

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

Дегтярев Е.А. Email: Degtyarev637@scientifictext.ru

Дегтярев Евгений Александрович – магистрант,
кафедра электроэнергетики и автоматики,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Аннотация: в статье рассматриваются основные этапы регулирования частоты: первичное, вторичное, третичное, указаны их функциональные особенности. Приведена временная диаграмма этапов регулирования. Указано явление взаимосвязи частоты энергосистемы и баланса мощности. Рассмотрено понятие статизма. Приведены графики, иллюстрирующие процесс регулирования частоты. Установлено, что агрегат, имеющий большую мощность и меньший статизм, оказывает большее влияние на первичное регулирование частоты. Указана невозможность достижения номинального значения частоты первичным регулированием.

Ключевые слова: регулирование частоты, энергосистема, баланс мощности.

REGULATION OF FREQUENCY IN THE POWER SYSTEM

Degtyarev E.A.

Degtyarev Evgeny Alexandrovich - Master Student,
DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER AND AUTOMATION,
BELGOROD STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY V.G. SHUKHOV, BELGOROD

Abstract: the main stages of frequency regulation are considered in the article: primary, secondary, tertiary, their functional features are indicated. The time diagram of the regulatory stages is given. The phenomenon of the relationship between the frequency of the power system and the power balance is indicated. The concept of statism is considered. The graphs illustrating the process of frequency regulation are given. It is established that an aggregate having a greater power and a smaller statism has a greater influence on the primary frequency control. The impossibility of reaching the nominal value of the frequency by primary regulation is indicated.

Keywords: frequency control, power system, power balance.

УДК 621.316.726

Частота электрического тока, наравне с напряжением, является важнейшим показателем качества электроэнергии и вместе с тем ключевым параметром режима энергосистемы. Её значение отражает баланс активной мощности в данный момент времени. Ввиду этого, отклонение частоты от номинального значения и возникает при нарушениях баланса мощности, вызываемых нестабильностью потребления электроэнергии и отключениями генерирующего оборудования.

Следовательно, избыточное генерирование активной мощности вызывает повышение уровня частоты, а недостаточная генерация приводит к понижению уровня частоты.

Таким образом, поддержание значения частоты близким к номинальному производится корректировкой вырабатываемой мощности.

Регулирование частоты энергосистемы выполняется в три этапа:

1. **первичное регулирование частоты** обеспечивает постоянное значение частоты, т.е. удерживает отклонения частоты в нормируемых пределах при нарушениях баланса мощности в энергосистеме;
2. **вторичное регулирование частоты** обеспечивает восстановление номинального значения частоты и плановых значений суммарных внешних потоков мощности в энергосистеме;
3. **третичное регулирование частоты** направлено на создание плановых величин первичных и вторичных резервов и их восстановление при использовании в процессе регулирования частоты;

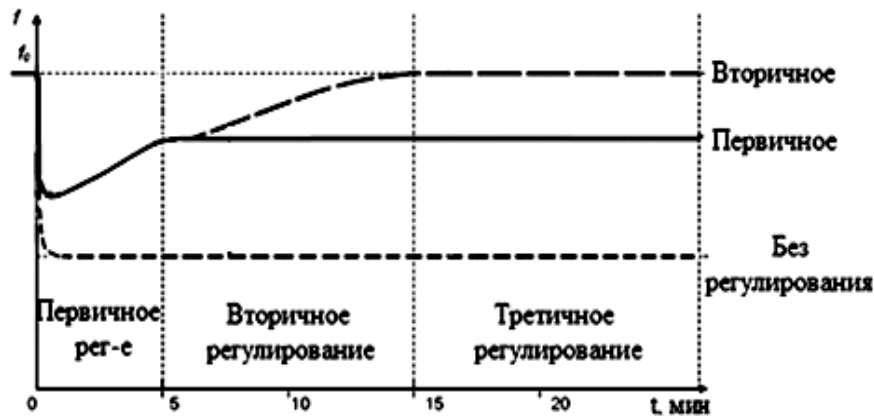


Рис. 1. Взаимосвязь этапов регулирования частоты

Первичное регулирование частоты осуществляется автоматическими регуляторами частоты вращения (АЧРВ) турбин. При изменении частоты вращения турбоагрегата регуляторы, установленные на турбинах, меняют количество впускаемого энергоносителя путём изменением положения органов регулирования турбины.

В случае повышения частоты вращения необходимо уменьшить впуск энергоносителя (регулятор прикрывает органы регулирования турбины), а при снижении частоты – увеличить впуск энергоносителя (регулятор открывает органы регулирования турбины).

На рис. 2 показаны статические характеристики двух параллельно работающих агрегатов с АРЧВ. При понижении уровня частоты от значения f' до значения f'' в соответствии со статическими характеристиками регулируемых агрегатов происходит увеличение вырабатываемой мощности на величину ΔP_1 и ΔP_2 соответственно необходимое для поддержания уровня частоты в энергосистеме.

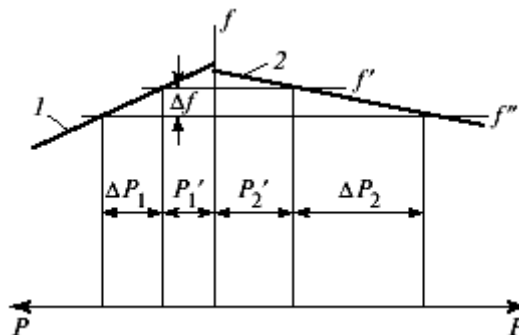


Рис. 2. Первичное регулирование частоты

Приращение мощности ΔP пропорционально номинальной мощности агрегата и зависит от наклона характеристики, характеризующейся величиной статизма.

Статизм – это коэффициент, который показывает зависимость изменения активной мощности энергоблока под влиянием изменения частоты [2]:

$$S = \frac{\Delta f / f_{\text{ном}}}{\Delta P / P_{\text{ном}}} \cdot 100\% \quad (1.1)$$

где:

Δf – величина отклонения частоты, превышающая зону нечувствительности, Гц;

$f_{\text{ном}}$ – номинальная частота вращения турбины, Гц;

ΔP – изменение активной мощности энергоблока, МВт;

$P_{\text{ном}}$ – номинальная первичная мощность энергоблока, МВт.

Агрегату с более крутой статической характеристикой 1 присущ больший статизм и меньшее приращение мощности ΔP , агрегату с более пологой статической характеристикой – меньший статизм и большее приращение мощности. Исходя из этого, можно заключить, что агрегат, имеющий большую мощность и меньший статизм, имеет большую роль при проведении первичного регулирования частоты энергосистемы.

Первичное регулирование не обеспечивает постоянное значение частоты энергосистемы, так как имеет статизм (неравномерность регулирования). Корректировка уровня частоты энергосистемы после проведения первичного регулирования производится вторичным регулированием, осуществляемым по

команде диспетчера или автоматически. Вторичное регулирование позволяет достичь номинального уровня частоты.

Вторичное регулирование производится путём изменения выдаваемой мощности отведённых электростанций для восстановления резерва первичного регулирования. В результате ликвидируются изменения режима, и устанавливается баланс мощности.

При вторичном регулировании дополнительно увеличивается впуск энергоносителя в турбину, её мощность возрастает, а статическая характеристика перемещается параллельно самой себе. Соответственно перемещается и статическая характеристика эквивалентного генератора (рис. 3).

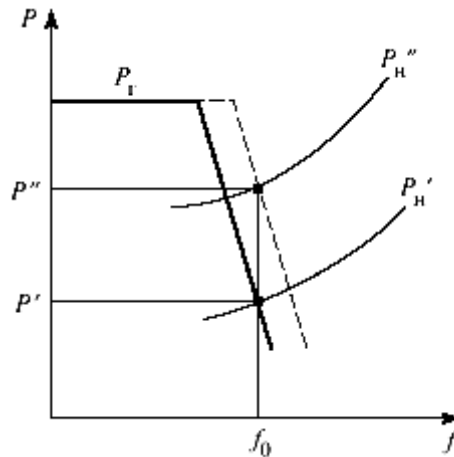


Рис. 3. Вторичное регулирование частоты

Для восстановления первичных и вторичных резервов регулирования проводится оперативная корректировка баланса мощности в энергосистеме, являющаяся третичным регулированием.

Список литературы / References

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1989.
2. СТО 59012820.27.100.003-2012. Стандарт организации. Регулирование частоты и активной мощности в ЕЭС России. Нормы и требования.
3. Веников В.А., Идельчик В.И., Лисеев М.С. Регулирование напряжения в электроэнергетических системах. М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Веников В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах: Учеб. для электроэнергетических специальностей вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1985.