

RESEARCH OF EFFICIENCY OF APPLICATION OF ELECTRIC BRAKING AT REMOTE POWER PLANT

Averyanov D.A.¹, Golovin E.V.², Zuev A.I.³ (Russian Federation)

Email: Averyanov54@scientifictext.ru

¹Averyanov Danila Andreevich – Student;

²Golovin Evgeny Viktorovich – Student;

³Zuev Alexander Igorevich – Student,

DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER SYSTEMS,
MOSCOW POWER ENGINEERING INSTITUTE,
MOSCOW

Abstract: in article the efficiency of application of electric braking at remote power plant, for ensuring steady work of a power supply system is considered. The characteristic normally of the mode is given. Stability of electric system is considered. Consequences of violation of a normal operating mode of electric system are given. It is considered at what power plants and to what equipment electric braking is applied. Methods of application of electric braking are considered and examples are given.

Keywords: power industry, electrical power system, air-line, compact line, capacity.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ НА УДАЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Аверьянов Д.А.¹, Головин Е.В.², Зув А.И.³ (Российская Федерация)

¹Аверьянов Данила Андреевич – студент;

²Головин Евгений Викторович – студент;

³Зув Александр Игоревич – студент,

кафедра электроэнергетических систем,
Национальный исследовательский университет
Московский энергетический институт,
г. Москва

Аннотация: в статье рассмотрена эффективность применения электрического торможения на удаленной электростанции, для обеспечения устойчивой работы энергосистемы. Дана характеристика нормально режима. Рассмотрена устойчивость электрической системы. Приведены последствия нарушения нормального рабочего режима электрической системы. Рассмотрено, на каких электростанциях и для какого оборудования применяется электрическое торможение. Рассмотрены способы применения электрического торможения и приведены примеры.

Ключевые слова: электроэнергетика, устойчивость электрической системы, электрическое торможение, ротор, генератор.

Одним из значимых направлений в электроэнергетике является обеспечение устойчивой работы энергосистемы. Устойчивость электрической системы - способность электрической системы восстанавливать исходное или практически близкое к нему состояние (режим) после возмущения, проявляющегося в отклонении значений параметров режима электрической системы от начальных значений. В электрической системе источниками электрической энергии обычно являются синхронные генераторы, связанные между собой сетью, причем роторы всех генераторов вращаются синхронно. Такой режим, называется нормальным. Он должен быть устойчив, то есть электрическая система должна возвращаться в исходное состояние после отклонений от установившегося режима. Отклонения могут быть связаны с изменением мощности нагрузки, короткими замыканиями, отключениями линий электропередачи. Устойчивость системы, как правило, уменьшается при увеличении нагрузки (мощности, отдаваемой генераторами) и понижении напряжения (росте мощности потребителей, снижении возбуждения генераторов). Различные аварийные ситуации в работе энергосистем могут приводить к разного рода пагубным последствиям. Например, нарушение устойчивости могут приводить к нарушению электроснабжения большого числа потребителей, повреждению оборудования, выходу из синхронизма генераторов электростанций и другим тяжелым последствиям. Всякое внезапное нарушение нормального рабочего режима электрической системы, состоящей из различных узлов: электростанций, линий электропередачи и нагрузок, вызывает качания синхронных машин (генераторов, синхронных двигателей и компенсаторов). При критических условиях амплитуда качаний может стать настолько большой, что отдельные машины или целые электростанции выпадут из режима синхронной работы. Согласно действующим в ЕЭС нормативам переходный процесс считается устойчивым, если

выполняются условия динамической устойчивости и обеспечивается статическая устойчивость с коэффициентом запаса, не ниже нормативного, на всех фазах процесса вплоть до установления нового стационарного режима. [1]

Для улучшения устойчивости систем и преодоления неблагоприятных сложностей в применении вышеназванных управляющих воздействий были разработаны средства управления, обеспечивающие управляющие воздействия импульсного типа. К числу их относится и электрическое торможение генераторов (ЭТ), осуществляемое включением параллельно или последовательно специальных резисторов. Однако в настоящее время известны лишь отдельные случаи практического использования установок электрического торможения генераторов ввиду высокой стоимости этих установок. ЭТ применяется в случае неэффективности (невозможности) использования для предотвращения нарушения динамической устойчивости генерирующего оборудования электростанций кратковременной разгрузки турбин (КРТ) и отключение генераторов (ОГ) на ТЭС, АЭС и ОГ на ГЭС. [2]

Остановка явнополюсного ротора синхронной машины во многих случаях может продолжаться более получаса. Но длительная работа машины при малой частоте вращения может быть опасной для подшипников машины из-за низкого давления масла. Поэтому для остановки турбины возможно применение механического торможения, по принципу механического трения, которое замедляет вращающуюся массу генератора. В условиях пиковых нагрузок, а также на ГАЭС, где требуются частые пуски и остановки агрегата, механическое торможение не является оптимальным решением из-за больших затрат на техобслуживание. В таких случаях часто используется электрическое торможение. [2]

Электрическое торможение применяют для гашения избыточной энергии, которую накапливается роторами генераторов во время КЗ. Основная задача ЭТ состоит в предотвращении выпадения из синхронизма генераторов электростанции при интенсивном увеличении угла δ в первом цикле синхронных качаний. [1]

Из теории оптимального управления известно, что для достижения оптимального переходного процесса под действием управляющих воздействий, ограниченных по модулю, необходимо иметь релейное управление. Следовательно, непрерывное или плавное регулирование, если рассматривать его с точки зрения сохранения динамической устойчивости ЭЭС в первом цикле качаний роторов, но не эффективного демпфирования этих качаний, не имеет существенных преимуществ перед релейным управлением. Поэтому устройства ЭТ по возможности сразу в момент возникновения короткого замыкания (КЗ) должны мгновенно включаться в работу, оказывая предельно возможное положительное воздействие на ротор генератора. Поэтому тормозные сопротивления присоединяются через быстродействующие выключатели с предельно малым временем запаздывания. [1]

При включении нагрузочных сопротивлений в цепь, значительная часть накопленной генераторами энергии, превращается в теплоту. Вследствие этого значительно уменьшается избыточная кинетическая энергия роторов генераторов.

Список литературы / References

1. Локтионов С.В., Шульженко С.В. Электроэнергетические системы и сети: Конспект лекций: Учебное пособие. М.: Издательство МЭИ, 2013.
2. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. М: Энергия, 1979. 456 е.: ил.