

УДК 697.94

Оптимизационные задачи, связанные с обеспечением параметров воздушной среды в объекте

Канд. техн. наук., доцент **Немировская В.В.**, nvv-kv@yandex.ru

Рачковский Н.О. Rachkovskiy.nikita@mail.ru

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

В данной статье описываются проблемы оптимизации, связанные с обеспечением параметров воздушной среды в объекте, рассматриваются возможные пути решения поднятой проблемы. Основой для написания статьи является «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года». Анализ предложенных решений основан на принципе разделения параметров на внутренние и внешние. Дано чёткое разграничение вышеуказанных параметров и степень их влияния на параметры воздушной среды в объекте. Авторы обращают внимание на грамотное расположение помещений в объекте. При написании статьи, авторами были использованы труды таких известных ученых как д.т.н. А.А. Рымкевича, д.т.н. А.Я. Креслина, д.т.н. Л.Б. Успенской. Произведён краткий сравнительный анализ двух городов России, имеющих экстремальные значения климатических параметров, качественно отражающих возможные принимаемые решения.

Ключевые слова: вентиляция, кондиционирование воздуха, энергоэффективность, энергосберегающие технологии.

Optimization problems associated with providing air parameters in the object

Rachkovskii N.O. Rachkovskiy.nikita@mail.ru

Ph.D. Nemirovskaya V.V. nvv-kv@yandex.ru

ITMO University

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

This article describes the optimization problem associated with providing air parameters in the object, possible solutions to the problem raised. Basis for writing the article is "Energy Strategy of Russia for the period up to 2030". Analysis of the proposed solutions is based on the principle of separation parameters for internal and external. Given a clear delineation of the above parameters and their influence on the parameters of air in the facility. The authors draw attention to the competent locations throughout a facility. When writing this article, the authors have used the works of such renowned scientists as Ph.D. A.A. Rymkevich,

Ph.D. A.Y. Kreslinia, Ph.D. L.B. Uspenskaya. Promoted a brief comparative analysis of the two Russian cities with extreme values of climate variables, reflecting the possible qualitative decisions.

Keywords: ventilation, air conditioning, energy efficiency, energy saving technologies.

Оптимизация параметров воздушной среды в объекте является одной из важнейших задач России в первой трети 21 века. Это связано с энергетической стратегией России в период до 2030 года, которая изложена в программе «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года» [1], в которой определены основные цели развития тепло и холодоснабжения:

- обеспечение потребителей системами отопления, вентиляции, кондиционирования, хладоснабжения в соответствии с ведущими мировыми стандартами при их всеобщей доступности;
- снижение влияния выбросов теплоты в окружающую среду;
- управляемость процессами тепло хладоснабжения;
- обеспеченность энергоресурсами;
- сокращение расходов и потерь теплоты и (или) искусственного холода
- безопасность при производстве, монтаже и эксплуатации систем.

Из всего вышперечисленного, первостепенной задачей в рамках оптимизации является сокращение потерь теплоты и расхода искусственного холода.

При решении оптимизационной задачи рассматривается ряд параметров, которые условно можно разделить на «постоянные» и «переменные».

«Постоянные параметры» – это такие параметры, которыми наделён объект и которые, невозможно изменить при его эксплуатации.

«Переменные параметры»– это такие параметры, которые могут быть изменены по принуждению человека и (или) независимо от человека.

Постоянные параметры условно можно разделить на внешние и внутренние.

К постоянным внешним параметрам можно отнести такие параметры как:

- географическое расположение объекта;
- геометрическая форма объекта;
- материал ограждающих конструкций;
- площадь ограждающих конструкций с их углом наклона к горизонту и ориентацией по сторонам света.

К постоянным внутренним параметрам, в основном, можно отнести только «грамотное» расположение помещений, которое бы главным образом, уменьшало бы расход теплоты.

«Грамотным», будем считать такое расположение, которое соответствовало бы следующему принципу: *наиболее тёплые помещения должны быть сконцентрированы в центре здания на наиболее низких этажах*. Такое расположение помещений препятствует излишнему теплообмену помещения, имеющего более высокую температуру, по сравнению с окружающими его помещениями и (или) с наружной средой.

Переменные параметры можно также условно разделить на внутренние и внешние.

К переменным внешним параметрам можно отнести:

- период года (тёплый, переходный*, холодный);
- метеорологические условия наружной среды, включая интенсивность солнечной радиации.

*) Проф. А.А. Рымкевич [2] рекомендует не исключать при расчётах переходный период года, не смотря на то, что в СП [3] формально не существует и исключён

К внутренним переменным параметрам можно отнести:

- назначение объекта;
- внутреннюю тепловлажностную нагрузку на системы жизнеобеспечения (СЖ), составляющими которых в данном случае являются системы отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВК);
- схему воздухораспределения.

Совокупность данных параметров представлена на рис.1.

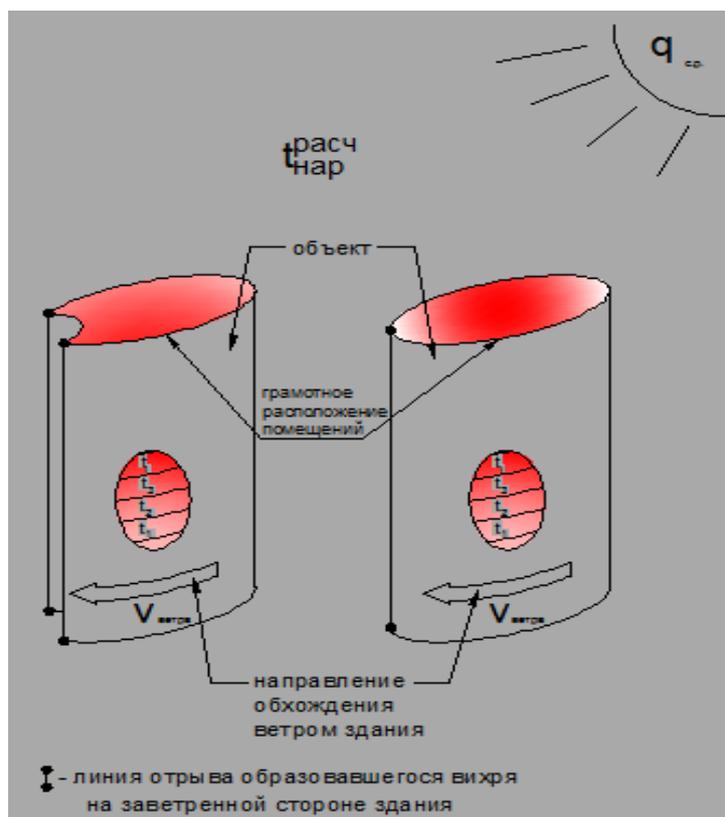


Рис. 1. Внутренние переменные параметры

Исходя из этого, задачу оптимизации можно решить двумя способами.

Первый способ, заключается в полной оптимизации вышеуказанных параметров на этапе проектирования, что более характерно для вновь возводимых объектов, или частичной оптимизации для реконструируемых (или подлежащих реновации) объектов (изменение назначения объекта; грамотное расположение помещений; увеличение термического сопротивления внешних ограждающих конструкций за счёт утепления; изменение схемы воздухораспределения).

Второй способ, главным образом, заключается в оптимизации режимов работы оборудования, в основном, в уже эксплуатируемых зданиях, принцип которого базируется на трудах д.т.н. А.А. Рымкевича [4, 5, 6, 7], д.т.н. А.Я. Креслина [8], д.т.н. Л.Б. Успенской [9].

Для первого способа оптимизации географическое расположение объекта является мало осуществимым параметром по причине отсутствия возможности существования человечества исключительно в благоприятных условиях.

Наиболее реальным является обеспечение техническими средствами сочетания формы, материала и площади ограждающих конструкций.

Материал наружного ограждения должен способствовать уменьшению величины теплового потока, проходящего через наружное ограждение от внутренней среды к внешней среде в холодный период года и в обратном направлении – в тёплый.

К материалам наружного ограждения предъявляются наиболее жёсткие требования, так как они должны не только выполнять функцию тепловой защиты, но и отвечать следующим требованиям:

- безопасны для человека и окружающей среды при эксплуатации и переработке (утилизации);
- простыми в производстве и монтаже;
- компактными;
- иметь небольшую массу;
- эргономичными;

– недорогими при изготовлении.

Выбор высотности и формы здания, которые напрямую влияют на площадь внешнего ограждения, должны быть обоснованы не только архитектурным и высотным регламентами города (населённого пункта или местности), но и расположением и ориентацией по сторонам света здания внутри города, района, улицы, потому что это необходимо для уменьшения влияния действия ветра на объект. Интенсификация теплоотдачи от поверхности здания внешней среде зависит как от вихрей, образующихся на наветренной стороне здания, так и от потока воздуха, врезающегося в здание на наветренной стороне и впоследствии обходящего его.

Так как такой параметр, как географическое расположение объекта является малозначимым (по причине возведения объектов на уже обжитых территориях, имеющих необходимую инфраструктуру) и не влияет на процесс решения задачи оптимизации, то его можно компенсировать, грамотным расположением помещений, которое закладывается архитекторами на стадии проектирования. Оно достигается за счёт постепенного снижения температур от помещения к помещению, от «центра» к «окраине», но это (грамотное расположение) можно осуществить только при строительстве крупных многофункциональных объектов.

Грамотное расположение помещений в объекте в зависимости от его географического местонахождения должно быть обосновано на основании экономических расчётов.

Для наглядности вышеизложенного материала в статье рассматривается влияние постоянных и вариативных параметров для двух городов. Выбраны города: г. Сочи Краснодарского края и г. Марресаля Тюменской области, которые расположены в разных частях РФ.

Выбор этих городов основан на наличии постоянства экстремальных температур в холодный и тёплый периоды года, что наглядно видно из таблиц №1.1 и №1.2 сравнения наружного климата этих городов составленной на основании СП [10].

Таблица сравнения наружного климата городов Марресаля и Сочи для холодного периода года.

Таблица 1.1.

Местоположение, город	Марресаля, Тюменская область	Сочи, Краснодарский край
Температура воздуха, °С, наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98	-46	-7
Температура воздуха, °С, наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92	-45	-5
Температура воздуха, °С, наиболее холодных пятидневки с обеспеченностью 0,98	-42	-3
Температура воздуха, °С, наиболее холодных пятидневки с обеспеченностью 0,92	-39	-2
Продолжительность, сут. периода со средней суточной температурой воздуха:		
менее 0 °С	249	0
менее 8 °С	365	94
менее 10 °С	365	129
Преобладающее направление ветра за декабрь – февраль	ЮЗ	В

Учитывая сроки отопительных периодов:

– для г. Сочи экономически выгоднее размещать наиболее «прохладные» помещения в центре здания,

– а для г. Марресаля Тюменской области, «прохладные» помещения следует размещать на окраине объекта.

Таблица сравнения наружного климата городов Марресаля и Сочи для тёплого периода года.

Таблица 1.2

Местоположение, город	Марресаля, Тюменская область	Сочи, Краснодарский край
Барометрическое давление, гПа	1012	1008
Температура воздуха, °С, с обеспеченностью 0,95	26	10
Температура воздуха, °С, с обеспеченностью 0,98	28	14
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее тёплого месяца, °С	7,8	7,9
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее тёплого месяца, %	77	87
Преобладающее направление ветра за июнь – август	СВ	С, З

Внешние переменные параметры существенно влияют на строительные и эксплуатационные характеристики объекта. Как видно из табл. 1.2 продолжительность тёплого периода года в г. Сочи сильно превышает холодный период, по сравнению с г.Марресаля, что приводит к более сложным расчётам, для установления баланса между капитальными и эксплуатационными затратами: на отопление в холодный период года и на охлаждение в тёплый период года.

В г. Марресаля – иная ситуация, тёплый период года отсутствует. Такая ситуация делает необходимым круглогодичное снабжение отоплением населённого пункта, что в свою очередь заставляет ещё на этапе проектирования увеличивать капитальные затраты на строительство за счёт применения строительных материалов с повышенным термическим сопротивлением для последующего сокращения эксплуатационных затрат.

Для выбора системы воздухораспределения и подбора соответствующего климатического оборудования определяющими являются внутренние переменные параметры.

Тепловлажностная нагрузка на системы ОВК зависит как от внешних, так и от внутренних параметров (внешние изложены ранее). С целью уменьшения эксплуатационных затрат и исключения «лишних» элементов из систем ОВК, величины тепловлажностной нагрузки должны быть сопоставимы с санитарной нормой расхода наружного воздуха, подаваемого в помещение. Такое решение позволяет сократить капитальные затраты на оборудование.

Для корректного выбора, рекомендуется использовать метод «конкурирующих решений» изложенный проф. Рымкевичем А.А. [2]. Суть которого заключается в выборе систем ОВК на основе расчёта годового цикла эксплуатации этих систем. Назначение объекта – является определяющим при расчёте и выборе систем ОВК, изменение которого (назначения) может привести к значительным капитальным вложениям и эксплуатационным затратам.

Анализ полученных расчётных данных для каждого конкретного объекта, позволяет на основании сопоставления решений по возникающим возмущениям постоянных и переменных параметров, подобрать оптимальное решение.

Список литературы

1. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. №1715 – р.;

2. *Рымкевич А.А.*, Системный анализ оптимизации общеобменной вентиляции и кондиционирования воздуха. – СПб: «АВОК Северо – Запад», 2003. – 304 с.;
3. СП 60.13330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
4. *Рымкевич А.А., Халамайзер М.Б.* Управление системами кондиционирования воздуха. – М.:Машиностроение, 1977. – 274 с.;
5. *Рымкевич А.А.* Математическая (термодинамическая) модель систем кондиционирования воздуха. Учебное пособие. Л., 1979 – 89 с.;
6. *Рымкевич А.А.* Основы метода оценки и выбора оптимальных решений систем кондиционирования воздуха. Учебное пособие. – Л., изд. ЛТИХП, 1981. – 80 с.;
7. *Рымкевич А.А.* Принципы системного подхода к оценке и выбору основных элементов систем кондиционирования воздуха. Конспект лекций. – Л.:1980, с.56.;
8. *Кресль А.Я.* «Оптимизация энергопотребления систем кондиционирования воздуха» - Рига РПИ, 1982 – 154 с.;
9. *Успенская Л.Б.* Статистические закономерности изменения состояния наружного воздуха. Сб. тр. ВНИИГС. – М., 1968.;
10. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

Referenses

1. Jenergeticheskaja strategija Rossii na period do 2030 goda. Utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 13 nojabrja 2009 g. №1715 – r.;
2. *Rymkevich A.A.*, Sistemnyj analiz optimizacii obshheobmennoj ventiljacji i kondicionirovanija vozduha. – SPB: «AVOK Severo – Zapad», 2003. – 304 s.;
3. SP 60.13330.2012 «Otoplenie, ventiljacija i kondicionirovanie»;
4. *Rymkevich A.A., Halamajzer M.B.* Upravlenie sistemami kondicionirovanija vozduha. – M.:Mashinostroenie, 1977. – 274 s.;
5. *Rymkevich A.A.* Matematicheskaja (termodinamicheskaja) model' sistem kondicionirovanija vozduha. Uchebnoe posobie. L., 1979 – 89 s.;
6. *Rymkevich A.A.* Osnovy metoda ocenki i vybora optimal'nyh reshenij sistem kondicionirovanija vozduha. Uchebnoe posobie. – L., izd. LTIHP, 1981. – 80 s.;
7. *Rymkevich A.A.* Principy sistemnogo podhoda k ocenke i vyboru osnovnyh jelementov sistem kondicionirovanija vozduha. Konspekt lekcij. – L.:1980, s.56.;
8. *Kreslin' A.Ja.* «Optimizacija jenergopotreblenija sistem kondicionirovanija vozduha» - Riga RPI, 1982 – 154 s.;
9. *Uspenskaja L.B.* Statisticheskie zakonomernosti izmenenija sostojanija naruzhnogo vozduha. Sb. tr. VNIIGS. – M., 1968.;
10. SP 131.13330.2012 «Stroitel'naja klimatologija».