УДК 621.3.072.6:621.311(575.2)

РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ КЫРГЫЗСТАНА Г.БИШКЕК

Куданалиев Эмил Темирбекович, *1-й заместитель генерального директора ОАО «НЭС Кыргызстана», Кыргызстан, 720070, г.Бишкек, пр. Жибек Жолу 326, Тел: +996(312)-66-10-01*, e-mail: kudanaliev@energo.kg, ORCID: 0000-0001-5887-1819
Джунуев Телеген Абдымомунович, *д.т.н, профессор, заведующий кафедрой «Электроэнергетика» им. Дж.А. Апышева Кыргызского Государственного Технического Университета им. И. Раззакова, Кыргызстан,720044, г.Бишкек, пр.Мира 66, Тел: +996(312)-54-51-25*, e-mail: dzhunuev@bk.ru.kg, ORCID: 0000-0002-7562-5991
Мусуркулов Эмиль Джумагулович, *заместитель начальника ЦДС ОАО «НЭС Кыргызстана», Кыргызстан, 720070, г.Бишкек, пр. Жибек Жолу 326, Тел: +996(312)-67-03-62*, e-mail: musurkulov@energo.kg

Аннотация. Рассматривается возможность участия электростанций энергосистемы Кыргызстана в регулировании частоты в Объединенной Энергосистеме Центральной Азии (ОЭС ЦА) и при изолированной работе и текущее состояние устройств автоматического регулирования частоты и мощности (АРЧМ) в сравнении с регулированием частоты в Единой Энергетической Системе (ЕЭС) России. Также рассмотрены состояние АРЧМ в Кыргызской энергосистеме и в ЕЭС России. В последнее время данный вопрос становиться актуальным в виду высоких требований к качеству электроэнергии, условиям параллельной и изолированной работы энергосистем. Регулирование частоты и мощности один из основных вопросов в работе ОЭС ЦА, по которым существует ряд разногласий между участниками ОЭС. Основная регулирующая частоту в Кыргызской энергосистеме электрической станцией является Токтогульская ГЭС, а в дальнейшем к ней должна добавиться Курпсайская ГЭС. Но установленное на Токтогульской ГЭС оборудование давно устарело и требует модернизации, что должно стать одним из основных задач реконструкции станции, которое сейчас производится по проекту реабилитации станции до 2023 года. Создание современного АРЧМ является ещё одним из этапов в создании энергетической безопасности в Кыргызской энергосистеме.

Ключевые слова: регулирование частоты, АРЧМ, САРЧМ, синхронная зона, статизм, энергобезопасность, ГЭС

TECHNICAL REGULATION IN THE FREQUENCY OF THE POWER SYSTEM OF KYRGYZSTAN BISHKEK

Emil Kudanaliev Temirbekovich, *1st Deputy General Director of OJSC "NEG of Kyrgyzstan", the Kyrgyz Republic, 720070, Bishkek, Zhibek Jibek Jolu 326, Tel.: +996(312)-66-10-01, e-mail: kudanaliev@energo.kg*
Telegen Gunoev Abdymomunov, *D. T. N., Professor, head of Department "electricity" is. John.. No. Kyrgyz State Technical University them. I. Razzakov, Kyrgyzstan,720044, Bishkek, Mira Ave., 66, Tel.: +996(312)-54-51-25, e-mail: rector@kstu.kg*

Emil Musurkulov Jumagulovich, *CDS Deputy chief of the OJSC "NEG of Kyrgyzstan", the Kyrgyz Republic, 720070, Bishkek, Zhibek Jibek Jolu 326, Tel.: +996(312)-67-03-62, e-mail: musurkulov@energo.kg*

Abstract. The possibility of participation of the power plants of Kyrgyzstan to regulate the frequency in the United energy system of Central Asia (UES CA) and in case of isolated operation and the current status of devices for automatic regulation of frequency and power (afpc) in comparison with the frequency control in the Unified Energy System (UES) of Russia. Also reviewed the status of afpc in the Kyrgyz energy system in the UES of Russia. Recently, this question becomes relevant in view of high requirements to quality of electricity, conditions for parallel and isolated operation of power systems. Regulation of frequency and power one of the major issues in the work of caps for which there are a number of disagreements between participants of the ECO. The primary governing frequency in the Kyrgyz energy system the power station is the Toktogul HPP, and further to it must be added to the Kurpsay hydroelectric power station. But installed on the Toktogul hydroelectric power station equipment is outdated and needs to be upgraded, what is to become one of the main tasks of reconstruction of the station, which is now produced under the project of rehabilitation of the plant to 2023. The creation of a modern afpc is one of the stages in creating energy security in the Kyrgyz energy system.

Key words: frequency regulation , afpc ,frequency and load control system, a synchronous area, statism, energy security, hydropower

В советское время в Объединенной энергосистеме Центральной Азии (ОЭС ЦА) частоту регулировала Нурекская ГЭС. Начиная с 2001г после ввода в работу транзитных ЛЭП 500 кВ соединяющих северную и южную части ЕЭС Казахстана регулирование частоты в ОЭС ЦА производила ЕЭС России. В последующем, регулирование частоты собственными электростанциями энергосистем ОЭС ЦА производилось только при ремонтных режимах транзитов 500 кВ соединяющих ОЭС ЦА с северной частью ЕЭС Казахстана. В декабре 2009 г после отделения энергосистемы Таджикистана в режимах изолированной работы ОЭС ЦА частоту в объединении регулировала Токтогульская ГЭС. В настоящее время существуют ряд разногласий в ОЭС ЦА по участию каждой энергосистемы в регулировании частоты и мощности, причинах отклонения от запланированных перетоков и нарушения режима работы ОЭС ЦА.

На Токтогульской ГЭС установлена система группового регулирования активной мощности (ГРАМ) предназначенная для управления активной мощностью гидрогенераторов ГЭС как единым целым путем подачи общего управляющего сигнала на все гидроагрегаты, подключенные к ГРАМ. ГРАМ обеспечивает изменение активной мощности гидроагрегатов ГЭС от нуля до максимума в соответствии с сигналом управления, поддерживает равенство нагрузок агрегатов (по равенству открытий направляющих аппаратов). Система ГРАМ совместно с устройствами измерения и регулирования частоты на ГЭС образует САРЧМ – систему автоматического регулирования частоты и мощности. Комплекс аппаратуры САРЧМ, размещенной на Токтогульской ГЭС, является станционной частью САРЧМ. Станционная часть САРЧМ обеспечивает также ограничения диапазона регулирования суммарной активной мощности ТГЭС раздельно сверху и снизу в соответствии с режимными ограничениями для гидроагрегатов ТГЭС и энергосистемы в целом. САРЧМ ТГЭС построена на принципе ручного или автоматического планового задания суммарной активной мощности ТГЭС.

Основными функциональными элементами САРЧМ являются центральный регулятор и подчиненные ему индивидуальные регуляторы скорости агрегатов ЭГР – 2М

САРЧМ ТГЭС может работать в двух режимах:

Индивидуальное – гидроагрегаты отключены от САРЧМ и управляются своими индивидуальными органами.

Центральный регулятор САРЧМ отслеживает и запоминает фактическую мощность.

Задание мощности – Агрегаты включены в ГРАМ. Мощность ГЭС задается оперативным персоналом клавишей «Больше» или «Меньше» планшета пульт стола. Возможно управление аналогичными кнопками на центральном регуляторе. Статизм по частоте определяется настройкой центрального регулятора. Индивидуальные органы управления мощностью агрегатов не работают.

Также было предусмотрено воздействие диспетчера Объединенной энергосистемы Центральной Азии на ручной корректор нагрузки. Суммарный сигнал внепланового задания передавался по каналам телемеханики и суммировался с учетом его знака с плановым заданием. При этом индивидуальные органы управления мощностью агрегатов не работают.

Все вышеуказанное оборудование было введено в работу вместе с основным оборудованием ТГЭС более 40 лет назад и к настоящему моменту полностью себя исчерпало и физически и морально. В некоторых случаях регулирование частоты производится вручную на каждом генераторе по отдельности, соответственно это приводит к большим колебаниям частоты свыше ±0,1 Гц

В настоящее время в ЕЭС России к синхронной зоне которой подключена энергосистема Кыргызстана действуют следующие требования:

- В 1 – ой синхронной зоне ЕЭС России должно быть обеспечено поддержание: – квазиустановившихся значений частоты в пределах (50,00±0,05) Гц при допустимости нахождения значений частоты в пределах (50,0±0,2) Гц с восстановлением частоты до уровня (50,00±0,05) Гц за время не более 15 минут; – перетоков активной мощности в контролируемых сечениях в пределах допустимых значений.

- Во 2 - й синхронной зоне ЕЭС России, а также в 1 - й синхронной зоне ЕЭС России при ее работе в вынужденном режиме, должно быть обеспечено поддержание: – квазиустановившихся значений частоты в пределах (50,0 ± 0,2) Гц не менее 95 % времени суток без выхода за величину (50,0 ± 0,4) Гц; - перетоков активной мощности в контролируемых сечениях в пределах допустимых значений.

- В нормальном режиме энергосистемы при регулировании частоты посредством автоматического вторичного регулирования должно обеспечиваться поддержание средней величины частоты за любой час суток в пределах (50,00±0,01) Гц в 1 - ой и 2 - ой синхронных зонах ЕЭС России.

В ЕЭС России созданию централизованного комплекса АРЧМ изначально уделялось очень большое внимание.

Текущее состояние В ЕЭС России :

- Создана единая техническая платформа для развития системы АРЧМ и функционирования Рынка системных услуг (РСУ)
- Управляющие комплексы ЦС/ЦКС АРЧМ функционируют на одинаковой с ОИК программно-аппаратной базе, обеспечена возможность их связи с устройствами АРЧМ энергообъектов по цифровым каналам с использованием стандартных протоколов, обеспечена возможность значительного увеличения объектов управления
- Организовано иерархическое взаимодействие ЦКС АРЧМ ЕЭС с ЦС АРЧМ ОЭС Урала, ЦС АРЧМ ОЭС Юга и ЦС АРЧМ центральной части ОЭС Северо-Запада
- Для участия в НПРЧ и АВРЧМ на 16-ти ТЭС сертифицировано 65 энергоблоков суммарной установленной мощностью 20928 МВт
- С 2011 года функционирует РСУ по АВРЧМ с привлечением энергоблоков ТЭС
- Выполняются мероприятия по модернизации устройств АРЧМ на энергообъектах, подключению новых ГЭС и энергоблоков ТЭС к управлению ЦС/ЦКС АРЧМ

Перспективы развития систем АРЧМ:

- Выполнение мероприятий, обеспечивающих возможность участия в АВРЧМ ГЭС мощностью более 100 МВт в соответствии с требованиями стандарта по согласованной работе систем АРЧМ с автоматикой управления мощностью ГЭС
- Увеличение количества подключаемых к ЦС/ЦКС АРЧМ сертифицированных энергоблоков ТЭС для возможности развития РСУ по АВРЧМ
- Проведение работ по исследованию возможности управления ВПТ от ЦС АРЧМ
- Совершенствование алгоритмов управления систем АРЧМ для наиболее оптимального управления электростанциями, с учетом их маневренности, месторасположения и наличия резервов регулирования

Благодаря чему в режиме параллельной работы частота в энергосистеме Кыргызстана частота никогда не выходила за пределы нормированного диапазона.

На рис.1 - показано частота ЕЭС России за 10 ноября 2015 года.

Рис. 1- График частоты ЕЭС России на 10.11.2015г.

В конце августа 2015г. была введена в работу ВЛ – 500 кВ Датка – Кемин, что позволило обеспечить энергонезависимость Кыргызской Республики и уйти от зависимости от соседних энергосистем в электроснабжении собственных потребителей. При этом из-за остающихся разногласий между энергосистемами существует реальная угроза в нарушении нормального режима работы, вплоть до выхода энергосистемы Кыргызстана на изолированную работу, и в данном режиме одной из основных проблем остается поддержание требуемых параметров частоты электрического тока. При существующем состоянии АРЧМ в Кыргызской Республике установленной на ТГЭС со времен ввода в работу ГЭС регулирование частоты довольно сложная задача, с учетом того что частоту приходится регулировать практически вручную. Ситуация усугубляется тем, что из-за недостатка финансирования для реконструкции практически полностью вышел из строя ОИК на электрических станциях каскада Нарынских ГЭС.

Как видно из рис .2. в режиме изолированной работы ОЭС ЦА при оперативном регулировании частоты на Токтогульской ГЭС происходят большие отклонения.

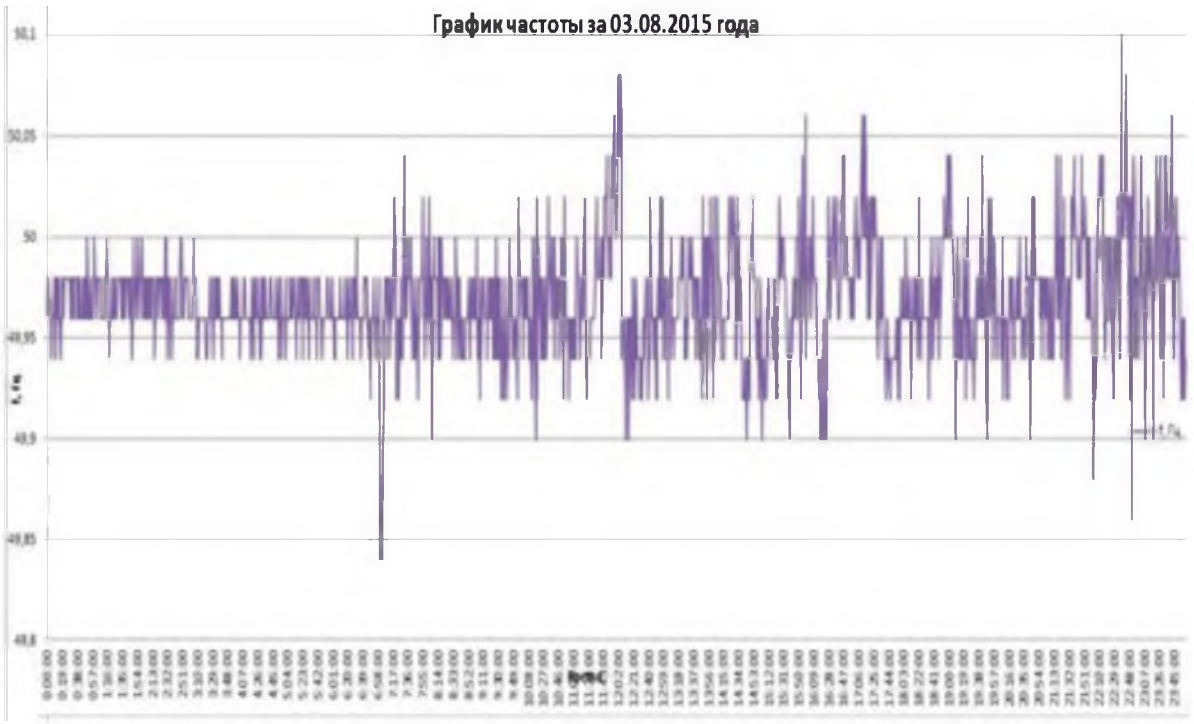

Рис. 2 - График частоты Энергосистемы Кыргызстана за 03июля 2015года.

В связи с вышеизложенным необходима немедленная реконструкция устройств АРЧМ в энергосистеме Кыргызстана с использованием современных микропроцессорных устройств. Проектом необходимо определить электростанции которые можно привлечь к регулированию частоты и структуру централизованного комплекса АРЧМ. При этом наиболее предпочтительным для регулирования частоты являются Токтогульская и Курпсайская ГЭС, как в части расположения так и в части достаточности мощности и регулировочного диапазона по мощности. В будущем после ввода в работу к регулированию частоты можно привлечь Камбар - Атинскую ГЭС – 1.

Должна быть обеспечена возможность воздействие на стационарные органы комплекса АРЧМ расположенные на электростанциях от центрального устройства расположенного на национальном диспетчерском пункте и интегрированном в систему АСДУ.

Целью автоматизации процесса регулирования частоты и перетоков активной мощности является обеспечение возможности управления режимами энергосистем в темпе протекающих в них процессов, когда оперативное управление является малоэффективным

Создание и развитие централизованных систем (ЦС) АРЧМ для автоматизации процесса регулирования частоты и перетоков активной мощности обусловлено необходимостью обеспечения эффективной параллельной работы энергосистем большой мощности по линиям электропередач, имеющим относительно низкую пропускную способность

Повышение качества регулирования частоты и перетоков активной мощности за счет использования ЦС АРЧМ позволяет увеличить обмен мощности по межсистемным сечениям при сохранении надежности параллельной работы энергосистем.

На рис.3 - представлены предполагаемая структура ЦС АРЧМ энергосистемы Кыргызстана.

Рис.3 - предполагаемая структура ЦС АРЧМ энергосистемы Кыргызстана.

Выводы.

В современных условиях работы с соседними энергосистемами, нарастает необходимость совершенствования и модернизации оборудования Кыргызской энергосистемы Следует помнить, что энергобезопасность Кыргызской Республики должна достигаться не только строительством ЛЭП, увеличением трансформаторной мощности, заменой коммутационных аппаратов, но и реконструкцией и модернизацией режимной и противоаварийной автоматики, устройств релейной защиты, средств телекоммуникаций и АСДУ.

Список литературы

1.Автоматика энергосистем: учебное пособие / составители Ю.С. Боровиков, А.С. Гусев, М.В. Андреев, А.О. Сулайманов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 196 с.

2.Основные технические требования к параллельно работающим энергосистемам стран СНГ и Балтии. Правила и рекомендации по регулированию частоты и перетоков. Утверждено решением Электроэнергетического Совета СНГ Протокол № 32 от 12 октября 2007 года.

3.Стандарт организации. Регулирование частоты и перетоков активной мощности в ЕЭС России. Приложение 6 к Приказу ОАО «СО ЕЭС» от 05.12.2012.№475, СТО 59012820.27.100.003.

4.Комаров А.Н. Регулирование частоты в энергосистемах России в современных условиях./ А.Ф. Бондаренко. // Электрические станции: Ежемес. производ.-техн. журн.: Орган М-ва электростанций СССР. М. - 2002.

5.Толасов А.Г. Оценка включенного резерва мощности, необходимого для автоматического регулирования частоты Евро-Азиатского объединения энергосистем. // Электричество : М. - 2002.

6.Бондаренко А. Ф., Комаров А. Н. Регулирование режимов работы энергетического объединения по перетокам мощности и поддержание нормального уровня частоты. // Электричество, 1994, № 5. С.1-11. - ISSN 0013-5380.

7.Автоматическая дополнительная разгрузка энергосистемы по скорости снижения частоты. А. С. Малый. // Электрические станции, 1975

8.Автоматизированная система оперативно- диспетчерского управления электроэнергетическими системами / О. Н. Войтов, В. Н. Воронин, А. 3. Гамии и др. Новосибирск: Наука, 1986, — 204 с.

9.Соломенцева Ю.М., Брюханов В.Н., Косов М.Г., Схиртладзе А.Г. Теория автоматического управления.-М.: Машиностроение. 1992.- 272 с.

10.Рабинович Р.С. Автоматическая частотная разгрузка энергосистем. -2-е изд., перераб. и доп.- М.: "Энергоатомиздат", 1989.- 352 с.