimizatsiya solnechnoj energoaktivnosti zdaniy. - Geliotekhnika 2, Tashkent. 1990
4. Brodach M. M. Energeticheskij passport zdaniy – AVOK, № 1. 1993
5. Tabunschikov Y.A. and Shilkin N.V. Aerodynamics of tower buildings, Journal of AVOK 8, 12-24. 2004
6. Alinov M.Sh. Fundamentals of Energy Conservation and Efficiency. 2015
7. Lickevich V.K., Konova L.I. Uchet prirodno- klimaticheskikh uslovij mestnosti v arhitekturnom proektirovanii. MARHI. 2011

Redaksiyaya daxil olma /Received 25.01.2022

Çapa qəbul olunma /Accepted for publication 25.02.2022

*Цитировать эту статью: Акбарова С.М. Климатические воздействия на теплоэнергетические показатели здания. журнал Научные труды. АзАСУ, с. 84-89, №1, 2022*

*For citation: Akbarova S.M. Impact of the climate on the thermal and energy indicators of the building. Journal of Scientific Works/ Elmi eserler. AzUAC, p. 84-89, N1, 2022*