



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «НТЦ ЕЭС»

О.В. Фролов

ПРОТОКОЛ

технического совещания

*по итогам испытаний регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700
турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС»
(Протокол испытаний)*

27 декабря 2016 года

г. Санкт-Петербург

Присутствовали:

от Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада:

Могин А.В. – заместитель генерального директора

Сиротенко Е.В. – директор по управлению режимами – главный диспетчер

*от Филиала АО «Концерн Росэнергоатом» «Кольская атомная
станция»:*

Селюн С.О. – инженер электрического цеха;

от ООО «НПП «Русэлпром-Электромаш»:

Попов Е.Н. – главный специалист по системам возбуждения;

Тимощенко К.П. – начальник отдела цифровых систем управления;

от АО «НТЦ ЕЭС»:

Смирнов А.Н. – заведующий отделом электроэнергетических систем
(НИО-3);

Есипович А.Х. – заведующий лабораторией НИО-3, руководитель
работы;

Кабанов Д.А. – заведующий сектором НИО-3, ответственный
исполнитель работы;

Гуриков О.В. – младший научный сотрудник НИО-3;

Прохоров К.В. – инженер НИО-3.

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС, проходивших на цифро-аналого-физическом комплексе (ЦАФК) АО «НТЦ ЕЭС» (Договор № 1060-03-3-16, Заказчик – ООО «НПП «Русэлпром-Электромаш») с 19 по

26 декабря 2016 года, представители указанных выше организаций отмечают следующее:

1. Целью испытаний являлась проверка параметров настройки автоматических регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС и корректировка этих параметров (при необходимости, выявленной в процессе проверки) на ЦАФК в схеме физической модели, адекватно отображающей условия работы электростанции в ОЭС Северо-Запада по методике, приведенной в приложении Б к СТО 59012820.29.160.20.001-2012.

2. Для проведения испытаний на ЦАФК подготовлена физическая модель, адекватно отображающая планируемые условия работы Кольской АЭС на уровень 2017 года развития энергосистемы.

3. Программа испытаний согласована Филиалом АО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада.

4. Предварительный выбор параметров настройки каналов регулирования и стабилизации регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС выполнен АО «НТЦ ЕЭС» в эталонных цифровых моделях ОЭС Северо-Запада на уровень развития в 2017 году, разработанных в рамках упомянутого Договора.

5. К физической модели статической тиристорной системы параллельного самовозбуждения энергоблока №3 (турбогенераторы №5 и 6) Кольской АЭС подключен натуральный образец регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700. К физической модели статической тиристорной системы параллельного самовозбуждения энергоблока №4 (турбогенераторы №7 и 8) подключены: на первом этапе модернизации – цифровая модель регулятора типа КОСУР-Ц, на которой установлены рабочие параметры настройки; на втором этапе модернизации – натуральный образец регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700.

6. Регуляторы АРВ-РЭМ700 имеют сертификат соответствия СТО 59012820.29.160.20.001-2012 с версией ПО АРВ.v.1.2.10.

7. Испытания проведены по рабочей программе, которая включала свыше 600 основных экспериментов и была подготовлена на основе согласованной «Программы испытаний...».

8. В ходе испытаний рассмотрены:

- режим зимнего максимума нагрузок на уровень развития энергосистемы в 2017 году при работе восьми турбогенераторов Кольской АЭС;
- режим зимнего максимума нагрузок на уровень развития энергосистемы в 2017 году при работе шести турбогенераторов Кольской АЭС (в работе ТГ1, 2, 3-4, 5-6);
- режим летнего максимума нагрузок на уровень развития энергосистемы в 2017 году при работе пяти турбогенераторов Кольской АЭС (в работе ТГ2, 3-4, 7-8);

- режим летнего минимума нагрузок на уровень развития энергосистемы в 2017 году при работе четырех турбогенераторов Кольской АЭС (в работе ТГЗ, 4, 7-8);
- режим летнего минимума нагрузок на уровень развития энергосистемы в 2017 году при изолированной работе Кольской и части Карельской энергосистем ЭС от Ленинградской энергосистемы при работе трех турбогенераторов Кольской АЭС (в работе ТГЗ, 7-8).

9. В процессе испытаний рассмотрены нормативные возмущения вблизи шин 330 кВ Кольской АЭС, шин 330 кВ Путкинской ГЭС и шин 330 кВ ПС 330 кВ Кондопога с учетом действия противоаварийной автоматики.

10. В ходе испытаний выполнены:

10.1. проверка эффективности параметров настройки регуляторов АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5 и 6 Кольской АЭС в нормальных и ремонтных схемах по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров на уровень развития ОЭС Северо-Запада в 2017 году (первый этап модернизации), а также регуляторов АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС в нормальных и ремонтных схемах по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров на уровень развития ОЭС Северо-Запада в 2017 году (второй этап модернизации);

10.2. проверка эффективности параметров настройки регуляторов АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5 и 6 Кольской АЭС (первый этап модернизации), а также регуляторов АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС (второй этап модернизации) на уровень развития ОЭС Северо-Запада в 2017 году при расчетных возмущениях вблизи узлов Кольской АЭС, Путкинской ГЭС и ПС 330 кВ Кондопога;

10.3. проверка правильности настройки регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме;

10.4. выбор параметров релейной форсировки возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС по условиям максимального использования расчетных возможностей силовой части системы возбуждения и проверка ее эффективности;

10.5. проверка правильности работы ограничителей минимального возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС.

11. Дополнительно к утвержденной программе испытаний по просьбе Кольской АЭС выполнена проверка эффективности параметров настройки

регуляторов АРВ-РЭМ700 при увеличенной до 240 МВт нагрузке турбогенераторов №5-8 по активной мощности по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров и демпфирования послеаварийных колебаний.

12. Программа испытаний выполнена полностью.

13. В процессе испытаний установлено, что при расчетном (нормативном) аварийном возмущении (отключение ВЛ 330 кВ Ондская ГЭС – Путкинская ГЭС действием основных защит и последующем срабатывании АЛАР ВЛ 110 кВ Кемь – Беломорск), приводящем к отделению Кольской ЭС и части Карельской ЭС от ЕЭС России, регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 функционируют некорректно, в результате чего генераторы переходят в режим глубокого потребления реактивной мощности, превышающий заданную характеристику ограничителя минимального возбуждения, что приводит к потере устойчивости их параллельной работы с энергосистемой. Изменение параметров настройки ограничителя минимального возбуждения и блокировки каналов стабилизации при изменении частоты электрического тока в сертифицированном программном обеспечении АРВ-РЭМ700 не позволило обеспечить его эффективную и корректную работу в условиях изолированной энергосистемы.

14. Описанное в п. 13. некорректное функционирование регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700 не было выявлено при проведении сертификационных испытаний, так как они не включают проверку функционирования алгоритмов АРВ сильного действия при работе генераторов в изолированной энергосистеме при значительных (порядка 0.2 Гц/с) скоростях изменения частоты электрического тока.

15. Полученный результат (см. п. 13) привел к необходимости коррекции алгоритмов ограничителя минимального возбуждения и блокировки каналов стабилизации при изменении частоты электрического тока, которая позволила обеспечить правильное и эффективное функционирование АРВ-РЭМ700 при выполнении всех экспериментов, предусмотренных рабочей программой.

По результатам испытаний (после коррекции алгоритмов АРВ-РЭМ700) можно сделать следующие выводы:

1. Выбранные параметры настройки регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС обеспечивают успешную стабилизацию эксплуатационных режимов 2017 года при нормативных возмущениях в нормальной и ремонтных схемах сети, примыкающей к Кольской АЭС, в том числе и в условиях отдельной работы Кольской и части Карельской энергосистем и ЕЭС России.
2. Параметры релейной форсировки возбуждения регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС

обеспечивают максимальное использование расчетных возможностей силовой части системы возбуждения в нормальной и ремонтных схемах выдачи мощности Кольской АЭС.

3. Регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 обеспечивают правильную работу систем возбуждения турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС при возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме.
4. Внутригрупповая неустойчивость при работе турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС на первом этапе модернизации систем возбуждения с различными регуляторами возбуждения (АРВ-РЭМ700 и КОСУР-Ц) не выявлена. Взаимное негативное влияние регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 и КОСУР-Ц отсутствует.
5. Устойчивая параллельная работа турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС в режиме потребления реактивной мощности (в зоне ОМВ) обеспечивается только при введенных каналах системной стабилизации.
6. Подробное описание результатов испытаний будет выполнено АО «НТЦ ЕЭС» и представлено в техническом отчете по упомянутому Договору.

Заключение

1. Испытания цифровых регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС на цифро-аналого-физическом комплексе в схеме энергосистемы Северо-Запада проведены в соответствии со Стандартом АО «СО ЕЭС» СТО 59012820.29.160.20.001-2012 «Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов» в полном объеме согласованной программы.
2. Регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5,6 Кольской АЭС (первый этап модернизации) и регуляторы возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5-8 Кольской АЭС (второй этап модернизации) в схемно-режимных условиях ОЭС Северо-Запада на уровень развития 2017 года при выбранных параметрах настройки обеспечивают эффективную стабилизацию электрических режимов энергосистемы, а также успешное демпфирование послеаварийных колебаний режимных параметров при нормативных возмущениях.
3. При проведении пуско-наладочных работ на системе возбуждения турбогенераторов №5, 6 Кольской АЭС в качестве исходных настроек регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700 рекомендуется установить параметры настройки согласно Приложению к настоящему Протоколу.
4. При вводе в эксплуатацию модернизированных систем возбуждения турбогенераторов №7, 8 Кольской АЭС коррекция рабочих параметров настройки регулятора возбуждения АРВ-РЭМ700 турбогенераторов №5, 6 не требуется.

5. При проведении пуско-наладочных работ на системах возбуждения турбогенераторов №7, 8 Кольской АЭС в качестве исходных настроек регуляторов возбуждения АРВ-РЭМ700 рекомендуется установить параметры настройки согласно Приложению к настоящему Протоколу.

От АО «НТЦ ЕЭС»:

Зав. НИО-3



А.Н. Смирнов

Зав. лабораторией НИО-3,
руководитель испытаний



А.Х. Есипович

От ООО «НПП «Русэлпром-Электромаш»:

Начальник отдела цифровых систем управления



К.П. Тимошенко

Главный специалист по системам возбуждения



Е.Н. Попов

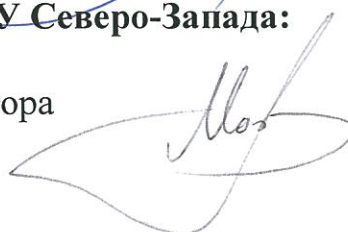
Технический директор



А.Л. Комков

От Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада:

Заместитель генерального директора



А.В. Могин