

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «НТЦ ЕЭС»



В.А. Крицкий

ПРОТОКОЛ

технического совещания

по итогам испытаний регуляторов возбуждения АРВ-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС для рабочих версий ПО на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС»

(Протокол испытаний №1)

06 июня 2019 года

г. Санкт-Петербург

Присутствовали:

от Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири:

Томалев А.А. – специалист 1 категории службы электрических режимов;

от Филиала ООО «ЕвроСибЭнерго-Гидрогенерация» «Братская ГЭС»:

Струмеляк Р.В. – руководитель группы тиристорного возбуждения;

от ПАО «Силовые машины»:

Бурмистров А.А. – заместитель главного конструктора по проектированию систем возбуждения энергетических машин;

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;

Гущина Т.А. – старший научный сотрудник НИО-3;

Прохоров К.В. – младший научный сотрудник НИО-3;

Тимофеева Я.А. – младший научный сотрудник НИО-3;

Выборных Д.С. – инженер НИО-3

Рассмотрев вопрос об итогах испытаний регуляторов возбуждения АРВ-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС для рабочих версий программного обеспечения (ПО) на цифро-аналого-физическом комплексе

(ЦАФК) АО «НТЦ ЕЭС» (Договор №2018-20У/1252-03-3-19, заказчик – ООО «ЕвроСибЭнерго-Гидрогенерация», исполнитель – АО «НТЦ ЕЭС»), представители указанных выше организаций отмечают следующее:

1. Целью испытаний являлась проверка и корректировка (в случае необходимости, выявленной при проверке) рабочих параметров настройки регуляторов возбуждения АРВ-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС на ЦАФК АО «НТЦ ЕЭС» в схеме объединенной энергосистемы (ОЭС) Сибири, по методике, приведенной в приложении Б СТО 59012820.29.160.20.001-2012 (далее – Стандарт).

2. Для проведения испытаний на ЦАФК подготовлена физическая модель, адекватно отображающая планируемые условия работы Братской ГЭС в ОЭС Сибири на уровень развития энергосистемы в 2019 году.

3. Программа испытаний согласована Филиалом АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири.

4. К физическим моделям статических тиристорных систем независимого возбуждения гидрогенераторов Братской ГЭС, моделирующих Г1+Г2, Г5+Г6, Г7+Г8, Г9+Г10+Г12 и Г14+Г18, подключены промышленные образцы регуляторов возбуждения типа AVR-2М с установленными рабочими версиями ПО и параметрами настройки, а к физическим моделям статических тиристорных систем независимого возбуждения гидрогенераторов Братской ГЭС, моделирующих Г3+Г4, Г11+Г13 и Г15+Г16+Г17 – промышленные образцы регуляторов возбуждения типа АРВ-М с установленными рабочими версиями ПО и параметрами настройки.

5. Регуляторы возбуждения типа АРВ-М, установленные в системах возбуждения гидрогенераторов Г3, Г4, Г11, Г13, Г15, Г16 и Г17, не имеют сертификата соответствия Стандарту.

6. Регуляторы возбуждения типа AVR-2М, установленные в системах возбуждения гидрогенераторов Г1, Г2, Г5–Г10, Г12, Г14 и Г18, не соответствуют Стандарту, так как на них используются не сертифицированные версии ПО.

7. Испытания проведены по рабочей программе, которая включала 640 основных экспериментов и была подготовлена на основе согласованной программы испытаний.

8. При испытаниях в качестве базовых рассмотрено 4 электрических режима:

- режим летнего максимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной загрузке Братской ГЭС;
- режим летнего минимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной загрузке Братской ГЭС;

- режим зимнего максимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной загрузке Братской ГЭС;
- режим зимнего минимума нагрузки ОЭС Сибири при максимальной загрузке Братской ГЭС.

Во всех рассмотренных режимах гидрогенераторы Братской ГЭС загружены до номинальной активной мощности¹.

9. В процессе испытаний рассмотрены нормативные возмущения вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Братской ГЭС.

10. В ходе испытаний выполнены:

- проверка эффективности рабочих параметров настройки АРВ-М и AVR-2М в нормальных, послеаварийных и предельных режимах по условиям обеспечения успешной стабилизации режимных параметров на уровень развития ОЭС Сибири в 2019 году;
- проверка рабочих параметров релейной форсировки возбуждения;
- проверка рабочих параметров настройки ограничителя минимального возбуждения;
- проверка эффективности параметров настройки при нормативных возмущениях вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Братской ГЭС;
- проверка правильности работы регуляторов возбуждения при возникновении аварийных небалансов активной мощности;
- моделирование изменения параметров электрического режима, имевшего место при аварии 27.06.2017 года.

11. Программа испытаний выполнена полностью.

Выводы по результатам испытаний:

1. Рабочие параметры настройки регуляторов возбуждения АРВ-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС обеспечивают успешную стабилизацию эксплуатационных режимов в нормальной и ремонтных схемах сети, а также демпфирование послеаварийных колебаний при нормативных возмущениях вблизи шин 500 кВ и 220 кВ Братской ГЭС.
2. Релейная форсировка возбуждения регуляторов возбуждения АРВ-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС при одинаковых для всех АРВ рабочих параметрах настройки при ряде нормативных возмущений приводит к избыточному повышению напряжения на статорах генераторов после отключения короткого замыкания. Испытания показали, что эффективное функционирование релейной форсировки возбуждения может быть реализовано на семи

¹ Исходные схемы и режимы согласованы Филиалом АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири

- регуляторах возбуждения из восемнадцати (Г5–Г10 и Г12)² путем коррекции рабочих параметров их настройки.
3. При возникновении аварийных небалансов активной мощности, вызывающих изменение частоты в энергосистеме, регуляторы возбуждения АРВ-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС не обеспечивают блокировку каналов системной стабилизации в соответствии с требованиями Стандарта, что вызывает необоснованное повышение или понижение напряжения на статорах генераторов и шинах 220 кВ и 500 кВ Братской ГЭС. Испытания показали, что срабатывание блокировки каналов системной стабилизации в соответствии с требованиями Стандарта может быть реализовано на семи регуляторах возбуждения из восемнадцати (Г5–Г10 и Г12) путем коррекции рабочих параметров их настройки.
 4. Работа гидрогенераторов Братской ГЭС в режимах потребления реактивной мощности при рабочих параметрах настройки ограничителей минимального возбуждения (ОМВ) сопровождается значительными колебаниями параметров электрического режима, поэтому рабочие параметры настройки регуляторов возбуждения АРВ-М и AVR-2М следует скорректировать.
 5. При возникновении технологических нарушений, вызывающих значительное изменение параметров электрического режима в энергосистеме, аналогичное имевшему место при аварии 27.06.2017 года, регуляторы возбуждения типа АРВ-М с установленной рабочей версией ПО №518 обеспечивают устойчивую работу гидрогенераторов Г3, Г4, Г11, Г13 и Г16 в режимах недовозбуждения.
 6. АО «НТЦ ЕЭС» представит подробное описание результатов испытаний в техническом отчете по упомянутому Договору.

Заключение

1. Испытания цифровых регуляторов возбуждения АРВ-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС на цифро-аналого-физическом комплексе АО «НТЦ ЕЭС» в схеме объединенной энергосистемы Сибири при рабочих параметрах настройки регуляторов 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-М и AVR-2М гидрогенераторов Братской ГЭС в схемно-режимных условиях ОЭС Сибири на уровень развития в 2019 году при рабочих параметрах настройки обеспечивают

² Только в АРВ, ПО которых обеспечивает в соответствии со Стандартом возможность независимого задания уставок ввода и снятия релейной форсировки возбуждения

эффективную стабилизацию электрических режимов энергосистемы, а также успешное демпфирование послеаварийных колебаний режимных параметров при нормативных возмущениях вблизи шин 220 кВ и 500 кВ Братской ГЭС.

3. Для повышения надежности параллельной работы Братской ГЭС с энергосистемой Сибири рекомендовать
 - 3.1. выполнить коррекцию рабочих параметров настройки регуляторов возбуждения³:
 - 3.1.1. ограничителей минимального возбуждения (на АРВ гидрогенераторов Г1-Г18);
 - 3.1.2. релейной форсировки возбуждения (на АРВ гидрогенераторов Г5-Г10 и Г12);
 - 3.1.3. функции блокировки каналов стабилизации при изменении частоты электрического тока (на АРВ гидрогенераторов Г5-Г10 и Г12);
 - 3.2. на регуляторах возбуждения AVR-2М гидрогенераторов Г1, Г2, Г5-Г10, Г12, Г14 и Г18 произвести замену рабочих версий программного обеспечения на сертифицированную версию ПО 20.01.
 - 3.3. рассмотреть вопрос о замене морально устаревших и не отвечающих требованиям Стандарта регуляторов возбуждения АРВ-М на гидрогенераторах Г3, Г4, Г11, Г13, Г15-Г17.

От АО «НТЦ ЕЭС»:

Зав. НИО-3



А.Н. Смирнов

Зав. лабораторией НИО-3



А.Х. Есипович

Зав. сектором НИО-3



Д.А. Кабанов

Старший научный сотрудник НИО-3



Т.А. Гущина

Младший научный сотрудник НИО-3



К.В. Прохоров

Младший научный сотрудник НИО-3



Я.А. Тимофеева

**От Филиала ООО «ЕвроСибЭнерго-Гидрогенерация»
«Братская ГЭС»:**

Руководитель группы
тиристорного возбуждения



Р.В. Струмеляк

³ В соответствии с Приложением

От ПАО «Силовые машины»:

Заместитель главного конструктора
по проектированию систем возбуждения
энергетических машин



А.А. Бурмистров

От Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири:

Специалист 1 категории службы
электрических режимов



А.А. Томалев