

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Кормилицына Дмитрия Николаевича** на тему **«Устойчивость регулируемой электроэнергетической системы с управляемой линией электропередачи сверхвысокого напряжения»**, представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы

Актуальность темы диссертационного исследования. Вопросы повышения пропускной способности и повышения устойчивости протяжённых электропередач переменного тока с использованием управляемых компенсирующих и регулирующих устройств, в частности по технологии FACTS, являются весьма актуальными. Причём это важно не только для электропередач сверхвысокого напряжения 330-500,750кВ, но и для электропередач напряжением 110, 220. Последнее может быть характерно для ряда регионов Западной и Восточной Сибири и изолированных от ЕЭС России восточных энергосистем таких как Чукотка, Камчатка, Магадан, Сахалин и др. Одним из возможных вариантов управляемой электропередачи по технологии FACTS может быть электропередача с управляемыми устройствами продольной емкостной компенсации (УУПК) и управляемыми шунтирующими реакторами (УШР).

Задачи выбора состава и настройки управляемых устройств, входящих в регулируемую электроэнергетическую систему с управляемой дальней линией электропередачи являются важными для повышения пропускной способности и устойчивости данных систем.

Целью работы является повышение пропускной способности и устойчивости двухмашинной электроэнергетической системы с протяжённой управляемой связью переменного тока с учётом нагрузок за счёт совместной настройки управляемых устройств, установленных на линии электропередачи и на генераторах станций.

Основные задачи, решаемые в работе:

Разработка математических моделей двухмашинной электроэнергетической системы с управляемой протяжённой электропередачей переменного тока с учётом нагрузок и систем управления генераторами и компенсирующими устройствами УУПК и УШР.

Исследования установившихся и электромеханических переходных процессов при различных законах регулирования УУПК, УШР и APB

генераторов с разработкой рекомендаций по выбору настроечных параметров регуляторов указанных устройств.

Разработка методики определения областей устойчивости (в малом) исследуемой энергосистемы в зависимости от настроечных параметров регуляторов УУПК, УШР и генераторов.

Исследования переходных электромеханических процессов на имитационных моделях для выявления основных факторов, влияющих на переходные процессы, и обоснование допустимых упрощений имитационных моделей при сохранении основных результатов.

Анализ влияния характеристик УУПК, УШР, генераторов и их регуляторов на динамическую устойчивость исследуемой энергосистемы.

Наиболее значимые результаты, представляющие научную новизну состоят в следующем:

- разработана математическая модель электроэнергетической системы, состоящей из двух станций соизмеримой мощности с учётом нагрузок и управляемой линией связи с комплексом управляемых устройств;
- предложена методика определения настроечных параметров управляемых устройств с целью обеспечения максимального положительного эффекта от данных устройств на предел передаваемой мощности, улучшения апериодической статической и динамической устойчивости при сохранении колебательной устойчивости системы;
- показано влияние характеристик нагрузки на форму и тип областей устойчивости, а также на изменение диапазонов выбора настроечных параметров управляемых устройств.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

- сделан вклад в совершенствование методов и средств управления потоками мощности в электроэнергетической системе с целью повышения пропускной способности электрических сетей при использовании УУПК и УШР (СТК) с учётом регулирования возбуждения генераторов станций.
- разработанные в диссертации модели двухмашинных систем с протяжёнными управляемыми передачами (с УУПК, УШР или СТК) могут быть использованы в проектных и научно-исследовательских организациях, научных электроэнергетических центрах и в энергосистемах ЕЭНС России при выполнении оценочных инженерных расчётов для принятия решений по применению управляемых устройств и их систем регулирования.
- результаты работы могут быть внедрены в учебный процесс по курсу режимов и устойчивости электроэнергетических систем

При выполнении работы применялись: математическое моделирование электроэнергетических систем, методы решения дифференциальных и алгебраических уравнений, теория дальних линий электропередачи, теория электромеханических переходных процессов в ЭЭС, теория автоматического регулирования, анализ апериодической, колебательной и динамической устойчивости электроэнергетических систем.

По работе отмечены следующие замечания:

1. Считаю, что данная работа не должна ограничиваться электропередачами сверхвысокого (330, 400, 500 и 750кВ) и ультравысокого (1150кВ) напряжений, и может вполне охватывать электропередачи класса 110 и 220кВ. При этом на УШР, помимо регулирования напряжения на зажимах УПК, возлагаются функции поворота вектора падения напряжения на УПК(U_c) так, чтобы эффективно компенсировать падение напряжения вдоль линии (U_{12}). В ЭЭС России имеется определенное число изолированных энергосистем (Якутия, Чукотка, Магадан, Камчатка, Сахалин и др.), в которых ВЛ 110 и 220кВ являются магистральными, связывающие достаточно мощные станции!
2. Для достижения желаемого положительного эффекта в части режима и устойчивости не обязательно иметь регулируемое устройство УУПК. Достаточно использовать нерегулируемое УПК 50% от индуктивного сопротивления линии, установленного в её середине, а УШР1, УШР2 и генераторы сделать управляемыми. Причём у генераторов хорошо бы иметь и APB и APC.
3. Можно очень сильно «сэкономить» на оборудовании, используя один УШР с переключением его к одному из зажимов УПК в зависимости от направления перетока мощности по ВЛ.
4. Из автореферата не совсем ясно по каким параметрам (сигналам) осуществляется регулирование УШР, УУПК и генераторов Г1 и Г2?
5. Не ясно, на каких имитационных моделях выполнялись исследования переходных (электромагнитных или электромеханических) процессов? Исследовались ли процессы емкостного самовозбуждения генераторов станций и/или субсинхронных колебаний?
6. Не понятно, использовались ли при проведении исследований такие хорошо известные ПВК, как Растр, Мустанг, СДО-ПАУ, ЕВРОСТАГ, POWER FACTORY? А если нет, то почему?

Приведенные замечания не снижают достоинства проведенной диссертационной работы и её положительной оценки в целом.

Диссертация Д.Н. Кормилицына представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, соответствует научной специальности 05.14.02 «Электрические станции и электроэнергетические системы» и удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор – Кормилицын Дмитрий Николаевич – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.14.02 – Электрические станции и электроэнергетические системы.

КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Фокин
Владимир
Константинович

02.19

115201, г. Москва, Каширское шоссе, д. 22, корп. 3

(495) 727-19-09, +7 916-127-90-52

info@ntc-power.ru, fokin_vk@ntc-power.ru

Согласен Фокин В.К. забираю

Начальник отдела

управления персоналом

АО «НТЦ ФСК ЕЭС»

21 февраля 2019 г.



И.Т. Лукинов