

Лекция № 17. Способы регулирования напряжения

Под регулированием напряжения понимается комплекс технических мероприятий по ограничению отклонений напряжений от их номинальных значений на шинах потребителей электроэнергии в допустимых ГОСТ 13109–97 пределах. Кроме того, регулирование напряжений выполняется в системообразующей и распределительных сетях электроэнергетических систем с целью обеспечения экономичной и надежной работы энергетического оборудования и поддержания напряжений в узлах сети в технически допустимых границах. Таким образом, регулирование напряжений производится как в системах электроснабжения потребителей, так и в сетях электроэнергетических систем.

Регулирование напряжения связано с балансом реактивной мощности в сети и на шинах потребителей электроэнергии. Пониженные уровни напряжений наблюдаются, как правило, в районах с дефицитом реактивной мощности.

Различают централизованное и местное регулирование напряжения. При централизованном регулировании в питающем узле одновременно поддерживаются допустимые уровни напряжения в целом для группы потребителей близлежащего района. Местное регулирование предполагает поддержание требуемых уровней напряжения непосредственно на шинах потребителя.

Следует заметить, что разграничение между местным и централизованным регулированием напряжений дать сложно, т. к. местное регулирование напряжения в узлах электроэнергетических систем является одновременно централизованным для потребителей электроэнергии, получающих питание из этого узла.

Местное регулирование напряжения можно подразделить на групповое и индивидуальное. Групповое регулирование выполняется одновременно для группы потребителей, индивидуальное регулирование — для одного конкретного, как правило, особого потребителя.

Централизованное регулирование напряжения в зависимости от характера графиков нагрузок можно условно разбить на три типа: стабилизация напряжения; двухступенчатое регулирование; встречное регулирование напряжения.

Стабилизация напряжения применяется для потребителей с практически неизменной нагрузкой, где требуемый уровень напряжения необходимо поддерживать неизменным в течение суток.

Двухступенчатое регулирование применяют для нагрузок, график которых имеет два явно выраженных уровня. При этом поддерживаются два требуемых уровня напряжения в соответствии с графиком нагрузок. Обычно требуемый уровень напряжения в режиме максимальных нагрузок выше, чем в режиме минимальных нагрузок.

Встречное регулирование напряжения применяется для потребителей с переменным, многоступенчатым графиком нагрузок и является развитием

двухступенчатого. Для каждого значения нагрузки в системе электроснабжения потребителя будут иметь место свои значения потерь напряжения. Для поддержания требуемых уровней напряжений на шинах потребителя напряжение следует регулировать в соответствии с графиком нагрузок.

Встречное регулирование заключается в поддержании повышенного напряжения на шинах электрических станций или понижающих подстанций в период наибольших нагрузок и в снижении его до номинального в период наименьших нагрузок.

Таким образом, напряжение на зажимах потребителей как удаленных от питающей подстанции, так и близлежащих вводится в допустимые пределы. При таком регулировании в режимах максимальных и минимальных нагрузок соответственно повышается и понижается и поэтому называется встречным.

Практически, без специальных регулирующих устройств, допустимый режим напряжений может быть обеспечен только в условиях, когда суммарные потери напряжения в электрической сети относительно невелики. Такие условия имеют место в электрических сетях небольшой протяженности с малым числом промежуточных трансформаций.

Современные отечественные электрические системы характеризуются многоступенчатой трансформацией и все увеличивающейся длиной линий различных напряжений. Суммарная величина потерь напряжения на пути передачи электроэнергии от ее источников до приемников получается весьма большой. При изменении значений нагрузок от наименьших до наибольших суммарные потери напряжения также изменяются. В результате на зажимах электроприемников имеет место изменение напряжения в весьма значительных пределах, существенно превышающих допустимые. В этих условиях нельзя обеспечить требуемое качество напряжения без применения специальных регулирующих устройств.

Задачей регулирования напряжения является намеренное изменение режима напряжений в отдельных пунктах сети по заранее заданным законам. Более надежным и экономичным является автоматическое регулирование напряжения. Законы регулирования напряжения должны устанавливаться из условий обеспечения наиболее экономичной совместной работы источников реактивной мощности, электрических сетей и присоединенных к ним электроприемников. Выбор исходных положений для регулирования напряжения во многом зависит от местных условий, типа сети, состава электроприемников и т. п.

Средствами регулирования напряжения могут служить: генераторы на электростанциях, трансформаторы с устройствами регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) и без нагрузки (ПБВ); вольтодобавочные трансформаторы и линейные регуляторы; компенсирующие устройства, вырабатывающие (батареи конденсаторов, синхронные компенсаторы в перевозбужденном режиме) и потребляющие (реакторы, синхронные компенсаторы в недовозбужденном режиме) реактивную мощность. Кроме того, регулирование напряжения может осуществляться изменением

конфигурации сети. Некоторое участие в регулировании напряжения принимают и нагрузки, снижающие потребление активной и особенно реактивной мощности при снижении напряжения на их шинах (регулирующий эффект нагрузки).

Средства регулирования напряжения можно рассмотреть на примере распределительной сети, присоединенной к шинам центра питания (ЦП). Величины отклонений напряжений у электроприемников (ЭП) зависят от многих факторов: режима напряжений в ЦП, потерь напряжения в элементах сети, по которым осуществляется электроснабжение данных электроприемников от ЦП, наличия в этой сети дополнительных регулирующих устройств.

Для схемы, показанной на рис. 4.2, могут быть использованы следующие способы регулирования напряжения:

а) изменение режима напряжений или регулирование напряжения на шинах ЦП;

б) изменение значений потерь напряжения в отдельных элементах сети (линиях, трансформаторах) или на нескольких участках сети одновременно;

в) изменение коэффициентов трансформации нерегулируемых и регулируемых под нагрузкой трансформаторов и автотрансформаторов, линейных регуляторов (ЛР), включенных на участке сети ЦП–ЭП. При этом изменяются величины соответствующих добавок напряжения.

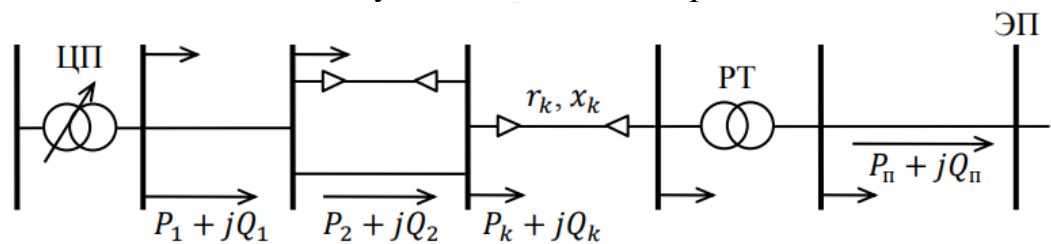


Рис. 4.2. Схема электрической сети

Регулирование напряжения на ЦП обычно приводит к изменению режима напряжений во всей присоединенной к ЦП сети. Поэтому данный способ регулирования является централизованным. Все остальные способы относятся к местному регулированию напряжения, приводящему к изменению режима напряжений в ограниченной части распределительной сети.

В дальнейшем под изменением напряжения понимается его корректировка с помощью единовременного мероприятия, проводимого на длительный период времени. К числу таких мероприятий относятся: изменение рабочего положения регулировочного ответвления нерегулируемого трансформатора; включение установки продольно-емкостной компенсации; включение дополнительной линии; замена сечения проводов и т.п. При этом режим напряжений может быть существенно улучшен. Однако закон изменения напряжений остается вынужденным, обусловленным изменением нагрузок.

Под регулированием понимается текущее изменение параметров системы (напряжения, коэффициента трансформации, потерь напряжения),

применяемое в целях обеспечения желательного режима напряжений. Регулирование может проводиться автоматически. Закон регулирования должен специально подбираться.

Среди способов регулирования напряжения следует особо выделить применение автоматизированных источников реактивной мощности (компенсирующих устройств). Использование компенсирующих устройств очень важно в связи с тем, что регулирование напряжения в электрической сети практически возможно только в том случае, когда имеется достаточный резерв реактивной мощности. Это объясняется тем, что понижение уровня напряжения в сети обычно связано с заметным ростом потребляемой реактивной мощности. Дополнительно требуемая реактивная мощность при этом должна быть покрыта за счет имеющегося резерва.

Центрами питания распределительных электрических сетей могут быть шины генераторного напряжения электростанций или шины НН понизительных подстанций.

Напряжение на шинах генераторного напряжения станций регулируется путем изменения тока возбуждения генераторов автоматически с помощью специальных автоматических регуляторов возбуждения (АРВ). Регулирование на шинах низшего напряжения понизительных подстанций может производиться с помощью:

- а) трансформаторов с РПН;
- б) синхронных компенсаторов;
- в) линейных регуляторов ЛР.

Напряжение при этом должно регулироваться автоматически с помощью регуляторов напряжения по желаемому закону в пределах располагаемого диапазона одновременно для всех линий распределительной сети, присоединенных к шинам данного ЦП. Поэтому эти схемы централизованного регулирования могут обеспечить требуемое качество напряжения у электроприемников только в тех случаях, когда к шинам ЦП присоединяются линии распределительной сети, питающие однородных потребителей. Под однородными потребителями понимаются группы электроприемников, для которых графики изменения нагрузок во времени являются практически однотипными.

В случае присоединения к ЦП линий распределительной сети, питающих разнородных потребителей, следует применять схемы группового централизованного регулирования.