**Критерии оптимизации работы группы котлоагрегатов**

Пусть рассматриваемая группа котлоагрегатов состоит из n котлов, работающих на газе и m котлов, работающих на жидком топливе (мазуте).

Выделим следующие критерии, которые необходимо учесть при оптимизации работы группы котлоагрегатов.

- Величина расхода газа (для n котлов);

- Величина расхода мазута (для m котлов);

- Величина финансовых затрат на используемое топливо (для группы, состоящей из n + m котлов);

- Величина КПД группы работающих котлоагрегатов (для группы, состоящей из n + m котлов).

Из всех выделенных критериев первые 4 (величина расхода газа, величина расхода мазута, величина финансовых затрат на газ, величина финансовых затрат на мазут) необходимо минимизировать, в то время как последний критерий (величина КПД группы работающих котлоагрегатов) должен принимать максимально возможное значение.

**Величина расхода газа**

Целевую функцию критерия расхода газа представим в следующем виде:

где – расход газа для обеспечения текущей паропроизводительности i-ым парогенератором; – вектор паропроизводительностей n котлоагрегатов, работающих на газе.

**Величина расхода мазута**

Целевую функцию критерия расхода мазута представим в следующем виде:

где – расход газа для обеспечения текущей паропроизводительности i-ым парогенератором; – вектор паропроизводительностей m котлоагрегатов, работающих на мазуте.

**Величина финансовых затрат на используемое топливо**

Целевую функцию критерия финансовых затрат на газ представим в следующем виде

Где – цена на газ; – вектор паропроизводительностей n котлоагрегатов, работающих на газе. – расход газа (тыс. м3 /час) для обеспечения паропроизводительности тонн/час.

Целевую функцию критерия финансовых затрат на мазут представим в следующем виде

Где – цена на мазут; – вектор паропроизводительностей m котлоагрегатов, работающих на жидком топливе (мазуте). – расход мазута (тонн /час) для обеспечения паропроизводительности тонн/час.

Таким образом, целевую функцию критерия финансовых затрат на используемое топливо (газ + мазут) можно представить в следующем виде:

**Величина КПД группы работающих котлоагрегатов**

Определим коэффициент полезного действия группы котлоагрегатов как средневзвешенную КПД всех котлов [дил], тогда целевая функция КПД котлов, работающих на газе принимает следующий вид:

Где = – вектор паропроизводительностей n котлоагрегатов, работающих на газе; – КПД полезного действия i-го котлоагрегата, работающего на газе; – теплопроизводительность i-го агрегата, работающего на газе.

Сформулируем то же самое для котлоагрегатов, использующих жидкое топливо (мазут):

Где = – вектор паропроизводительностей n котлоагрегатов, работающих на мазуте; – КПД полезного действия i-го котлоагрегата, работающего на мазуте; – теплопроизводительность i-го агрегата, работающего на мазуте.

Теплопроизводительность (в предыдущих 2 формулах, указать номера) определяется [дил] на основе паропроизводительности следующим соотношением:

Где (тонн/час) – расход воды на непрерывную продувку; (ккал/кг)– энтальпия (теплосодержание) перегретого пара; (ккал/кг) – энтальпия питательной воды; (ккал/кг) – энтальпия котловой воды.

Тогда целевую функцию КПД группы работающих агрегатов (использующих и газ и мазут), в соответствии с (указать номера формул) определим следующим образом:

**Ограничения**

При постановке задачи оптимизации работы группы котлоагрегатов должны быть учтены следующие ограничения [дил]:

1. **Суммарная паропроизводительность группы котлоагрегатов**

Где – паропроизводительность i-го котлоагрегата; – суммарная паропроизводительность группы работающих котлоагрегатов.

1. **Диапазоны рабочей производительности для каждого из котлоагрегатов**

Где – минимально возможная паропроизводительность i-го котлоагрегата; – максимально возможная паропроизводительность i-го котлоагрегата; – текущая паропроизводительность i-го котлоагрегата.

**Задача оптимизации**

Таким образом задача оптимизации работы группы котлоагрегатов принимает следующий вид (указать номера формул):

При совокупности следующих ограничений (указать номера формул)

**Оптимизация совместной работы группы котлоагрегатов**

Важной проблемой [дил] является выбор оптимального состава энергоагрегатов. Возможны ситуации [дил], когда для улучшения целевой функции целесообразно нагружать не все работоспособные в данный момент котлоагрегаты.

Рассмотрим группу, состоящую из n + m котлоагрегатов: n работают на газе, m используют жидкое топливо – мазут.

Каждый из котлов может находиться в одном из двух состояний (нагружается / не нагружается). Всего вариантов различных состояний для группы котлоагрегатов 2(n+m).

При формировании очередной комбинации нагружаемых агрегатов необходимо проверять [дил] выполнение условия обеспечения заданной суммарной паропроизводительности:

Таким образом, процедуру оптимизации работы группы котлоагрегатов можно разбить на этапы:

1. Построение очередной комбинации нагружаемых котлов;
2. Проверка условия (вставить номер формулы)
3. В случае удовлетворения условию - проведение оптимизации выбранной комбинации.
4. Сохранение вектора , состоящего из значений выделенных критериев, полученных в результате многокритериальной оптимизации, проведенной на шаге i.

Блок-схема данного алгоритма приведена ниже.

[сюда вставить блок схему из визио]

После выполнения приведенного выше алгоритма получим множество векторных критериев:

Где n – количество комбинаций нагружаемых котлоагрегатов, удовлетворяющих ограничению (вставить номер формулы).

Для выбора наиболее удовлетворяющего критерия из множества применяется метод последовательного сужения множества Парето [ногин] объединенный с методом целевого программирования [37 ногин], широко использующимся при решении различных прикладных задач, в которых присутствует несколько критериев.

Вначале из множества U удаляются лишние вектора с помощью метода последовательно сужения множества Парето. Затем, для завершения процесса поиска наилучшего решения, применяется метод целевого программирования.

Основные аспекты данных методов вкратце описаны в следующих разделах.

**Метод последовательно сужения множества Парето**

Основными компонентами задачи многокритериального выбора являются [ногин]:

-множество возможных решений ;

-векторный критерий ;

-отношение предпочтения

ЛПР (расшифровать) должно быть заинтересовано в максимизации каждой из функций , участвующих в задаче. Если какой-то из критериев для ЛПР желательно не максимизировать, а минимизировать, то его в математическую модель следует включить со знаком минус [ногин]. Этот подход позволяет свести операцию минимизации к операции максимизации.

Таким образом, критерии расхода газа, мазута и финансовых затрат на используемое топливо () будем включать в математическую модель со знаком минус.

Вначале при помощи ЛПР необходимо сформировать коэффициенты относительной важности i-го критерия по сравнению с j-ым критерием:

Где , - положительные параметры, с которыми i-й критерий ( важнее j-го критерия . Это означает [ногин], что всякий раз ради увеличения значения более важного i-го критерия на единиц ЛПР готово пожертвовать единицами по менее важному j-му критерию.

Далее, согласно методу последовательного сужения множества Парето, менее важный j-й критерий в общем списке критериев необходимо заменить новым, вычисленным по формуле . Затем следует найти множество Парето относительно нового векторного критерия. [ногин].

После построения данного множества, в случае, если оно оказывается приемлемым для окончательного выбора, процесс принятия решений заканчивается. В противном случае дальнейший выбор следует производить в пределах найденного множества Парето [ногин].

**Метод целевого программирования**

Пусть имеется набор критериев , каждый из которых необходимо максимизировать на множестве возможных решений .

В рамках метода целевого программирования полагается, что в пространстве Rm задано непустое множество U, которое называют множеством идеальных векторов. Данное множество считается недостижимым, т.е. выполняется равенство [ногин]:

Где – множество возможных векторов.

Кроме этого, на критериальном пространстве задается метрика – числовая функция которая каждой паре векторов y, z сопоставляет неотрицательное число, называемое расстоянием между векторами y и z.

Оптимальным объявляется такое решение для которого выполняется равенство [ногин]:

которое означает, что оценка , соответствующая наилучшему решению , должна быть расположена как можно ближе к множеству идеальных оценок.