

Таким образом, объективные данные показывают, что при реализации на ЭП с ТМ ПТ простых и проверенных на опытных образцах технических решений по совершенствованию их ТЭП [4] они не будут уступать поездам с АТМ ни по одному показателю. При цене ориентировочно вдвое меньшей они будут существенно эффективнее. Важнейшим их преимуществом является возможность использования полученных результатов при модернизации эксплуатируемых ЭПМ, значительная часть которых ещё не отработала расчётного срока. Поэтому использование ТЭП с ТМ ПТ перспективно.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. В.Д. Тулупов, А.П. Марченко, С.И. Кабанец и другие. Схема силовых цепей вагонов метрополитена с независимым возбуждением тяговых машин и тиристорным реостатным контроллером – Тр. МЭИ 1992, выпуск 641, с. 36-45.
2. Fernand Nouvion. Considerations on the use of d.c and three-phase traction motors and transmission system in the context of motive power development // Proc. Inst. Mech. Engrs 1987, Vol.201, №2. P. 99-113.
3. Fernand Nouvion. Into the second century. Railway Gazette International. April 1979. P. 296-300.
4. Электропривод постоянного тока. Состояние и тенденции // Докл. Научно-практического семинара. – М. : Изд. МЭИ. 2002.

Научный руководитель – В. Д. Тулупов, д.т.н., профессор МЭИ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ УРОВ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕНЕРАТОРОВ ЭЭС

Ю.В. Шабалина, Р.Б. Абеуов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Энергетический институт, кафедра Электрических сетей и электротехники

В настоящее время расчёты динамической устойчивости (ДУ) энергосистем осуществляются на основании Методических указаний по устойчивости энергосистем разработанных ОАО «СО ЭЭС». Методические указания по устойчивости энергосистем рекомендуют при выполнении расчётов динамической устойчивости рассматривать нормативные возмущения I, II и III групп. Анализ расчётов ДУ показывает, что наиболее тяжелыми из них являются нормативные возмущения III группы, одним из которых является отключение сетевого элемента (воздушная линия) действием устройства резервирования при отказе выключателя (УРОВ) при трёхфазном коротком замыкании (КЗ) с отказом одного выключателя.

Это объясняется тем, что при таком возмущении наблюдаются наибольшие интенсивность короткого замыкания и время отключения КЗ. Время отключения КЗ определяется временем отключения воздушной линии (ВЛ) действием защит. При работе защит линии и отказе выключателя, УРОВ действует через схему ДЗШ на отключение всех присоединений системы шин с запретом АПВ [1]. Время отключения воздушной линии в этом случае находится в пределах 0,4 – 0,6 секунд.

При такой длительности возмущающего воздействия у генераторов электростанций, аналогичных той, которая приведена на рисунке 1, как правило, наблюдается кратковременный (1–4 цикла) асинхронный режим (АР), продолжительностью 1–3 секунды. Такая длительность асинхронного режима является относительно небольшой, однако не для всех генераторов электроэнергетической системы (ЭЭС) она допустима.

Одним из известных способов обеспечения ДУ, является повышение скорости срабатывания устройств релейной защиты, в рассматриваемом случае УРОВ [2]. Это может быть сделано посредством замены устаревших систем релейной защиты на современные, позволяющие сократить время действия УРОВ, за счёт использования микропроцессорной элементной базы.

Исследование возможности уменьшения времени действия УРОВ для задачи обеспечения динамической устойчивости проводилось для схемы электрической сети ЭЭС, приведённой на рисунке 1.

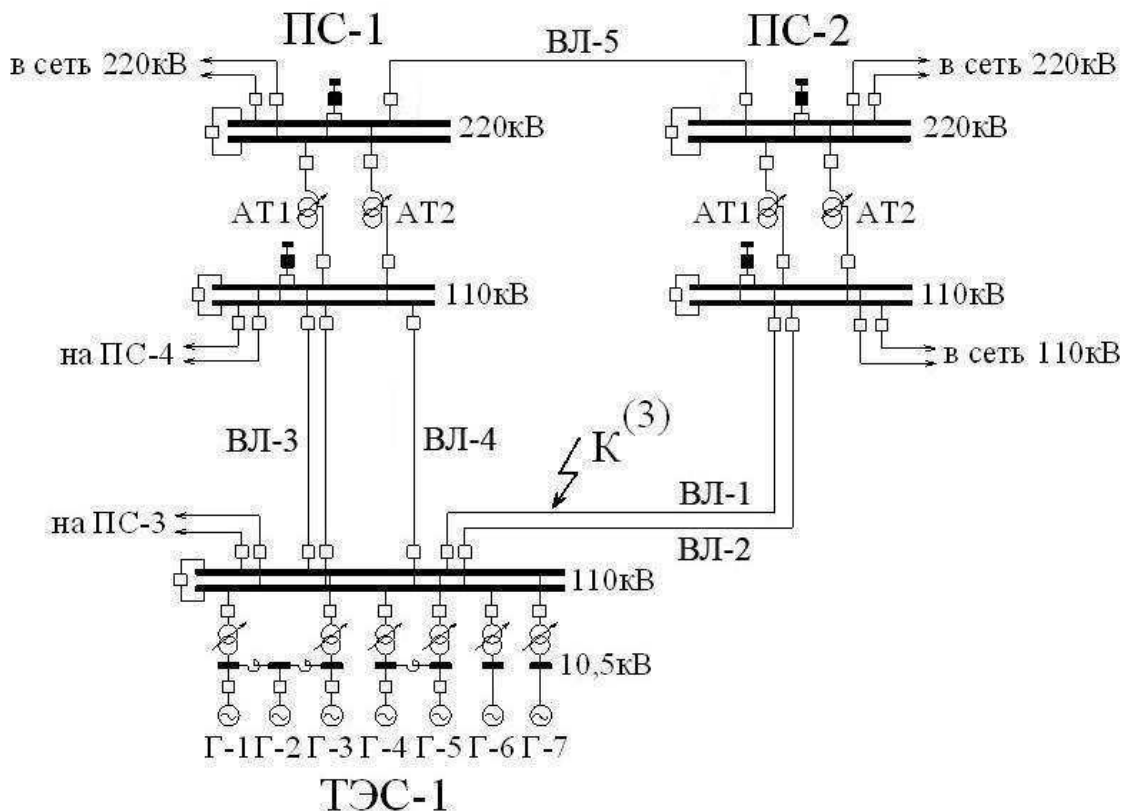


Рис.1. Принципиальная схема исследуемой электрической сети ЭЭС.

В качестве аварийной ситуации рассматривалось трёхфазное короткое замыкание на воздушной линии (ВЛ-1) с последующей работой защит линии, отказом выключателя и действием УРОВ через схему ДЗШ на отключение всех присоединений первой секции шин ТЭС-1 с запретом АПВ. Моделирование трёхфазного КЗ выполнялось на ВЛ-1, при различной электрической удалённости точки КЗ от шин ТЭС-1. При этом время действия УРОВ было принято равным 0,47 с, время отключения выключателей РУ ТЭС-1 – 0,08 с.

Проведённые расчёты показали, что кратковременный асинхронный режим (1 – 2 цикла) генераторов ТЭС-1 (Рисунок 2), наблюдается только в тех случаях, когда трёхфазное КЗ происходит на участке 1 – 2 ВЛ-1, составляющем не более 30% от общей длины линии (Рисунок 4).

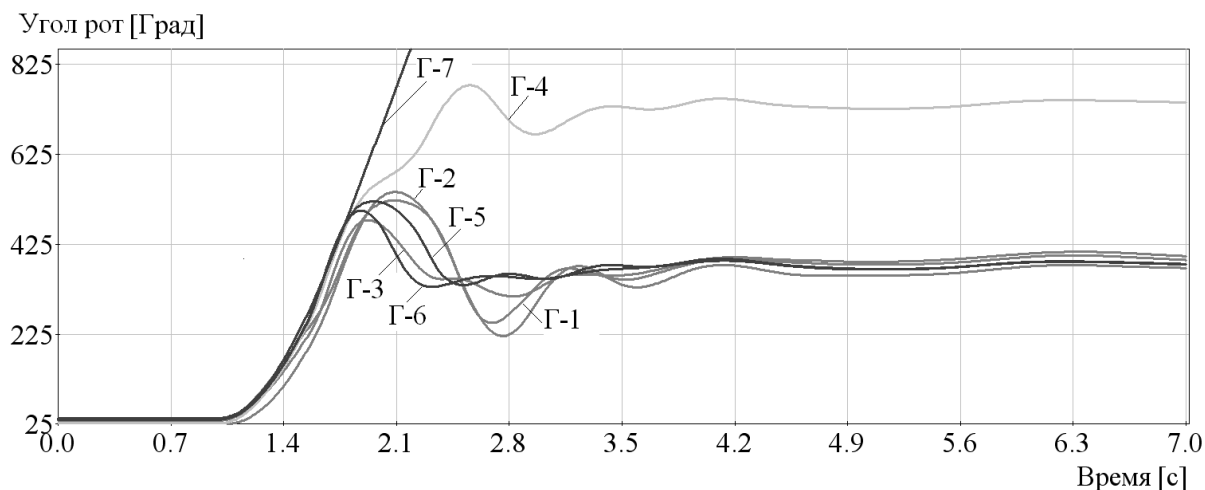


Рис. 2. Осциллограммы изменения углов роторов генераторов ТЭС-1 при КЗ на ВЛ в непосредственной близости от шин электростанции

При моделировании трёхфазного КЗ на ВЛ-1 при большей удалённости от шин ТЭС-1, участок 2 – 3 ВЛ-1, у генераторов не наблюдается даже кратковременного асинхронного режима (Рисунок 3).

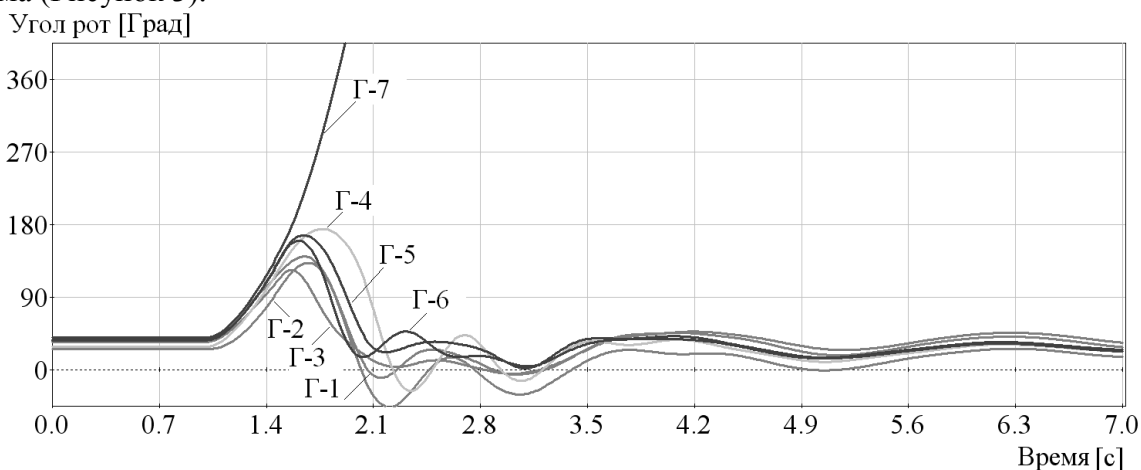


Рис. 3. Осциллограммы изменения углов роторов генераторов ТЭС-1 при КЗ на противоположном от шин электростанции конце ВЛ

Таким образом, можно сделать вывод о том, что электрическая удалённость точки КЗ от шин электростанции при возмущениях такого рода влияет на вероятность возникновения асинхронного режима генераторов, а его возникновение возможно лишь, при относительно небольшом удалении точки КЗ от шин электростанции (Рисунок 4).

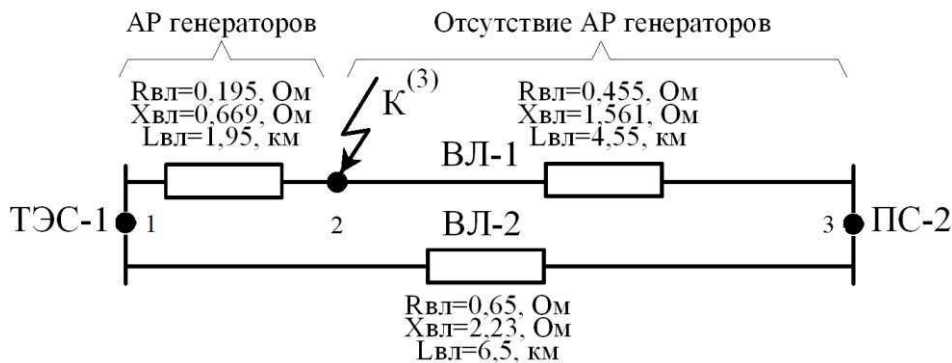


Рис. 4. Схема замещения воздушных линий электропередачи ВЛ-1 и ВЛ-2

Проведённые расчёты показали, что вероятность возникновения асинхронного режима при возмущениях такого рода на ВЛ входящих в схему выдачи мощности электростанции тем выше, чем ближе точка КЗ расположена к шинам ТЭС-1. Полностью

исключить вероятность возникновения АР при КЗ в любой из точек на участке 1 – 2 ВЛ-1 потенциально можно при уменьшении времени действия УРОВ.

Моделирование отключения ВЛ-1 действием УРОВ со стороны ТЭС-1, при трёхфазном КЗ вблизи шин электростанции показало, что при уменьшении времени действия УРОВ до 0,28 с, у генераторов ТЭС-1 не наблюдается даже кратковременного АР (Рисунок 5).

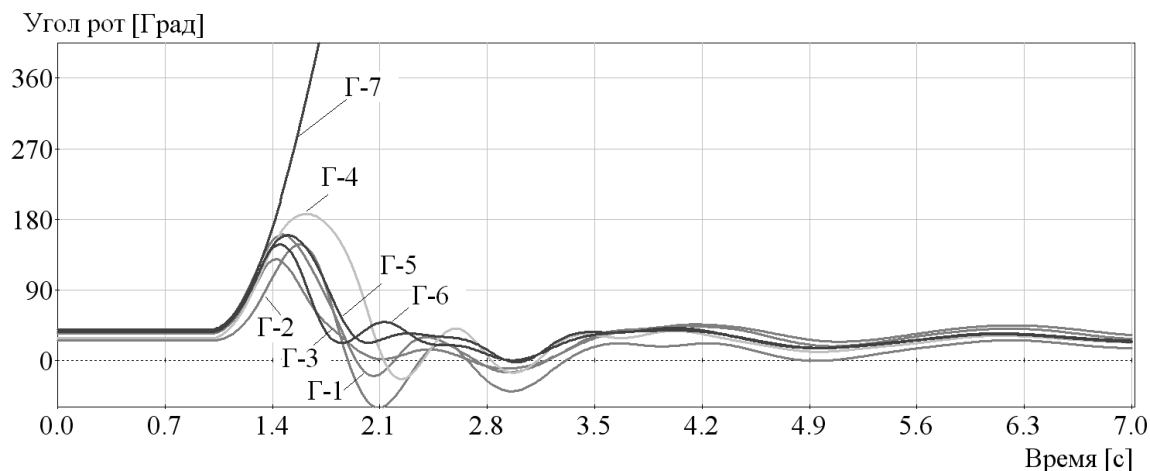


Рис. 5. Оциллограммы изменения углов роторов генераторов ТЭС-1 при КЗ на ВЛ в непосредственной близости от шин электростанции при уменьшении времени действия УРОВ

Проведённые расчёты показали, что уменьшение времени действия УРОВ является эффективным способом обеспечения ДУ генераторов ЭЭС.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Отключение сетевого элемента (ВЛ) действием УРОВ при трёхфазном коротком замыкании с отказом одного выключателя приводит к возникновению кратковременного АР генераторов только в том случае, если КЗ происходит на ВЛ в непосредственной близости от шин электростанции.

2. Уменьшение времени отключения воздушной линии посредством уменьшения времени действия УРОВ позволяет исключить возможность возникновения кратковременного АР генераторов, даже если КЗ происходит в непосредственной близости от шин электростанции.

3. Уменьшение времени действия УРОВ рекомендуется осуществлять только на тех воздушных линиях, на которых установлены микропроцессорные устройства релейной защиты.

4. Уменьшение времени действия УРОВ должно осуществляться до величины, при которой с одной стороны будет обеспечиваться ДУ генераторов, а с другой стороны будет исключено избыточное действие УРОВ, в случае задержки отключения выключателя.

5. Поскольку возникновение кратковременного АР генераторов происходит только при трёхфазном КЗ в непосредственной близости от шин электростанции, то уменьшение времени действия УРОВ необходимо осуществлять только для описанного случая. Это может быть достигнуто за счёт ускорения действия УРОВ. Однако вопрос использования ускорения УРОВ для обеспечения ДУ является недостаточно проработанным и требует проведения дальнейших исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Таубес И.Р. Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ) в сетях 110 – 220кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 88 с.
2. Гуревич Ю.Е., Либова Л.Е., Окин А.А. Расчёты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 390 с.

Научный руководитель: Р.Б. Абеуов, к.т.н., доцент ЭНИН НИ ТПУ