

Лекция № 1

ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ЗАДАЧИ И КРИТЕРИЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Проблема оптимизации параметров и режимов систем передачи и распределения электроэнергии весьма сложна и многогранна. Задачи оптимизации параметров объектов приходится решать на стадии проектирования развития или конструкции электрической сети. Текущая оптимизация режимов осуществляется при эксплуатации сети.

Проектирование, сооружение объектов электрической сети и их эксплуатация связаны с большими материальными затратами. Поэтому важно, чтобы эти затраты были использованы с наибольшей эффективностью. При этом следует учитывать, что правильность решений по развитию систем передачи и распределения электроэнергии, принимаемых в какой-то момент, может проявляться через достаточно длительное время, когда допущенные ошибки исправить невозможно или очень трудно. Дополнительные трудности при выработке решения связаны тем, что обычно присутствует неопределенность недостаточная достоверности исходной информации. Например, заранее точно обычно неизвестна перспективная нагрузка в каких-то узлах сети. При упрощенном подходе к решению такой задачи задаются тремя уровнями нагрузки (возможным наибольшим, возможны наименьшим и средним) и производят выбор параметров для всех этих уровней. Окончательное решение принимают на основе соответствующих приемов, описанных в специальной литературе.

В любом случае для оптимизации параметров предварительно должен был выбран критерий оптимизации. При наиболее общем подходе обычно в качестве показателя эффективности решений выступает не один, а несколько критериев т.е. приходится решать многокритериальную (многоцелевую) задачу. Например в качестве критериев могут выступать капитальные затраты, потери электроэнергии, пропускная способность сети, степень надежности электроснабжения, ее степень воздействия на окружающую среду и др. Методы решения многокритериальных задач электроэнергетики описаны в специальной литературе. В простейшем случае многокритериальная задача сводится к однокритериальной в которой оптимизация параметров объекта осуществляется по одному критерию принятому за главный, а остальные критерии учитываются в виде ограничений.

Фактически задачу оптимизации параметров начинают решать уже на стадии выбора основных проектных решений, таких, например, как выбор конфигурации сети, номинального напряжения линий, площадь сечений их проводов и др. При этом основная цель заключается в достижении требуемого *технического* эффекта (необходимых пропускной способности, надежности электроснабжения, качества напряжения и т.п.) с минимально возможными

денежными затратами. В зависимости от постановки задачи в качестве критерия эффективности используют один из критериев.

После выбора основных параметров для достижения заданного технического эффекта решается дополнительная (но не менее важная) задача применения каких-то дополнительных устройств и оптимизации их параметров, которая преимущественно нацелена на получение дополнительного экономического эффекта. Этот эффект, прежде всего, достигается за счет снижения потерь электроэнергии, хотя попутно могут улучшаться и технические возможности сети (например, повышение пропускной способности, надежности и т. п.).

В условиях эксплуатации задачи оптимизации принципиально отличаются от проектных задач тем, что поиск наилучшего режима производится без дополнительных капитальных затрат. Поэтому в качестве наиболее общего критерия оптимизации выступают ежегодные издержки. Однако, учитывая, что ежегодные издержки состоят из постоянных отчислений от капитальных затрат и стоимости потерь электроэнергии, можно перейти от экономических к техническим критериям оптимизации. Если оптимизация режима электрической сети осуществляется за какой-то период времени, то в качестве критерия используют потери электроэнергии

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \Delta W_i \rightarrow \min,$$

где ΔW_i — потери электроэнергии в i -м элементе сети за рассматриваемый период; n — количество элементов сети.

В тех случаях, когда оптимизация режима производится для данного момента времени, может быть использован более простой критерий в виде потерь активной мощности

$$\Delta P = \sum_{i=1}^n \Delta P_i \rightarrow \min,$$

где ΔP_i — потери мощности в i -ом элементе сети в рассматриваемый момент времени.

Известны многочисленные пути, направленные на оптимизацию параметров и режимов систем передачи и распределения электроэнергии.

Дадим перечень наиболее важных путей, связанных с улучшением параметров электрических сетей и реализуемых на стадии проектирования, реконструкции, модернизации сети.

1. Повышение номинального напряжения системообразующих и межсистемных электропередач.
2. Установка устройств поперечной и продольной компенсации в протяженных электропередачах.
3. Повышение номинального напряжения распределительных электрических сетей.

4. Установка устройств компенсации реактивной мощности в системообразующих электрических сетях.

5. Рациональная компенсация реактивной мощности в распределительных сетях.

6. Установка устройств принудительного распределения мощностей в неоднородных замкнутых сетях.

7. Установка дополнительных устройств регулирования напряжения

8. Замена проводов перегруженных линий электропередачи на провода большей площади сечения.

9. Упорядочение мощностей (перемещение) трансформаторов в распределительных сетях.

10. Замена морально устаревших трансформаторов в распределительных сетях на трансформаторы с меньшими потерями мощности холостого хода.

11. Увеличение рабочей мощности установленных в сети синхронных компенсаторов.

12. Установка на подстанциях дополнительных параллельных трансформаторов.

13. Сооружение дополнительных линий и подстанций.

14. Сокращение продолжительности сооружения линий и подстанций.

15. Оснащение действующих батарей конденсаторов устройствами автоматического регулирования их мощности.

16. Использование теплоты, отбираемой от трансформаторов подстанций.

17. Установка в сетях накопителей энергии.

18. Применение проводов воздушных линий с пониженным активным сопротивлением.

Перечислим также наиболее существенные эксплуатационные пути оптимизации режимов, не требующие дополнительных капитальных затрат.

1. Повышение уровня рабочего напряжения в разомкнутых распределительных сетях;

2. Выбор рациональных законов регулирования напряжения в центрах питания распределительных сетей.

3. Оптимизация режимов напряжения электропередач сверхвысокого и напряжения.

4. Оптимизация режимов напряжения и реактивных мощностей в системообразующих сетях.

5. Управление потоками мощности в неоднородных замкнутых сетях.

6. Управление потоками реактивной мощности в разомкнутых сетях.

7. Оптимизация мест размыкания замкнутых сетей 35кВ и выше с различными номинальными напряжениями линий в контурах.

8. Оптимизация мест размыкания замкнутых распределительных сетей -10кВ и 0,38кВ,

9. Оптимизация режимов работы трансформаторов на подстанциях.

10. Выравнивание нагрузки параллельных элементов сети, имеющих одинаковые параметры.