

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ В РАБОЧИХ РЕЖИМАХ

Печенкин В.И.

Оренбургский Государственный университет, г. Оренбург

В работе рассматривается оптимизация режимов работы электрооборудования газохимических комплексов для снижения электропотребления в рабочих режимах и совершенствование методов управления электротехническими системами газохимических комплексов должно основываться на детализированном учете функциональных связей электротехнической и технологической систем в рабочих режимах их работы.

Ключевые слова: оптимизация режимов работы электрооборудования, газохимические комплексы, корреляционные связи между совокупностью входных и выходных потоков и электропотреблением.

This paper considers the optimization of modes of electric equipment of gas chemical complexes for the reduction of power consumption operating modes and improvement of methods for controlling electrical systems of a gas chemical complexes should be based on detailed consideration of the functional relations of the electrical and technological systems in the operating modes of their work.

Keywords: optimization of operation modes of electrical equipment, gas and chemical complexes, a correlation between the set of input and output streams and energy consumption.

Оптимизация — процесс максимизации выгодных характеристик, соотношений (например, оптимизация производственных процессов и производства), и минимизации расходов

Газохимические комплексы (ГХК) являются сложными техническими объектами, в которых в едином процессе связано функционирование технологической и электротехнической систем. Электротехнические системы (ЭТС) наиболее крупных ГХК характеризуются: большой установленной мощностью электроприемников (достигающей сотен МВА); большим составом электродвигательной нагрузки (свыше 90% установленной мощности); большой мощностью отдельных электроприемников (достигающей десяти МВт); развитыми распределительными электрическими сетями. Практика эксплуатации ЭТС ГХК остро ставит проблему совершенствования их управления. В работе рассмотрены и решены задачи, связанные с совершенствованием управления электропотреблением ЭТС ГХК.

Однако глобальный характер энергетических проблем, связанных с неустойчивостью мировых энергетических рынков и постоянным изменением мировых цен на энергоресурсы, а также объективная значимость российского топливно-энергетического комплекса в мировой энергетике предопределяют важную роль внешней энергетической политики страны. В настоящий момент главной задачей является повышение эффективности ее внешнеэкономической деятельности и усиление позиций России в мировой экономической системе.

Необходимо максимально эффективно использовать энергетический потенциал России для полноценной интеграции в мировой энергетический рынок, укрепления позиций на нем и получения наибольшей выгоды для национальной экономики.

В работе были использованы методический подход к анализу электропотребления технологических установок ГХК, основанный на установлении корреляционных связей между совокупностью входных и выходных потоков и электропотреблением, выделении значимых причинных связей и построении регрессионных зависимостей выхода товарной продукции и электропотребления. Также метод оптимального управления электропотреблением предприятия в часы максимума нагрузки энергосистемы, базирующийся на анализе состояния трехкомпонентного вектора: текущего, прогнозного и заявленного значения тридцатиминутного максимума нагрузок и трехуровневом воздействии на электрическую нагрузку (потребители-регуляторы): по предприятию, по производствам и по установкам.

В настоящее время дать четкие рекомендации по принятию решений в области управления электропотреблением при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий практически не реально ввиду невозможности оценки на перспективу (до 10 лет) затрат на оборудование, тарифов на энергоресурсы и других эксплуатационных затрат. Поэтому целесообразно, в первую очередь, сосредоточить внимание на решении эксплуатационных задач с целью повышения эффективности конечного использования электроэнергии.

Основной недостаток существующего подхода к управлению электропотреблением заключается в том, что электроэнергетическая система (ЭЭС) рассматривается ведомственно, изолировано от потребителя. Однако, при предварительно известных снижениях нагрузки, можно заранее выбрать и подготовить к изменениям режима работы отдельные объекты производства, обеспечив при этом нормальный ход технологического процесса и режим электропотребления остальных потребителей без значительных экономических потерь.

Исследования по регулированию электропотребления приемниками электроэнергии позволяют установить возможности, последствия и способы реализации регулирующих воздействий, но целесообразность и эффективность регулирования может быть установлена только с учетом ожидаемого эффекта от регулирования в ЭЭС. Следовательно, решение о возможности, целесообразности, масштабах и периодичности регулирования электропотребления должен принимать каждый потребитель, а задача ЭЭС заключается в создании условий, стимулирующих потребителя к решению вопросов управления нагрузкой.

Анализ программ, реализуемых в зарубежных энергосистемах показал, что главным условием в них выставляется принцип создания взаимозаинтересованности энергокомпаний и потребителей энергии.

Для регулирования нагрузки в часы максимума активных нагрузок энергосистемы предприятия разрабатывают регулировочные мероприятия и выделяют потребители-регуляторы.

Критерий эффективности регулирования электропотребления в часы максимальных нагрузок энергосистемы согласно запишется

$$Z_n \rightarrow \min$$

В зависимости от постановки задачи и целей управления управляющая функция может быть функцией времени, где управляющее воздействие на каждом интервале времени заранее задано; функцией возмущения, где управляющее воздействие формируется в зависимости от возмущения, действующего на систему или иметь более общий характер:

$$V=F(t, \xi, X).$$

где X - вектор, описывающий реальные нагрузки потребителей электроэнергии;

ξ - вектор, описывающий состояние системы на следующем шаге управления, этот вектор можно определить как математическое ожидание нагрузки при условии, что измерены ее значения при $t < l$, т.е. прогнозом с упреждением l .

Задача решается в трех уровнях:

I уровень - распределение нагрузки по заводу;

II уровень - распределение нагрузки по цехам и производствам;

III уровень - распределение нагрузки по технологическим установкам и потребителям.

Структура представлена на рисунке 1

Основной задачей иерархической организации автоматизированных систем управления является распределение функций обработки информации и принятия решений. На верхнем уровне обобщается информация о нагрузке завода на текущий момент времени и ожидаемой нагрузки на ближайшие 30 минут. Принятие решений идет на нижних уровнях: какие потребители-регуляторы и на какое время необходимо отключить для получения максимального эффекта по регулированию.

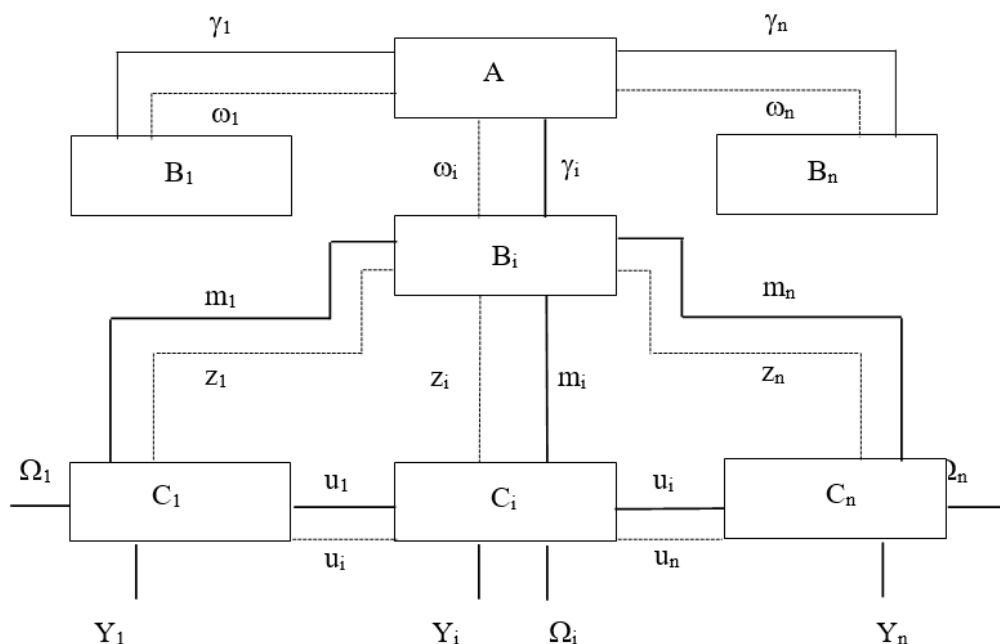


Рисунок 1 - Структура управления электропотреблением

В общем случае в цех (уровень II) входит n технологических установок, электропотребление которых взаимосвязано общим технологическим процессом переработки газа, тогда для одной технологической установки имеем

$$C_i : m_i \times \Omega_i \times U_i \rightarrow y_i,$$

где U - множество входных сигналов u , посредством которых технологические установки связаны друг с другом.

1. Начальное состояние системы (до момента наступления часов максимума) считается фиксированным. Для расчета текущего значения получасового максимума время прохождения максимума энергосистемы $[0, T]$ разбивается на интервалы Δt одинаковой длительности, на каждом тридцатиминутном участке таких интервалов. Тогда текущее значение получасового максимума при цифровых методах измерения определится

$$P_{30 \max t} = \sum_{n=N}^n P(t_n)/N,$$

где t_n - момент времени, в который определяется получасовой максимум;
 $P(t_n)$ - нагрузка в момент дискретизации.

2. В момент времени $t_0, n = 0$ рассчитывается :

- прогноз нагрузки на первый тридцатиминутный интервал $P_{30 \max}(1)$;
- получасовой максимум за предыдущие полчаса $P_{30 \max t-1}$.

3. Прогнозное значение нагрузки сравнивается с заданным $P_{30 \max}$ (заявленный максимум).

4. При $P_{30 \max(1)} > P_{30 \max}$ часть нагрузки необходимо отключить. Отключаемая нагрузка определится:

$$P_{от} = P_{30 \max(1)} - P_{30 \max}.$$

Контроль за качеством регулирования осуществляется по текущему значению получасового максимума $P_{30 \max t}$. Если $P_{30 \max t} > P_{30 \max}$ и продолжает нарастать, то вводится корректировка по управляющему вектору

$$\Delta P_{от} = P_{30 \max t} - P_{30 \max}.$$

5. При $P_{30 \max(1)} < P_{30 \max}$ целесообразность отключения нагрузки определяется по критериям:

- величина снижаемой нагрузки определяется из условия выполнения суточного плана выпуска продукции;
- эффект от экономии электроэнергии.

6. Через тридцать минут в момент времени дается новый прогноз электрической нагрузки на шаг вперед с учетом реализации предыдущего шага управления. Далее переходим к п. 3 и осуществляем программное управление на следующем тридцатиминутном интервале и т.д.

По итогам работы получили следующее:

1. Решения о возможности, целесообразности, масштабах и периодичности регулирования электропотребления должен принимать каждый потребитель, а задача ЭЭС заключается в создании условий, стимулирующих потребителя к решению вопросов управления нагрузкой. Отличительная особенность разрабатываемого подхода к управлению электропотреблением заключается в максимально глубоком исследовании возможностей потребителя по сокращению электропотребления.

2. Недостатки существующих методов моделирования нагрузок в основном заключаются в том, что они используют неполную первичную информацию, как о нагрузках, так и о факторах, определяющих их формирование из-за отсутствия в действующих системах электроснабжения технических средств, позволяющих регистрировать, накапливать и обрабатывать необходимую информацию.

Список литературы

1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов, прогноз и управление: Пер. с англ. // Под ред. В.Ф. Писаренко. – М.: Мир, 1974, кн. 1. – 406 с.

2. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. - 573с.

3. Федотов, А. И. Оптимизация затрат на электроэнергию для производств с продолжительным режимом работы / А. И. Федотов, Г. В. Ваганов // Промышленная энергетика, 2010. - N 10. - С. 2-6.

