

Ленинградская организация общества «Знание» РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ ДОМ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПРОПАГАНДЫ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ
И КАЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ
И СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ
ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Ленинград
1978

зается гигроскопической или сорбционной; в воздухе, насыщенном водяным паром (имеющем относительную влажность $\varphi = 100\%$), материал приобретает максимальную гигроскопическую или максимальную сорбционную влажность. Эта влажность значительно меньше максимальной влажности материала вообще, т.е. влажности, которую он может иметь при поглощении не водяного пара, а воды в результате намокаемости.

От величины влажности зависят многие важнейшие свойства капиллярно-пористых материалов. При очень высокой влажности у ряда материалов происходит увеличение деформации и снижение механической прочности. Текстильные волокна обрываются, в результате качество тканей ухудшается, бумага набухает, удлиняется, становится рыхлой. И, наоборот, ряд изделий и материалов требуют в процессе своего изготовления и хранения высокой влажности. Так, многие изделия пищевой промышленности для обеспечения качественного протекания процессов ферментации требуют создания влажности, близкой к максимальной гигроскопической.

Слишком низкая влажность материалов также нередко ведет к ухудшению их свойств. Так, например, в обувном производстве слишком сухая кожа теряет эластичность, становится жесткой. При пониженной влажности многие материалы и изделия делаются малозлектропроводны, что способствует усилению образования электростатических зарядов на поверхностях нитей, лент, сопрягающихся друг с другом деталей. Эксплуатация ведет к тому, что отдельные нити, волокна отталкиваются друг от друга или, наоборот, притягиваются; и то и другое резко ухудшает качество изготовления в тех отраслях промышленности, где используются натуральные или синтетические волокна и нити. Электризация магнитной ленты в электронно-цифровых вычислительных машинах способствует налипанию пылинок.

Поскольку влажность материалов зависит от относительной влажности и ею определяется, необходимо уметь оценивать влажность материала по величине относительной влажности воздуха φ .

Наиболее точное определение равновесной влажности материала возможно с помощью полученных на основе экспериментальных исследований графических зависимостей, называемых изотермами сорбции, позволяющими обоснованно подойти к назначению нормативной

величины относительной влажности воздуха и допустимых пределов ее колебаний.

А. А. Рыжкович

ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Поиск оптимальных решений СКВ — одна из сложнейших инженерных задач, решение которой затруднено, во-первых, многообразным составом показателей для всесторонней количественной оценки систем; во-вторых, множеством исходных данных, затрудняющих формирование определяющих факторов для отбора возможных конкурирующих решений; в-третьих, отсутствием параметра аддитивности, с помощью которого можно было бы любой искомым показателем для системы вычислить непосредственным суммированием одноименных показателей отдельных элементов системы.

Отсюда следует, что логическое осмысливание перечисленных вопросов — неизбежный этап на пути разработки методов оптимизации СКВ.

Для оценки и выбора систем авторы предлагают четыре группы показателей: функционально-технологические, конструктивно-компоновочные, эксплуатационные и экономические. При этом наиболее существенным является установленная количественная их взаимосвязь. Исходной является первая группа показателей, которая характеризует степень выполнения заданных системе функций и необходимые для этих целей потребления сред и энергии (расходы воздуха, воды, тепла и холода).

Систематизация показателей дает возможность в каждом конкретном случае выбрать один из них в качестве критерия, а другие — в виде ограничений. Чаще всего критерием служат экономические показатели — приведенные затраты.

Наличие показателей и умение их вычислять — необходимое, но еще недостаточное условие для оптимизации систем. Требуется метод обоснованного перебора таких вариантов, которые могут

быть для заданных исходных условий конкурирующими (иначе содержание вариантов является случайным, а их число — бесконечным). Поэтому возникает необходимость формирования определяющих факторов. Схема обобщения определяющих факторов, влияющих на схемные решения систем кондиционирования и их автоматизации, показана на рис.1. Из рисунка видно, что определяющими факторами являются: 1) строго установленные сочетания классов тепловлажностных нагрузок, 2) условий задания параметров воздушной среды в помещениях (зона, линия, точка) и 3) характера изменения нагрузок в помещениях во времени. Так, для самого простого случая А во всех помещениях обслуживаемого сооружения за весь годовой цикл эксплуатации систем тепловлажностные нагрузки принадлежат к одному из четырех возможных классов, имея либо постоянные значения (*const*), либо переменные, но одинаково изменяющиеся во всех помещениях (*vaz*). Наиболее сложный случай Е характеризуется тем, что в каждом помещении за годовой цикл эксплуатации нагрузки могут переходить из класса в класс, изменяясь или пропорционально в каждом помещении (*vaz*), или произвольно (*va2*). При этом параметры воздуха в каждом помещении могут иметь свои значения, заданные областью, линией или точкой на *T-d*-диаграмме. Значение предложенного принципа обобщения определяющих факторов заключается в том, что для каждой группы можно найти строго обоснованные, исходя из конкурентоспособности вариантов, типичные решения СКВ, из которых для заданных конкретных исходных данных можно при последующем поиске найти оптимальный вариант.

В процессе этих поисков важно уметь выбрать наиболее существенные параметры или условия, изменение которых существенно влияет на показатели каждого варианта и обеспечивает выявление экстремального значения критерия оптимизации при благоприятных значениях показателей ограничений. Сущность этого приема можно продемонстрировать на примере самого простого случая А (рис.2), для которого тепловлажностные нагрузки принимаются постоянными и соответствующими III классу. При этом различие заключается только в задании параметров воздуха в помещении: на рис.2,а параметры заданы точкой $У_в$, а на рис.2,б — областью $У_а У_б У_в У_г$. Уже этого отличия достаточно, чтобы по-разному подходить к вы-

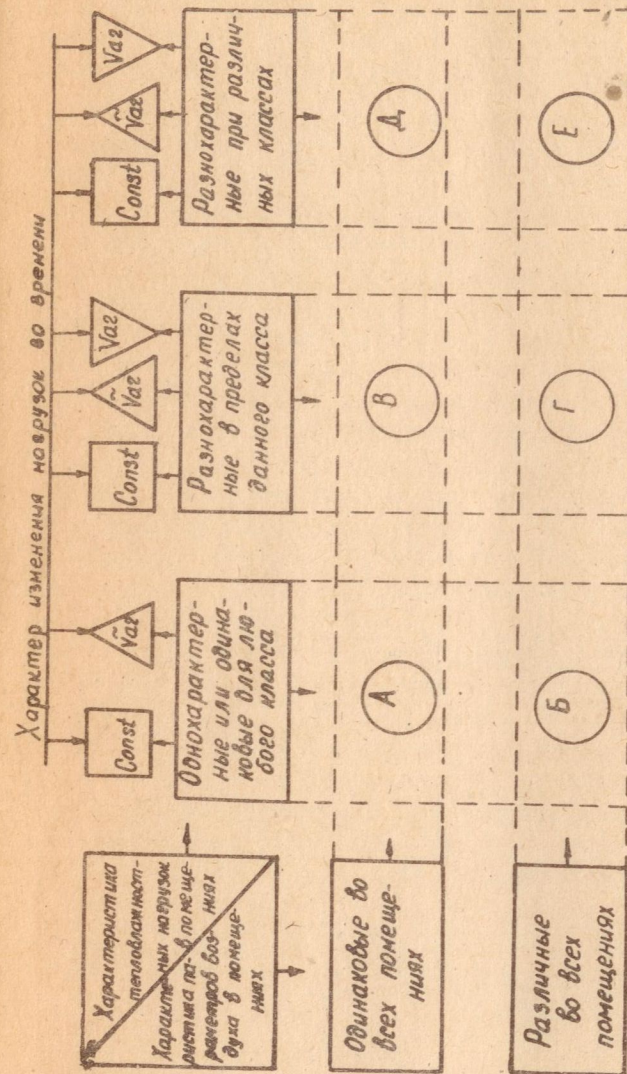


рис.1. Систематизация определяющих условий, имеющих принципиальное влияние на решение СКВ

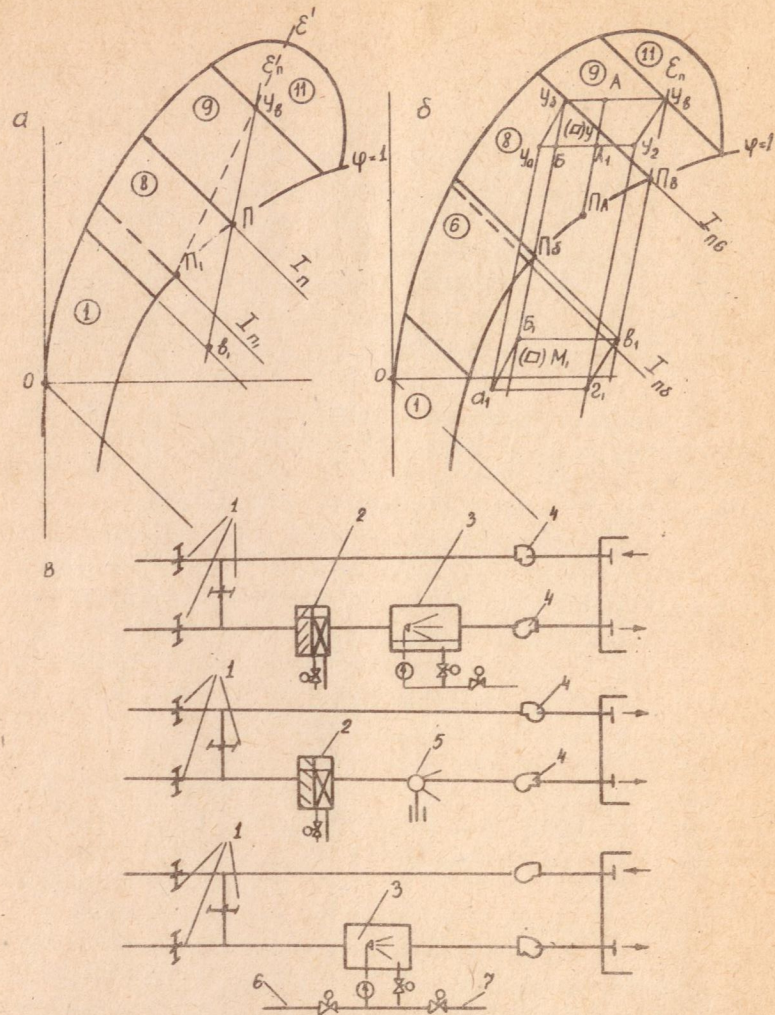


Рис.2. Исходные данные для выбора параметра аддитивности и перебора конкурирующих вариантов СКВ при оптимизации однозонных СКВ при III классе нагрузок: а, б - расчетные схемы термодинамической модели СКВ; в - возможные варианты схем СКВ; 1 - воздушные регулирующие клапана; 2 - регулируемый поверхностный воздухонагреватель; 3 - контактный аппарат для адиабатного увлажнения и политропного охлаждения воздуха; 4 - вентилятор; 5 - устройство, обеспечивающее адиабатное увлажнение воздуха в воздуховоде; 6 - подача горячей воды для подогрева и увлажнения воздуха; 7 - подача холодной воды для политропного охлаждения воздуха

бору определяющих условий для поиска оптимального решения СКВ.

Для расчетной схемы термодинамической модели, показанной на рис.2, а, существенным условием является искусственное уменьшение значения величины углового коэффициента изменения состояния воздуха в помещении (от ε_n до ε_n') за счет использования местных адиабатных увлажнителей. При этом уменьшается расход воздуха в центральной системе (если нет ограничений по условиям воздухораспределения), но растут величина и продолжительность потребления холода. Отсюда вытекает изменение соотношений капитальных и эксплуатационных затрат на кондиционер с сетями воздухопроводов и холодильную установку.

Естественно, что наряду с указанными определяющими условиями на все показатели систем влияет также и ряд других факторов. Так, для одних и тех же определяющих условий могут рассматриваться несколько схем систем, отличающихся (при одинаковом выполнении заданных функций) только составом оборудования (см. рис.2, в). Кроме того, варианты данного объекта могут отличаться степенью децентрализации узлов тепловлажностной обработки воздуха, принципами автоматизации и т.д.

Любое разнообразие определяющих условий и факторов при сравнении вариантов нетрудно реализовать, если найден параметр аддитивности. Формально опираясь на чисто математические приемы, такой параметр найти невозможно, так как искомые показатели каждого элемента являются функцией от своих аргументов. Например, показатели сети воздухопроводов зависят от протяженности сети, от величины и характера изменения расходов воздуха во времени, от его геометрических форм и размеров, стоимости электроэнергии и т.д.; показатели холодильных установок зависят от типа холодильных машин, принципов их компоновки, величины и характера потребления холода, температуры испарения и конденсации, способа отвода тепла в окружающую среду и пр. И так для любого другого элемента систем. Поэтому сложить значения показателей различных элементов систем в целях получения его величины для системы в целом при данном значении какого-то одного параметра не удастся. Преодолеть эти принципиальные затруднения возможно за счет использования современных технических средств - ЭВМ,

реализуя принципы динамического программирования. Однако имеется способ устранения упомянутых принципиальных затруднений за счет использования условного параметра аддитивности. Наличие условного параметра аддитивности (Δ) позволяет искать экстремум искомого показателя для системы по классическим правилам (рис.3). Из рисунка видно, что если любой искомым показателем (X) для элементов системы характеризуется кривыми 1, 2, 3, 4 и т.д., которые являются функцией от условного параметра аддитивности Δ , нетрудно найти линию суммарной величины $\sum X$, экстремум которой в точке 0 фиксирует оптимальное значение условного параметра аддитивности. Основой для выбора этого параметра являются так называемые базовые графики, которые описывают закон изменения минимально-неизбежного потребления тепла, холода, воздуха и воды в зависимости от определяющих условий. Например, условным параметром аддитивности Δ для схемы термодинамической модели (рис.2,а) будет изменяющаяся величина

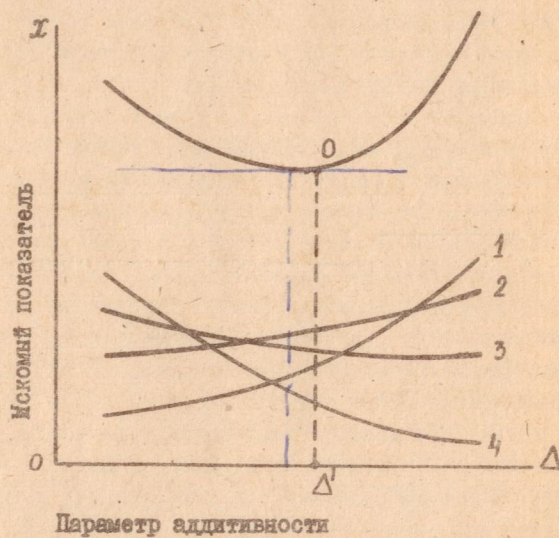


Рис.3. Принцип графоаналитического поиска экстремума искомого показателя при наличии условного параметра аддитивности

ξ_{II} ; а для схемы на рис.2,б — перепад энтальпии $\Delta I : \Delta I_{II} = (I_{ув} - I_{пв}) ; \Delta I_{IIA} = (I_A - I_{IIA}) ; \Delta I_{IIб} = (I_{уб} - I_{пб})$. Для различных значений ξ_{II} или ΔI_{II} на базовом графике строятся свои законы изменения расходов тепла, холода, воздуха и воды. По этим законам потребления определяется типоразмер оборудования и все другие сведения, необходимые для вычисления любого искомого показателя X каждого элемента систем.

Таким образом, все вышесказанное, а также ряд приемов получения корреляционных зависимостей для каждого элемента систем от определяющих параметров создают благоприятные условия для внедрения в практику вариантного проектирования систем кондиционирования воздуха.

П.В.Участкин

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Легкая промышленность в настоящее время является одним из основных потребителей дефицитного и дорогого оборудования для систем кондиционирования воздуха (СКВ). Производительность этих систем достигает 3-4 млн. м³/ч обрабатываемого воздуха с общей мощностью электродвигателей 4 - 6 тыс. кВт, что составляет до 30% энергоемкости предприятия или до 50% мощности технологического оборудования (текстильные комбинаты в г. Чайковском, г. Камышине и др.). Оборудование СКВ занимает иногда до 15% полезной площади зданий (в прядильном и ткацком производствах - 4 - 12%, трикотажном - 10 - 15%, обувном - 3 - 8%). Затраты на сооружение систем достигают иногда 15% стоимости объектов (в среднем по текстильной промышленности - 10%, легкой - 4%). Поэтому экономической эффективности этих систем следует уделять особое внимание.