ПАО «РусГидро»

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТАМИ (ТПР САУ ГА)

Технические требования

2024

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

АННОТАЦИЯ

Данные технические требования (далее – ТТ САУ ГА) разработаны в соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 34.602-2020 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы», оформлено согласно Межгосударственному стандарту ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам», является дополнением основных разделов «Типовых технических требований на автоматизированные системы управления технологическими процессами».

Настоящие технические требования определяют дополнительный объем требований применительно к системам автоматического управления гидроагрегатом.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация 2
1 Общие сведения 4
2 Назначение САУ ГА 6
3 Характеристика объекта автоматизации 7
3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации 7
3.2 Краткие сведения о смежных автоматизированных системах 7
4 Требования к системе 9
4.1 Общие требования к САУ ГА 9
4.2 Требования к функциональному составу САУ ГА 9
4.3 Требования к составу и структуре САУ ГА 11
4.4 Требования к составу и структуре отдельных ПТК в составе САУ ГА 13
4.5 Требования к местному пульту управления 14
4.6 Требования к организации управления задвижками и насосами 17
4.7 Требования к оборудованию 18
4.8 Требования к ТАиУВО 22
4.9 Требования к АРЧМ 44
4.10 Дополнительные требования АРЧМ для ковшовых турбин 61
4.11 Дополнительные требования АРЧМ для обратимых гидроагрегатов 62
4.12 Требования к управлению маслонапорной установкой 63
4.13 Требования к контролю вибрации ГА 68
4.14 Требования к организации синхронизации 72
4.15 Обеспечение человеко-машинного интерфейса 75
4.16 Требования по взаимодействию с ВУ АСУТП ГЭС 75
4.17 Требования к сигнализации 77
4.18 Взаимодействие с измерителями электрических величин 79
4.19 Взаимодействие с системой возбуждения 79
4.20 Взаимодействие с устройствами электрических защит 79
4.21 Взаимодействие с устройствами пожаротушения 80
4.22 Взаимодействие с ГРАМ 80
4.23 Взаимодействие с ГРНРМ 82
4.24 Взаимодействие с ПА 82
4.25 Требования к метрологическому обеспечению 82
4.26 Требования к программному обеспечению 82
5 Состав и содержание работ по созданию системы 84
6 Порядок контроля и приемки системы 86

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Полное наименование системы и ее условное обозначение – система автоматического управления гидроагрегатом (далее – САУ ГА).

1.2 Настоящий документ регламентирует технические требования к САУ ГА.

1.3 Заказчик: *должен быть определен при реализации САУ ГА с указанием подразделения-куратора Заказчика, ответственного за техническую реализацию*.

1.4 При реализации САУ ГА настоящие технические требования должны уточняться заказчиком с учетом приведенных примечаний.

1.5 Перечень документов, определяющих требования к созданию САУ ГА:

– Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".

– ГОСТ Р 59793-2021 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания".

– ГОСТ 2.3ГОСТ 34.602-2020 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы".

– ГОСТ Р 59792-2021 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем".

– ГОСТ 24.104-85 "Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования".

– ГОСТ 34.201-2020 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем".

– ГОСТ Р 59795–2021 "Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов".

– ГОСТ Р 59853–2021 "Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения".

– ГОСТ Р 70810-2023 "Гидроэлектростанции. Гидроагрегаты. Эксплуатационный контроль вибрационного состояния опорных узлов".

– Правила устройства электроустановок (действующее издание).

– Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (действующее издание).

– РД 34.35.310-97 "Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем".

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– Стандарт ОАО "РАО ЕЭС России" "Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике. Регулирования частоты и перетоков активной мощности в ЕЭС и изолированно работающих энергосистемах России. Требования к организации и осуществлению процесса, техническим средствам", введенного в действие Приказом ОАО РАО "ЕЭС России" от 31.08.2007 №535.

– СТО 59012820.29.240.002-2010. Стандарт ОАО "СО ЕЭС" "Обеспечение согласованной работы систем автоматического регулирования частоты и перетоков мощности ЕЭС России и автоматики управления мощностью гидроэлектростанций. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования".

– СТО 59012820.27.140.001-2014 Стандарт ОАО "СО ЕЭС" "Нормы участия гидроагрегатов гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций в нормированном первичном регулировании частоты"

– Общие технические требования для подключения ГЭС к ЦС (ЦКС) АРЧМ (утверждены ОАО "СО ЕЭС" 31.12.2010 г).

– СТО 17330282.27.140.009-2008. Стандарт ПАО "РусГидро" "Автоматизированные системы управления технологическими процессами ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования".

– СТО 17330282.27.140.010-2008. Стандарт ПАО "РусГидро" "Автоматизированные системы управления технологическим процессами ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования".

– СТО 17330282.27.140.011-2008. Стандарт ПАО "РусГидро" "Гидроэлектростанции. Условия создания. Нормы и требования".

– СТО 01.01.78-2012. Стандарт ПАО "РусГидро". "Гидроэлектростанции. Нормы технологического проектирования".

– СТО 02.02.106-2019. Стандарт ПАО РусГидро. "Гидроагрегаты. Автоматический мониторинг и диагностирование. Функциональные и технические требования".

– Типовые проектные решения для систем ГЭС/ГАЭС, реализующих учет электрической энергии, измерение ее качества, электрические измерения (шифр ГДАР.411711.278 ТПР, введены Пр. №129 от 16.02.2023).

– "Временные методические указания по мониторингу и контролю вибрационного состояния гидроагрегатов, оснащенных стационарными системами вибродиагностики", утвержденные распоряжением №141р от 23.06.2016

– Временные методические указания ПАО "РусГидро" Приложение 2 к распоряжению №17р от 19.01.2017 г. "АСУТП. Типовой перечень сигналов, регистрация, архивирование, отображение технологической информации. Типовые формы. Нормы и требования".

– Техническая политика Группы РусГидро.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

2 НАЗНАЧЕНИЕ САУ ГА

Система автоматического управления гидроагрегатом (САУ ГА) предназначена для реализации полного комплекса безопасного автоматизированного управления гидроагрегатом и его вспомогательным оборудованием во всех режимах работы, формирования информационного взаимодействия с верхним уровнем управления и обеспечения интеграции комплекса как одной из составляющих в автоматизированную систему управления технологическими процессами ГЭС (АСУТП ГЭС).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации

3.1.1 В рамках работ по созданию САУ ГА следует классифицировать ГЭС по следующим признакам:

- тип гидроагрегата;
- конструктивный состав гидроагрегата.

***Примечание**: Конструктивный состав ГА и вспомогательного оборудования ГА определяется для соответствующего типа ГА в соответствии с составом узлов и оборудования, приведенном в документе 109967914.425290.024.Е1 "Состав гидросилового оборудования ГЭС/ГАЭС", рекомендациями раздела 1.2 документа 10996791.425290.024.ИЭ "ТПР САУ ГА. Методические указания" и должен содержать описание конструкции и технические характеристики составных узлов ГА и оборудования вспомогательных подсистем. Соответствующее описание должно быть определен заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований.*

3.2 Краткие сведения о смежных автоматизированных системах

Настоящий раздел описывает внешние по отношению к САУ ГА смежные автоматизированные системы и информационную инфраструктуру заказчика в рамках которой будет функционировать создаваемый САУ ГА.

3.2.1 Устройства релейной защиты и автоматики

3.2.1.1 ГА должны быть оснащены комплектами электрических защит. При этом электрические защиты должны быть реализованы отдельными ПТК.

***Примечание**: Комплектность электрических защит, техническая реализация электрических защит и технические условия на подключение электрических защит к технологической автоматике ГА должны быть описаны заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований. В случае, если электрические защиты генератора является вновь создаваемым ПТК, требования к ним оформляются отдельными техническими требованиями.*

3.2.2 Система возбуждения

3.2.2.1 ГА должны быть оснащены системой возбуждения (СВ). СВ должна быть реализована отдельным ПТК.

***Примечание**: Техническая реализация СВ и технические условия на подключение СВ к технологической автоматике ГА должны быть описаны заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований. В случае, если система возбуждения является*

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

вновь создаваемым ПТК, требования к СВ оформляются отдельными техническими требованиями.

3.2.3 Тиристорное пусковое устройство

3.2.3.1 Обратимый ГА должен быть оснащен тиристорным пусковым устройством (ТПУ). ТПУ должно быть реализовано отдельным ПТК.

***Примечание**: Техническая реализация ТПУ и технические условия на подключение ТПУ к технологической автоматике ГА должны быть описаны заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований. В случае, если ТПУ является вновь создаваемым ПТК, требования к ТПУ оформляются отдельными техническими требованиями.*

3.2.4 Устройства противоаварийной автоматики

3.2.4.1 САУ ГА должен обеспечить взаимодействие с устройствами противоаварийной автоматики (ПА) объекта.

***Примечание**: Технические требования к ПА оформляются отдельным документом.*

Технические условия на подключение ПА к технологической автоматике ГА должны быть описаны заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований отдельным разделом технических требований на САУ ГА или отдельным документом с приложением его к техническим требованиям на САУ ГА.

3.2.5 Групповой регулятор активной мощности

3.2.5.1 САУ ГА должен обеспечить управление гидроагрегатом от группового регулятора активной мощности (ГРАМ) объекта.

***Примечание**: Комплектность и техническая реализация ГРАМ, технические условия на подключение САУ ГА к ГРАМ должны быть описаны заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований.*

3.2.6 Групповой регулятор напряжения и реактивной мощности

3.2.6.1 САУ ГА должен обеспечить управление возбуждением ГА от группового регулятора напряжения и реактивной мощности (ГРНРМ) объекта.

***Примечание**: Комплектность и техническая реализация ГРНРМ, технические условия на подключение САУ ГА к ГРНРМ должны быть описаны заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований.*

3.2.7 Верхний уровень АСУТП

3.2.7.1 САУ ГА должен подключатся к общестанционному ВУ АСУТП ГЭС.

***Примечание**: Технические условия на подключение САУ ГА к общестанционному ВУ АСУТП должны быть определены заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований.*

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Общие требования к САУ ГА

4.1.1 САУ ГА должна обеспечить полный комплекс функций управления, контроля и защиты основного и вспомогательного оборудования ГА:

– автоматическое управления гидроагрегатом во всех режимах работы, а также при переходе из одного режима работы в любой другой из возможных режимов в соответствии с принятой технологией управления (при выполнении операций по пуску, нормальному и аварийному остановам, прочих переходах между режимами);

– обеспечение устойчивой работы и поддержание необходимой точности заданных значений частоты, активной и реактивной мощности, обеспечение необходимых динамических характеристик регулирования, в том числе обеспечение участия гидроагрегатов в первичном и вторичном регулировании частоты;

– обеспечение выполнения необходимых эксплуатационных ограничений, заданных в руководствах по эксплуатации завода-изготовителя основного оборудования (обеспечение работы в допустимых зонах эксплуатации по эксплуатационной характеристике, соблюдение комбинаторной зависимости, ограничение скорости перемещения исполнительных органов ГА, ограничение по скорости вращения ГА и прочее);

– обеспечение функций защит ГА;

– автоматизированное управление вспомогательным оборудованием ГА;

– обеспечение информационной оснащенности эксплуатационного персонала в процессе ведения нормального режима, при возникновении повреждений и аварийных событий и их анализе;

– обеспечение включения в АСУТП ГЭС.

4.1.2 САУ ГА должен обеспечить поддержание активной мощности (при работе в сети с обратной связью по мощности) с отклонением фактической мощности от задания мощности в установившемся режиме не превышающим погрешности измерительных преобразователей мощности более чем на ±1 % номинальной мощности ГА.

4.1.3 САУ ГА должна обеспечивать устойчивую отработку задания мощности без возникновения незатухающих колебаний мощности (самораскачивания).

4.2 Требования к функциональному составу САУ ГА

4.2.1 САУ ГА должна обеспечить выполнение следующих функций:

– автоматический регулятор частоты и мощности (АРЧМ)

– управление маслонапорной установкой (управление МНУ);

– технологическая автоматика (ТА);

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– управление вспомогательным оборудованием (УВО);

– виброконтроль;

– верхний уровень САУ ГА.

4.2.2 АРЧМ – функциональная часть САУ ГА, предназначенная для управления исполнительными устройствами турбины (направляющим аппаратом, рабочим колесом, иглами сопел или дефлекторами). Подробное описание функции АРЧМ рассматривается в разделе 4.9 "Автоматический регулятор частоты вращения и мощности (АРЧМ)" настоящего документа.

4.2.3 Управление МНУ – функциональная часть САУ ГА, предназначенная для управления оборудованием маслонапорной установки. В рамках настоящих типовых проектных решений управление МНУ требуется реализовать в том же ПТК, что и функции АРЧМ. Подробное описание управления МНУ рассматривается в разделе 4.12 настоящего документа.

4.2.4 ТА – функциональная часть САУ ГА, предназначенная для управления оборудованием гидроагрегата, обеспечивает всю технологию смены режима работы ГА, включая обеспечение синхронизации при включении генератора в сеть. Подробное описание ТА рассматривается в разделе 4.8 настоящего документа.

4.2.5 УВО – функциональная часть САУ ГА, предназначенная для управления вспомогательными системами гидроагрегата:

– системой технического водоснабжения;

– системой непосредственного охлаждения генератора (если она входит в состав оборудования гидроагрегата);

– системой принудительной смазки подшипников гидроагрегата (если она входит в состав оборудования гидроагрегата);

– системой отсоса паров масла (если она входит в состав оборудования гидроагрегата);

– системой механического торможения;

– системой отжатия воды из камеры рабочего колеса (РК);

– клапанами турбины (при их наличии):

  - клапан подачи воды в уплотнение РК;
  - клапан отвода протечек из камеры между направляющим аппаратом (НА) и РК;
  - клапан подачи воздуха в камеру РК;
  - клапан выпуска воздуха из камеры РК;
  - клапан подачи воздуха под РК;

– дренажной системой.

Требования к УВО описаны в разделе 4.8 настоящих ТТ.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.2.6 Виброконтроль – функциональная часть САУ ГА, отвечающая за измерение параметров вибрации гидроагрегата. Требования к виброконтролю описаны в разделе 4.12 настоящих ТТ.

4.2.7 Сигнализация, диагностические и технологические сообщения – функциональная часть САУ ГА, предназначенная для своевременного информирования обслуживающего персонала станции о протекании технологического процесса (в том числе об отклонении параметров системы от нормального состояния) и неисправности оборудования САУ ГА. Требования к сигнализации описаны в разделе 4.17 настоящих ТТ.

4.2.8 Верхний уровень (ВУ) САУ ГА – функциональная часть САУ ГА, которая должна быть реализована на аппаратной и программной базе общестанционного ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС и должна обеспечить:

– прием и представление информации от ПТК в составе САУ ГА о текущем состоянии гидроагрегата (показания измерительных параметров, сообщения, режимы работы) в удобном для оперативного персонала виде в единой среде SCADA-системы;

– сохранение информации в виде архивов параметров систем и сообщений;

– предоставление оперативному персоналу возможность управления гидроагрегатом и его узлами.

4.3 Требования к составу и структуре САУ ГА

4.3.1 В состав САУ ГА должны входить:

– ПТК ТАиУВО;

– ПТК АРЧМ;

– ПТК ВК;

– местная панель управления (МПУ);

– шкаф управления дренажными насосами (ДН) (при наличии ДН в составе оборудования гидроагрегата);

– шкаф управления лекажной системой (при наличии лекажного насоса (ЛН) в составе оборудования гидроагрегата);

– шкафы управления насосами и задвижками (для насосов и задвижек в составе ВО генератора).

Таблица 4.1 Варианты реализации ПТК в составе САУ ГА с распределением функций

Название ПТК	**Реализуемые функции**
АРЧМ	АРЧМ
	Управление МНУ
ТАиУВО	ТА

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

	УВО
ВК	Виброконтроль
Примечание: При отклонении от типового состава САУ ГА требуется указать обоснования, которые выбранный изготовитель САУ ГА обязательно должен привести в выпускаемой проектной документации, чтобы подтвердить целесообразность отступления от типового решения.	

4.3.2 Между ПТК в составе САУ ГА должно быть организовано информационное взаимодействие, необходимое для реализации управляющих функций. При этом между ПТК в составе САУ ГА должны передаваться только сигналы, участвующие в управлении или обобщенные предупредительные и аварийные сигналы отдельных ПТК, необходимые для организации световой и звуковой сигнализации ГА.

***Примечание**: Если при реализации САУ ГА часть подсистем, перечисленных в пункте 4.3.1, остаются без изменений, необходимо дополнить раздел 3 «Характеристика объекта автоматизации» описанием данных систем с указанием технических условий на их подключение (в том числе описанием доступных цифровых интерфейсов и протоколов, описанием состава сигналов и способа взаимодействия для реализации автоматического управления).*

4.3.3 Для реализации функции диспетчерского управления ГА должны быть организованы цифровые каналы связи каждого ПТК в составе САУ ГА с серверами ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС. Для этого должно быть предусмотрено подключение интеллектуальных устройств автоматики (контроллеров) ПТК в составе САУ ГА к ТСПД ВУАСУТП ГЭС (стандарт Ethernet с поддержкой резервирования).

4.3.4 Для реализации функции местной визуализации и управления ГА должна быть предусмотрена панель оператора и организованы цифровые каналы связи каждого ПТК в составе САУ ГА с панелью оператора. Для этого должно быть предусмотрен подключение панели оператора к ПТК в составе САУ ГА без использования ТСПД ВУАСУТП ГЭС.

4.3.5 Для подключения к ТСПД ВУАСУТП перечисленных устройств автоматики в составе САУ ГА, на агрегатном уровне в составе ПТК ТАиУВО должна быть предусмотрена установка двух резервирующих друг друга коммутаторов доступа уровня L2 (организация агрегатного узла доступа к ТСПД ВУ АСУТП ГЭС).

4.3.6 Подключение перечисленных устройств автоматики в составе САУ ГА к ТСПД ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должно быть выполнено двумя сетевыми интерфейсами в разные агрегатные коммутаторы доступа (с географическим разнесением трасс прокладки линий подключения), а резервирование обеспечиваться одним из способов:

– применением технологии параллельного резервирования PRP (с настройкой 1-го IP-адрес);

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– подключением двумя независимыми интерфейсами Ethernet (с настройкой 2-х IP-адресов).

Оба способа резервирования одновременно организуются на одной и той же паре коммутаторов доступа ТСПД ВУ АСУТП, устанавливаемых в составе шкафа ПТК ТАиУВО.

4.3.7 Для подключения агрегатных коммутаторов доступа в составе ПТК ТАиУВО в ТСПД ВУ АСУТП ГЭС должны быть предусмотрены по 1 порту Ethernet подключения в каждом резервированном сегменте ТСПД.

***Примечание**: Технические условия на подключение к ТСПД ВУ АСУТП ГЭС с указанием коммутаторов и номеров портов для подключения, характеристик портов определяются заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.3.8 Информационное взаимодействие между устройствами автоматики в составе САУ ГА должно функционировать независимо от доступности ТСПД ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС выше агрегатных коммутаторов доступа в составе ТАиУВО.

4.3.9 Для реализации измерения электрических величин должны быть предусмотрены цифровые измерители электрических величин и организованы цифровые каналы связи ПТК АРЧМ и ПТК ТАиУВО в составе САУ ГА с этими измерителями. Каналы связи, предусмотренные для подключения измерителей электрических величин в составе САУ ГА организуются без использования ТСПД ВУАСУТП ГЭС.

4.3.10 Выход из строя оборудования верхнего уровня не должно приводить к потере управления гидроагрегатом "по месту" или с ключей управления ЦПУ.

4.4 Требования к составу и структуре отдельных ПТК в составе САУ ГА

4.4.1 Отдельный ПТК в составе САУ ГА должен включать следующие компоненты:

– шкаф контроллеров – обязательно наличие одного шкафа в составе ПТК;

– шкафы устройства связи с объектом (шкафы УСО) – только для ПТК ТАиУВО.

4.4.2 Шкаф контроллеров является основной управляющей частью ПТК и обязательным элементом в составе ПТК. В шкаф контроллеров должны входить:

– схема питания шкафа;

– сетевые устройства (для ТАиУВО);

– промышленный контроллер;

– модули ввода/вывода;

– схемы подключения к модулям ввода/вывода полевых устройств.

На двери шкафа размещаются:

– лампы индикации напряжения на вводах питания шкафа;

– лампы индикации сигнализации "Предупреждение" и "Авария";

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– ключи и кнопки управления (наличие и состав определяются тем функционалом, который реализует ПТК и рассматриваются в соответствующем разделе);

– показывающие приборы (наличие и состав определяются тем функционалом, который реализует ПТК и рассматриваются в соответствующем разделе).

4.4.3 Шкаф УСО является вспомогательным шкафом ПТК, предназначен для расширения шкафа контроллера по количеству каналов ввода/вывода, а также минимизации кабельных связей. Шкаф УСО должен включать:

– схему питания шкафа;

– станции распределенной периферии;

– модули ввода/вывода;

– схемы подключения к модулям ввода/вывода полевых устройств.

На двери шкафа размещаются:

– лампы индикации напряжения на вводах питания шкафа.

4.4.4 Связь между промышленным контроллером в составе шкафа контроллеров и станциями распределенной периферии должна осуществляться с использованием цифровых каналов связи. При этом протоколы цифрового взаимодействия промышленного контроллера и станций распределенной периферии должен быть заявлен производителем промышленного контроллера и станций распределенной периферии как штатное решение, должно обеспечиваться необходимое время реакции на входное воздействие (описанное в разделе 4.7.2).

4.5 Требования к местному пульту управления

4.5.1 В составе САУ ГА, в качестве отдельного электротехнического шкафа должен быть предусмотрен местный пульт управления (МПУ). МПУ должен проектироваться как основное место управление гидроагрегатом.

4.5.2 В составе МПУ должны быть предусмотрены:

– схема питания шкафа;

– панель оператора САУ ГА;

– показывающие приборы;

– световые индикаторы состояния оборудования;

– кнопки и ключи управления;

– измеритель электрических величин генератора;

– измеритель электрических величин сети;

– автосинхронизатор;

– устройство звуковой сигнализации;

– схему ввода и распределения вторичных цепей ТН, ТТ генератора, ТН сети;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– схему ввода и распределения цепей синхронизации;

– схему управления генераторным выключателем.

4.5.3 В составе МПУ на лицевой стороне должны устанавливаться показывающие измерительные приборы прямого включения:

– частота генератора;

– частота сети;

– напряжение ротора;

– ток ротора;

– ток фаз А, В, С статора генератора;

– напряжение статора;

– активная мощность;

– реактивная мощность;

– синхроноскоп;

4.5.4 В составе МПУ на лицевой стороне должны устанавливаться световые индикаторы:

– индикаторы контроля питания:

  ▪ по каждому вводу питания;

– индикаторы состояния на лицевой стороне МПУ:

  ▪ предупредительная сигнализация;

  ▪ аварийная сигнализация;

  ▪ готовность (генераторный режим);

  ▪ готовность насосный режим;

– индикаторы положения на лицевой стороне МПУ:

  ▪ АГП;

  ▪ ВГ;

  ▪ предтурбинного затвора (при наличии);

4.5.5 В составе МПУ на лицевой стороне должны устанавливаться ключи и кнопки управления:

– кнопки-индикаторы управления режимим ГА:

  ▪ холостой ход турбины;

  ▪ холостой ход генератора;

  ▪ генераторный режим;

  ▪ режим СК (генератора);

  ▪ насосный режим;

  ▪ режим СК двигателя;

  ▪ останов ГА;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

- аварийный останов ГА;
- аварийный останов со сбросом щитов;
- аварийный останов с пожаротушением;
- деблокировки технологических защит;

– кнопка съема сигнализации (квитирования);

– ключи управления:

- выбора режима синхронизации;
- прямого управления АГП;
- прямого управления ВГ;
- управления предтурбинным затвором;
- ключ больше/меньше ЭГР (уставки ПТК АРЧМ);
- ключ больше меньше АРВ (уставки ПТК СВ).

4.5.6 Ввод вторичных цепей ТТ и ТН должен быть выполнен в МПУ и далее внутренней схемой МПУ организовано их подключение к измерительным приборам.

В МПУ должен быть предусмотрен ввод вторичных цепей:

– ТН генератора (цепи A, B, C, N) – для подключения к цифровому измерителю электрических величин генератора и к показывающим приборам прямого включения (вольтметру генераторного напряжения, ваттметру генератора, варметру генератора, измерителю частоты напряжения генератора);

– ТН сети (как минимум цепи A, C) – для подключения к измерителю частоты сети;

– ТН генератора для синхронизации (цепи A, C) для подключения к синхроноскопу и устройству автосинхронизации (с учетом требований к организации цепей синхронизации раздела **Ошибка! Источник ссылки не найден.**);

– ТН сети для синхронизации (цепи A, C) – для подключения к синхроноскопу и устройству автосинхронизации (с учетом требований к организации цепей синхронизации раздела **Ошибка! Источник ссылки не найден.**);

– ТТ генератора (цепи A, B, C, N) с измерительным классом точности (0,5 / 0,5S / 0,2 / 0,2S по ГОСТ 7746-2015) – для подключения к цифровому измерителю электрических величин генератора и к показывающим приборам прямого включения (амперметрам фаз A, B, C генератора, ваттметру генератора, варметру генератора).

4.5.7 Схема включения ВГ должна предусматривать подачу команду в КП с АУВ на включение ВГ в соответствии с требованиями раздела **Ошибка! Источник ссылки не найден.**. Н епосредственное формирование сигнала на соленоид включения выполняется выходными цепями КП с АУВ.

4.5.8 Схема отключения ВГ должна обеспечить подачу команды на отключение ВГ без дополнительных условий от ключа МПУ, от ПТК ТАиУВО в КП с АУВ. Непосредственное

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

формирование сигналов на соленоиды отключения выполняется выходными цепями КП с АУВ. Требования к реализации отключения ВГ от электрических защит и устройств противоаварийной автоматики рассматриваются отдельными техническими требованиями на электрические защиты.

4.6 Требования к организации управления задвижками и насосами

4.6.1.1 САУ ГА должна обеспечить управление насосами и задвижками, оснащенными электроприводами и входящими в состав вспомогательного оборудования гидроагрегата:

***Примечание**: Перечень насосов и задвижек с указанием их характеристик должен быть приведен в разделе 3 настоящих ТТ.*

4.6.1.2 Для организации управления каждый насос (задвижка) должны оснащаться силовыми шкафами управления, которые обеспечивают подачу/снятие напряжения к приводу насоса (задвижки) тем самым обеспечивая включение / отключение насоса (открытие / закрытие задвижки).

4.6.1.3 Силовые шкафы управления насосом (задвижкой) должны содержать:

– силовой элемент, обеспечивающий подачу напряжения питания к электродвигателю привода;

– электрическую схему управления;

4.6.1.4 В качестве силового элемента подачи напряжения питания к электродвигателю привода насоса (задвижки) должно использоваться устройство плавного пуска.

4.6.1.5 В обоснованных случаях допускается оснащение насосов (задвижек) с электродвигателем мощностью не более 7 кВт в качестве силового элемента подачи напряжения питания электромеханическим контактором.

***Примечание**: Пункт 4.6.1.5 может быть исключен заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.6.1.6 Если по условиям технической эксплуатации оборудования, указанной в РЭ завода-изготовителя, требуется реализация частотного регулирования, насосы в качестве силового элемента подачи напряжения питания оснащаются устройствами частотного регулирования.

***Примечание**: Перечень устройств, участвующих в регулировании и требующих оснащения устройствами частотного регулирования должно указываться заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.6.1.7 Электрическая схема управления должна обеспечить включение/отключение силового элемента по командам от ключа и/или кнопок управления, расположенных по месту на силовом шкафу управления насосом (задвижкой), или по командам дистанционного управления от выходных реле управляющего ПТК (ПТК ТАиУВО, ПТК АРЧМ).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.6.1.8 Электрическая схема управления должна обеспечить формирование свотовой индикации состояния насоса (задвижки): включен / отключен (открыта / закрыта), неисправность.

4.6.1.9 Электрическая схема управления должна обеспечить формирование сигналов состояния насоса (задвижки) «сухим контактом» для передачи в управляющий ПТК (ПТК ТАиУВО, ПТК АРЧМ): дистанционный режим, неисправность, включен (открыта / закрыта), ток двигателя (для насоса).

4.6.1.10 Питание схемы управления насосом (задвижкой) должно быть выполнено от силового ввода питания соответствующего насоса (задвижки).

4.7 Требования к оборудованию

4.7.1 Требования к надежности

4.7.1.1 САУ ГА должна разрабатываться как восстанавливаемая и ремонтопригодная система.

4.7.1.2 Требования к эксплуатационным показателям:

– назначенный срок службы:
  - для устройств уровня контроллеров – не менее 15 лет;
  - для сетевых устройств – не менее 10 лет.
– коэффициент готовности – не менее 0,98;
– наработка на отказ:
  - 200 000 часов – для функции сбора и обработки аналоговой информации (на один канал);
  - 200 000 часов – для функции вывод управляющего воздействия (несрабатывание на один канал);
  - 1 000 000 часов – для функции вывод управляющего воздействия (ложное срабатывание на один канал);
– время восстановления работоспособности контроллера и модулей САУ ГА – не более 4 часов с учетом времени выявления неисправности (при наличии ЗИП).

4.7.2 Требования быстродействия

4.7.2.1 В составе САУ ГА должны использоваться промышленные контроллеры, способные обеспечить время реакции:

- не более 10 мс (для функции АРЧМ в части управления главными золотниками);
- не более 50 мс (для функции АРЧМ в части управления исполнительными органами ГА);
- не более 200 мс (по дискретным сигналам, участвующим в функциях защит);

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

- не более 500 мс (по аналоговым сигналам и дискретным сигналам, не участвующим в функциях защит);
- не более 1000 мс (для температурных сигналов).

4.7.3 Требования к контроллерам

4.7.3.1 Контроллеры ПТК ТАиУВО и ПТК АРЧМ должны поддерживать резервирование. Контроллеры остальных ПТК в составе САУ ГА допускается выполнить в нерезервированном исполнении.

***Примечание**: Требования к резервированию могут быть изменены заказчиком на этапе уточнения технических требований при создании САУ ГА.*

4.7.3.2 Контроллер ПТК ТАиУВО должен поддерживать распределенную архитектуру организации ввода/вывода.

4.7.3.3 При перезапуске контроллеров в составе САУ ГА должно быть обеспечено сохранение параметров настройки, заданий и отсутствие ложных команд управления.

4.7.4 Требования к агрегатным коммутаторам доступа

4.7.4.1 В составе САУ ГА в качестве агрегатных коммутаторов доступа должны использоваться промышленные коммутаторы L2-уровня.

4.7.4.2 Рекомендованный способ установки – на DIN-рейку.

4.7.4.3 Общее количество портов должно быть достаточным для подключения интеллектуальных устройств в составе САУ ГА и линий связи с ТСПД ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС в соответствии с требованиями раздела 4.3 «Требования к составу и структуре САУ ГА» и, дополнительно, не менее 1-го свободного порта.

При этом общее количество портов должно быть не менее 8 x Ethernet 10/100BASE-T и не менее 2x1000BASE-X (SFP).

4.7.4.4 Агрегатные коммутаторы доступа в составе САУ ГА должны поддерживать функцию VLAN (802.1Q) (не менее 4094).

4.7.4.5 Агрегатные коммутаторы доступа в составе САУ ГА должны поддерживать функцию мониторинга SNMP и функцию удаленного управления.

4.7.4.6 Агрегатные коммутаторы доступа в составе САУ ГА должны поддерживать возможность локального или удаленного сохранения конфигурации.

4.7.5 Требования к конструкции электротехнических шкафов

4.7.5.1 Исполнение электротехнических шкафов в составе САУ ГА должно соответствовать приведенным в таблице параметрам.

Таблица 4.2 – Перечень типовых шкафов в составе ПТК

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

№	Описание	Габаритные размеры (ШхВхГ), мм; тип обслуживания	Количество в составе одного ПТК
1	Местная панель управления (МПУ)	800х2200х600; одностороннее (сзади)	1
2	Шкаф контроллеров ТАиУВО	800х2200х600; двустороннее	1
3	Шкаф УСО, полноразмерное исполнение	800х2200х600; двустороннее	Определяется проектом
4	Шкаф УСО, навесное исполнение	1040х1400х300 (допускается изменение размера); одностороннее	Определяется проектом
5	Общий шкаф УСО, полноразмерное исполнение	800х2200х600 (допускается изменение размера); двустороннее	Определяется проектом
6	Шкаф АРЧМ (контроллеров)	800х2200х600; двустороннее	1
7	Виброконтроль	800х2000х600; одностороннее [3)]	1
8	ДН, ЛН	Размер определяется проектом; одностороннее	Определяется проектом
9	Шкафы управления насосами задвижками	Определяется проектом	Определяется проектом
10	Прочие ПТК в составе САУ ГА, которые реализуются по отдельным ТТ	В соответствии с собственными техническими требованиями	В соответствии с собственными техническими требованиями
Примечания: 1) При установке в общем ряду размер шкафа и тип обслуживания должен соответствовать размеру и типу обслуживания шкафов в ряду.			

4.7.5.2 Шкафы должны быть изготовлены из серийно выпускаемых комплектующих.

4.7.5.3 На двери (для шкафов двустороннего обслуживания на передней двери) должен быть предусмотрен карман для документации.

4.7.5.4 Высота шкафов полноразмерного исполнения, расположенных в одном помещении, должна быть одинаковой.

4.7.5.5 Глубина шкафов, расположенных в одном ряду, должна быть одинаковой.

4.7.5.6 Шкафы, расположенные в одном ряду, должны быть разделены между собой металлической перегородкой (возможно разделение боковыми стенками, комплектуемыми заводом изготовителем), крайние шкафы должны иметь боковые стенки.

4.7.5.7 Шкафы, расположенные в одном ряду, должны быть скреплены между собой соединительными элементами.

4.7.5.8 Цвет шкафов должен соответствовать RAL7035 (светло-серый). Применение другого цвета допускается по согласованию с заказчиком.

Подп. и дата | Инв.№ дубл. | Взам.инв.№ | Подп. и дата | Инв.№ подл.

4.7.5.9 Шкафы должны устанавливаться на цоколь высотой 100 мм. Применение другого размера цоколя допускается при наличии технического обоснования и должно быть согласовано с заказчиком.

4.7.5.10 Цвет цоколя шкафа должен соответствовать RAL7022 (темно-серый). Применение другого цвета допускается по согласованию с заказчиком.

***Примечание**: Применение шкафов и цоколя с размерами и цветом, отличными от указанных в настоящем разделе допустимо, если в одном ряду с шкафами САУ ГА установлены одинаковые шкафы другого размера или цвета и должно быть определено заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований.*

4.7.5.11 Шкафы должны быть сконструированы таким образом, чтобы отдельные операции можно было выполнять в процессе эксплуатации и под напряжением.

К таким операциям относятся:

- визуальная проверка:
  - контроллера, коммутационных устройств и другого оборудования;
  - уставок и индикаторов оборудования;
  - соединений и маркировки проводов;
- регулировка и калибровка оборудования;
- замена плавких вставок предохранителей.

4.7.5.12 Для поддержания микроклимата в шкафах САУ ГА должна быть предусмотрена система терморегулирования шкафа, включающая в себя систему вентиляции и при необходимости систему обогрева (система обогрева должна использоваться при условии, что в помещении, где планируется установить шкаф, возможно понижение температуры ниже 10 °С.).

4.7.5.13 Терморегулирование шкафа должно предусматривать изменение уставок температуры включения вентилятора и обогревателя, а также выдачу сигнала о превышении уставки разрешенной температуры внутри шкафа.

4.7.5.14 При принудительной вентиляции вентилятор должен устанавливаться на передней двери в нижней ее части и настраиваться на вдув воздуха, вентиляционная решетка для отвода горячего воздуха должна располагаться на задней двери в верхней ее части (для шкафов одностороннего обслуживания вентиляционную решетку допускается устанавливать на дверь шкафа в верхней ее части или на крышу шкафа). Вентилятор и вентиляционная решетка должны быть оснащены фильтрующими элементами. Для шкафов навесного исполнения допускается установка вентилятора и вентиляционной решетки на боковину, причем вентилятор должен располагаться в нижней части шкафа, а решетка максимально близко к верху шкафа.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.7.5.15 Система контроля микроклимата в шкафу должна подключаться к сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц через отдельный автоматический выключатель.

4.7.5.16 В шкафах САУ ГА должны быть предусмотрены внутреннее освещение и сервисная розетка. Плафон освещения и сервисную розетку необходимо устанавливать с каждой из сторон обслуживания.

4.7.5.17 Освещение должно включаться автоматически при открытии двери шкафа, а также должны быть предусмотрены ручные выключатели освещения в шкафу.

4.7.5.18 Освещение шкафа и сервисные розетки должны подключаться к сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц через отдельный автоматический выключатель.

4.7.6 Требования к расположению оборудования

4.7.6.1 Шкафы в составе САУ ГА на которых установлены ключи управления (МПУ, шкаф ПТК АРЧМ) должны устанавливаться в составе агрегатного щита управления в первом ряду.

***Примечание**: Места возможной установки шкафов САУ ГА должны быть определены заказчиком при реализации САУ ГА на этапе уточнения технических требований.*

4.7.6.2 Места расположения навесных шкафов УСО необходимо выбирать с учетом минимизации кабельных связей с контрольно-измерительными приборами и исполнительными механизмами.

4.7.6.3 Места установки шкафов управления дренажными и лекажными агрегатами, а также прочих шкафов управления насосами и задвижками из состава вспомогательного оборудования ГА, выбирать максимально приближенно к объекту управления, с учетом удобства обслуживания данных шкафов оперативным персоналом.

4.7.6.4 Места установки оборудования на главном щите управления (ГЩУ/ЦПУ) определяются в каждом конкретном случае реализации САУ ГА с учетом расположения существующих (или заранее спроектированных) шкафов (панелей) на ГЩУ.

4.7.7 Требования к электропитанияю

4.7.7.1 Электропитание должно быть организовано в соответствии с разделом 3.6.8 «Требования к организации электропитания» «Типовых технических требований на системы автоматического управления технологическим процессом». При этом для оборудования ПТК ТАиУВО, ПТК АРЧМ, МПУ применяются требования по организации питания для систем с высоким уровнем критичности, для оборудования ПТК САУ МНУ, ПТК ВК применяются требования по организации питания для систем с низким уровнем критичности.

4.8 Требования к ТАиУВО

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.1 Общие указания

4.8.1.1 Алгоритмы ТАиУВО должны быть реализованы в рамках одного ПТК (кроме функций, описанных в пункте 4.8.1.2).

4.8.1.2 Функции УВО по управлению дренажной системой должны быть реализованы на отдельной независимой аппаратной базе – шкафом управления дренажными насосами. Требования к управлению ДН приведены в разделах 4.8.16 настоящего документа.

4.8.1.3 ПТК ТАиУВО является центральным ПТК в составе САУ ГА, на базе которого должен быть организован агрегатный сегмент ТСПД ВУАСУТП ГЭС для подключения всех устройства автоматики в составе САУ ГА.

4.8.1.4 ПТК ТАиУВО должен управлять исполнительными устройствами на основе информации, поступающей от датчиков и преобразователей, измеряющих параметры и определяющих положения и состояния устройств и механизмов, а также на основе команд оператора с верхнего уровня или кнопок и ключей управления с местного пункта управления (МПУ).

4.8.1.5 ПТК ТАиУВО должен обеспечить непрерывный контроль технологических параметров ГА.

4.8.1.6 ПТК ТАиУВО должен обеспечить непрерывное выполнение алгоритмов технологических защит ГА.

4.8.1.7 ПТК ТАиУВО должен обеспечить непрерывное выполнение алгоритмов сигнализации.

4.8.1.8 В ПТК ТАиУВО должны быть предусмотрены следующие режимы работы гидроагрегата:

- останов;
- холостой ход турбины (ХХТ);
- холостой ход генератора (ХХГ);
- генераторный режим;
- режим синхронного компенсатора при генераторном направлении вращения (СК);
- режим синхронного компенсатора при двигательном направлении вращения (СКд) (для обратимого гидроагрегата);
- насосный режим (для обратимого гидроагрегата).

4.8.1.9 ПТК ТАиУВО должно обеспечить изменение режима работы гидроагрегата (реализация алгоритмов переходов между режимами гидроагрегата: пуски, нормальные или аварийные остановы, включение в сеть, перевод из генераторного или насосного режимов в режим синхронного компенсатора и обратный перевод) в автоматическом режиме.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.1.10 ПТК ТАиУВО должен обеспечить управление вспомогательным оборудованием ГА (функции УВО):

– техническим водоснабжением;

– системой принудительной смазки подшипников;

– системой непосредственного охлаждения генератора;

– системой отсоса паров масла;

– системой механического торможение гидроагрегата;

– системой отжатия воды из камеры РК;

– клапанами турбины (при их наличии):

– обеспечение режима СК (подача воды на уплотнение РК и отжатие воды из камеры РК);

– обеспечение впуска воздуха в камеру РК (по требованию изготовителя турбины).

4.8.1.11 ПТК ТАиУВО также должен обеспечить контроль состояния вспомогательного оборудования с автономным управлением:

– дренажная система.

4.8.1.12 Дренажная система должна быть выполнена на независимой аппаратной базе. ПТК ТАиУВО должен осуществлять только контроль за работой данной системы:

– контроль исправности схемы управления;

– контроль уровня дренажной воды.

Подробно описание дренажной системы приведено в разделе 4.8.16.

4.8.1.13 ПТК ТАиУВО должен осуществлять расчет статистических параметров:

– количество пусков гидроагрегата (в случае обратимого гидроагрегата следует отдельно считать количество пусков в генераторном и двигательном режиме);

– количество остановов гидроагрегата;

– время работы в режиме СК;

– время работы в режиме СКд (для обратимого гидроагрегата);

– время работы в режиме генератора;

– время работы в режиме насоса (для обратимого гидроагрегата);

– время работы в режиме ХХГ;

– время работы в режиме ХХТ.

Каждый из перечисленных параметров должен рассчитываться за следующие периоды времени:

– с начала эксплуатации;

– с последнего капитального ремонта;

– с начала календарного года;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– с начала месяца;

– с начала суток.

4.8.1 ПТК ТАиУВО должен осуществлять расчет статистических параметров оценки вибрационного состояния ГА:

– время работы в зоне оценки вибрационного состояния ГА (для зон "A", "B", "C", "D", "E1", "E2", "F");

– оставшееся время до исчерпания допустимого времени работы в зонах вибрационного состояния (для зон "D", "E1", "E2" и "F").

4.8.2 Управление режимом гидроагрегата

4.8.2.1 Перевод гидроагрегата в заданный режим работы должен осуществляться одним командным импульсом соответствующей кнопки АЩУ, главного щита управления (ГЩУ) или виртуальной кнопки автоматизированного рабочего места верхнего уровня (АРМ ВУ).

Переход между генераторными и двигательными (насосными) режимами должен осуществляться через останов гидроагрегата.

При подаче команды на переход между режимами (например, пуск гидроагрегата в генераторный режим) должна проверяться готовность к выполнению данной операции, при наличии готовности ПТК ТАиУВО должен приступить к реализации последовательности операций по переводу ГА в заданный режим.

4.8.2.2 По команде на загрузку от противоаварийной автоматики (действие АЗГ / действие АЧВР) должен быть предусмотрен перевод гидроагрегата в генераторный режим работы (выполняется ПТК ТАиУВО) и его загрузка (выполняется ПТК АРЧМ).

Для перевода гидроагрегата в генераторный режим ПТК ТАиУВО должен производить следующие действия:

– если текущий режим СК – выполняет алгоритм выхода из режима СК;

– если текущий режим Остановлен – выполняет алгоритмы пуска гидроагрегата и включения в сеть (при наличии готовности);

– если текущий режим ХХТ или ХХГ – выполняет алгоритм включения гидроагрегата в сеть (при наличии готовности);

– если текущий режим СКд или Насосный – выполняет алгоритм останова гидроагрегата и далее, если сигнал "Действие АЗГ" (или "Действие АЧВР") по-прежнему активен и есть готовность гидроагрегата к пуску, выполняет алгоритмы пуска гидроагрегата и включения в сеть.

Загрузка гидроагрегата по сигналу "Действие АЗГ" (или "Действие АЧВР") после его перехода в генераторный режим должна осуществляться алгоритмами ПТК АРЧМ и рассматривается в разделе 4.9.5.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.2.3 В ПТК ТАиУВО должны быть реализованы четыре типа автоматического останова:

– нормальный останов (СТОП1);

– защитный останов (СТОП2);

– аварийный останов, с воздействием на клапаны аварийного закрытия направляющего аппарата (СТОП3);

– аварийный останов, со сбросом аварийно-ремонтных щитов (СТОП4).

4.8.2.4 Автоматический останов должен иметь приоритет над остальными режимами и при возникновении условий останова должен прерывать выполнение любой другой последовательности. При этом между алгоритмами остановов приоритет должен повышаться от СТОП1 к СТОП4. Наивысший приоритет у алгоритма СТОП4.

4.8.3 Проверка готовности

4.8.3.1 В ПТК ТАиУВО должна быть предусмотрена проверка готовности к выполнению операций пуска ГА.

4.8.3.2 Для пуска на холостой ход турбины должны проверяться следующие условия:

– состояние технологических защит (отсутствие срабатывания);

– отсутствие команд на останов и активной последовательности останова;

– положение устройства аварийного закрытия НА (рабочее положение);

– положение противоразгонного устройства (рабочее положение);

– положение тормозных колодок и давление на тормозные колодки (тормозные колодки опущены, давление отсутствует);

– выведенное положение стопоров НА (если нет автоматического управления стопорами в процессе пуска / останова);

– целостность срезных пальцев;

– температура масла в подпятнике и подшипниках;

– температура сегментов подпятника и подшипников;

– расход воды на смазку ТП с водяной смазкой;

– расход воды на рабочее уплотнение вала;

– вывод ремонтного уплотнения вала;

– готовность системы управления аварийным затвором (при наличии такого оборудования);

– рабочее положение аварийного затвора (при наличии такого оборудования);

– готовность системы управления предтурбинным затвором (при наличии такого оборудования);

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– рабочее положение предтурбинного затвора (при наличии такого оборудования, для ГЭС, на которых предтурбинные затворы по условиям эксплуатации должны оставаться открытыми на выведенном в резерв гидроагрегате);

– допустимые уровни воды в верхнем и нижнем бассейнах (для обратимых гидроагрегатов);

– положение клапана выпуска воздуха из камеры рабочего колеса (при наличии этого оборудования);

– положение клапана отвода протечек через НА в режиме СК (для радиально-осевых турбин);

– положение клапана отжатия воды из камеры РК (при наличии этого оборудования);

– рабочее положение клапанов гидравлической части регулятора (состав и необходимое положение определяется заводом-изготовителем гидравлической части регулятора);

– наличие напряжения управления устройства аварийного закрытия НА;

– готовность АРЧМ (обобщенный сигнал по совокупности условий, описанных в разделе 4.9);

– готовность МНУ (обобщенный сигнал по совокупности условий, описанных в разделе 4.12);

– количество пусков/остановов гидроагрегата за заданный период.

4.8.3.3 Для пуска в режим ХХГ, генераторный режим дополнительно к условиям пункта 4.8.3.2 должны проверяться:

– положение ключа выбора синхронизации;

– положение кнопки вывода устройства контроля синхронизма «Темный пуск»;

– состояние системы возбуждения;

– состояние электрических защит;

– состояние коммутационной аппаратуры.

4.8.3.4 Для пуска в режим СК дополнительно к условиям пунктов 4.8.3.2 и 4.8.3.3 должны проверяться наличие давления в магистрали технического воздуха (для отжатия воды в камере РК).

4.8.3.5 Для пуска в режимы СКд и насосный режим (для обратимых гидроагрегатов) дополнительно к условиям пунктов 4.8.3.2 и 4.8.3.3 должны проверяться:

– давление в магистрали технического воздуха (для отжатия воды в камере РК);

– состояние ТПУ.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.3.6 Для пуска ГА в генераторный режим, режим СК и режим СКд дополнительно к условиям готовности описанным выше должны проверяться условия исчерпания допустимых лимитов:

– исчерпание допустимого количества пусков/остановов гидроагрегата за заданный период (допустимое количество пусков/остановов определяется заводом-изготовителем турбины);

– исчерпание допустимого времени работы в зонах по вибрационному состоянию;

4.8.3.7 При проверке состояния коммутационной аппаратуры должно проверяться:

– положение выключателя генератора;

– положение выключателей ТПУ, пускового выключателя (для обратимых гидроагрегатов);

– отсутствие неисправности выключателя генератора;

– отсутствие неисправности выключателей ТПУ, пускового выключателя (для обратимых гидроагрегатов);

– положение заземляющих разъединителей.

4.8.3.8 В проверку готовности к пуску должны быть включены прочие условия, заданные изготовителями турбины и генератора как запрещающие эксплуатацию.

4.8.3.9 Для отладочных и испытательных работ должна быть предусмотрена возможность имитации условий, необходимых для формирования сигнала готовности гидроагрегата к пуску.

4.8.4 Пуск гидроагрегата

4.8.4.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по пуску ГА.

4.8.4.2 При пуске гидроагрегата на холостой ход турбины должны последовательно выполняться действия:

– включение ТВС;

– включение системы отсоса паров масла из ванн подшипников и подпятника (при наличии такой системы);

– включение принудительной смазка подшипников (при наличии такой системы);

– открытие предтурбинного затвора (при наличии такого оборудования, для ГЭС, на которых предтурбинные затворы по условиям эксплуатации должны быть закрыты на выведенном в резерв гидроагрегате);

– подается команда пуск в АРЧМ;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– контролируется работа АРЧМ при пуске: открытие направляющего аппарата (сопл), выход гидроагрегата на номинальную частоту вращения (подробно о работе АРЧМ при пуске см. раздел 4.9.4).

4.8.4.3 При пуске гидроагрегата в генераторный режим должна выполняться последовательность пуска на ХХТ (или гидроагрегат уже работает в режиме ХХТ или ХХГ) и далее в зависимости от положения ключа синхронизации.

При ручной синхронизации:

– возбуждение главного и вспомогательного (для независимой системы возбуждения) генераторов;

– синхронизация и включение генератора в сеть производится персонал ГЭС.

В автоматическом режиме:

– возбуждение главного и вспомогательного (для независимой системы возбуждения) генераторов;

– подача команда в автосинхронизатор на синхронное включение в сеть;

– генератор включается в сеть автосинхронизатором, при выполнении условий для включения генератора.

При самосинхронизации:

– возбуждается вспомогательный генератор (для систем независимого возбуждения);

– подачу команда в систему возбуждения о включении в режиме самосинхронизации;

– главный генератор невозбужденным включается в сеть и только после включения выключателя подается возбуждение.

4.8.4.4 На ГАЭС для изменения направления вращения используются разъединители. При пуске в генераторный режим должна подаваться команда на переключение разъединителей в генераторный режим. Далее процесс пуска проходит аналогично пункту 4.8.4.3.

4.8.4.5 На ГАЭС возможен вариант разворота гидроагрегата в генераторном режиме от тиристорного пускового устройства с сухой спиралью и синхронизации генератора автосинхронизатором (аналогично пуску гидроагрегата в насосный режим, требования к которому приведены в разделе 4.8.6). В этом случае после включения в сеть дополнительно должно выполняться:

– отключается отжатие воды;

– открывается предтурбинный затвор;

– подается команда пуск в АРЧМ, открывается направляющий аппарат.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

***Примечание**: Необходимость реализации пуска в генераторный режим обратимых гидроагрегатов ГАЭС определяется заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.8.4.6 Пуск от противоаварийной автоматики должен быть возможен при наличии готовности гидроагрегата к пуску, когда ключ синхронизации стоит в положении "Автомат" или "Самосинхронизация".

Включение в сеть генератора при пуске по команде от противоаварийной автоматики "Пуск от ПА" должен осуществляться методом, определенным в соответствии с положением ключа синхронизации.

Включение в сеть генератора при пуске по команде от противоаварийной автоматики "Экстренный пуск от ПА" должен осуществляться только методом самосинхронизации.

4.8.5 Вход и выход в режим СК генератора

4.8.5.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по переводу ГА в режим СК и выходу ГА из режима СК (для ГА, на которых по условиям эксплуатации реализуется режим СК).

4.8.5.2 При пуске генератора в режим СК должна выполняться последовательность пуска гидроагрегата в генераторный режим (или гидроагрегат уже работает в генераторном режиме) и далее:

– включение режима СК в АРЧМ, закрывается направляющий аппарат (сопла и дефлекторы для ковшовой турбины);

– закрытие предтурбинного затвор (при наличии такого оборудования, для ГЭС, на которых предтурбинные затворы по условиям эксплуатации должны быть закрыты на выведенном в резерв гидроагрегате);

– включение система отжатия воды;

– при достижения необходимого уровня воды в камере рабочего колеса система отжатия воды переходит в режим подкачки с удержанием нужного уровня воды в камере РК.

4.8.5.3 При переходе из режима СК в генераторный режим выполняется:

– отключение отжатия воды;

– открытие предтурбинного затвора (при наличии такого оборудования, для ГЭС, на которых предтурбинные затворы по условиям эксплуатации должны быть закрыты на выведенном в резерв гидроагрегате);

– отключается режим СК в АРЧМ, направляющий аппарат (сопла и дефлекторы для ковшовых турбин) открываются.

4.8.6 Пуск в насосный режим

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.6.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по пуску ГА в насосный режим (для обратимых гидроагрегатов ГАЭС).

4.8.6.2 Пуск в насосный режим должен осуществляться от ТПУ.

4.8.6.3 При пуске в насосном режиме должны выполняться действия:

– включение разъединителей режима работы гидроагрегата в насосный режим;

– включение ТВС;

– включение система отсоса паров масла из ванн подшипников и подпятника (при наличии такой системы);

– включение принудительная смазка подшипников (при наличии такой системы);

– открытие предтурбинного затвор (при наличии такого оборудования, для ГЭС, на которых предтурбинные затворы по условиям эксплуатации должны быть закрыты на выведенном в резерв гидроагрегате);

– включение автомата гашения поля (АГП);

– включение отжатия воды из камеры РК;

– подключение и запуск ТПУ в режиме пуска двигателя;

– после синхронизации и включения в сеть гидроагрегата ТПУ отключается от гидроагрегата;

– отключение отжатия воды;

– при равенстве давлений в камере РК и в спиральной камере подача команды пуска в насосном режиме в АРЧМ, направляющий аппарат открывается до открытия оптимального для насосного режима.

4.8.7 Вход и выход в режим СК двигателя

4.8.7.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по переводу ГА в режим СК двигателя и выходу ГА из режима СК двигателя (для обратимых гидроагрегатов ГАЭС, на которых по условиям эксплуатации реализуется режим СК двигателя).

4.8.7.2 При пуске в режим синхронного компенсатора двигателя должны выполняться действия:

– включение разъединителей режима работы гидроагрегата в насосный режим;

– включение ТВС;

– включение система отсоса паров масла из ванн подшипников и подпятника (при наличии такой системы);

– включение принудительная смазка подшипников (при наличии такой системы);

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– открытие предтурбинного затвор (при наличии такого оборудования, для ГЭС, на которых предтурбинные затворы по условиям эксплуатации должны быть закрыты на выведенном в резерв гидроагрегате);

– включение АГП;

– включение отжатие воды из камеры РК;

– подключение и запуск ТПУ в режиме пуска двигателя;

– после синхронизации и включения в сеть гидроагрегата ТПУ отключается от гидроагрегата;

– включается режим СК двигателя в АРЧМ.

4.8.7.3 При переходе в насосный режим из режима СКд должны выполняться действия:

– отключается отжатие воды;

– при равенстве давлений в камере РК и в спиральной камере отключается режим СКд в АРЧМ, направляющий аппарат открывается до открытия оптимального для насосного режима.

4.8.8 Нормальный останов гидроагрегата (СТОП1)

4.8.8.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по нормальному отсанову ГА.

4.8.8.2 Нормальный останов должен запускается по нажатию кнопки останов на МПУ, ЦПУ или виртуальной кнопки управления на АРМ ВУ.

4.8.8.3 При нормальном останове должны выполняться действия:

– разгрузка генератора по реактивной и активной мощности (должны подаваться команды на разгрузку в систему возбуждения и АРЧМ);

– отключение выключателя после разгрузки гидроагрегата;

– отключение возбуждения главного и вспомогательного (для систем независимого возбуждения) генераторов;

– подается команда "Стоп" в АРЧМ;

– контролируется работа АРЧМ при останове турбины: закрытие НА (сопл и дефлекторов для ковшовой турбины);

– закрывается предтурбинный затвор (при наличии такого оборудования, для ГЭС, на которых предтурбинные затворы по условиям эксплуатации должны быть закрыты на выведенном в резерв гидроагрегате);

– производится торможение гидроагрегата (см. пункты 4.8.8.6 – 4.8.8.9);

– после останова (снижения оборотов ниже 0,2 %) через установленное настройками ТА время агрегат снимается с тормозов, отключается система ТВС (прекращается

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

подача воды на охлаждение и смазку), через установленное настройками ТА время отключается система отсоса паров масла;

– производится осмотр остановленного гидроагрегата, завершение осмотра подтверждается нажатием кнопки на АРМ ВУ или ОП (этап реализуется по требованию заказчика).

***Примечание**: Необходимость этапа осмотра ГА после останова с подтверждением оперативным персоналом по нажатию кнопки определяется заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.8.8.4 После завершения последовательности останова гидроагрегат переходит в режим проверки готовности к пуску.

4.8.8.5 Подробно о работе АРЧМ при останове см. раздел 4.9.8.

4.8.8.6 Торможение гидроагрегата после закрытия направляющего аппарата должно идти за счет сопротивления воды в камере рабочего колеса. При частоте вращения ниже заданной уставки (10-20 %) включается механическое торможение. Отключение механического торможения осуществляется после полного останова гидроагрегата.

4.8.8.7 . Дополнительно, для обеспечения торможения ковшовых турбин, сразу после закрытия сопл и дефлекторов должны открываться тормозные сопла. При включении механического торможение тормозные сопла должны закрываться.

4.8.8.8 В случае обратимого гидроагрегата на этапе торможения должно включаться ТПУ в режиме торможения генератора. При частоте вращения ниже заданной уставки (5-10 %) торможение от ТПУ должно отключаться, должно включаться механическое торможение. При отсутствии готовности ТПУ к работе (например, идет одновременный останов нескольких гидроагрегатов от одного ТПУ) или сбоях при торможении от ТПУ гидроагрегат останавливается с помощью механического торможения, также как в случае с обычным не насосным гидроагрегатом.

4.8.8.9 При нормальном останове гидроагрегата дополнительно к механическому торможению на гидроагрегатах может быть реализовано электроторможение. Электроторможение реализуется по требованию изготовителя гидроагрегата или по требованию заказчика при согласовании с изготовителем гидроагрегата.

В случае применения электроторможения ПТК ТАиУВО должно обеспечить:

– после разгрузки, отключения ВГ, отключения возбуждения, полного закрытия исполнительного органа турбины и снижения оборотов до заданной для начала электроторможения уставки (50 % от номинальной частоты вращения гидроагрегата):

- формирование команд подготовки к электроторможению в систему возбуждения и электрические защиты;
- включение короткозамыкателя;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

- включение выключателя трансформатора торможения;
- формирование команды включения возбуждения при электроторможении;

– после завершения электроторможения:

- отключение возбуждения;
- отключение выключателя трансформатора торможения;
- отключение короткозамыкателя;
- снятие команд режима электроторможения в систему возбуждения и электрические защиты.

***Примечание**: режим торможения ГА должно быть определено заказчиком при уточнении технических требований при реализации САУ ГА. Необходимость реализации режима торможения от ТПУ или режим электроторможения должны быть, при необходимости, явно указаны в технических требованиях.*

4.8.8.10 При останове из режима СК должны выполняться действия:

– разгрузка по реактивной мощности;

– отключение отжатия воды;

– отключение режима СК в АРЧМ;

– после заданной в настройках задержки, необходимой для заполнения камеры РК водой, последовательность останова должна продолжаться в соответствии с пунктом 4.8.8.3.

4.8.8.11 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП1 не реализуется разгрузка гидроагрегата, не отключается ВГ или не отключается возбуждение последовательность СТОП1 должна прекращаться, должна формироваться предупредительная сигнализация о незавершенном останове.

4.8.8.12 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП1 после команды останова в АРЧМ не закрыт НА (сопла) за установленное в настройках время формируется сообщение о незавершенном останове и должна запускаться последовательность аварийного останова (СТОП3).

4.8.9 Защитный останов (СТОП2)

4.8.9.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по защитному отсанову ГА.

4.8.9.2 Защитный останов гидроагрегата СТОП2 должен запускаться автоматически при срабатывании технологичеких защит, не связанных с неисправностью систем управления или защит:

– срабатывании электрических защит генератора, действующих на аварийный останов;

– аварийно-высокой температуре подпятника или подшипников;

– аварийно-высокой температуре генератора;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– аварийно-низких уровнях масла в подпятнике или подшипниках;

– аварии МНУ (формирование сигнала описано в разделе 4.12);

– аварии ТВС (по контролируемым факторам в соответствии с РЭ: потере смазки рабочего уплотнения вала, потере смазки турбинного подшипника);аварии системы принудительной смазки;

– аварийно-высоком уровне воды на крышке турбины;

– срабатывание АУПТ;

– аварийно-высоком уровне вибраций агрегата (реализуется при наличии соответствующего требования изготовителя гидроагрегата);

– сбросе аварийно-ремонтных щитов;

– несанкционированном закрытии предтурбинного затвора;

– срабатывании защиты от разгона 1-ой ступени (сигнал от АРЧМ);

– недопустимый напор (высота отсасывания);

– срабатывание защит водовода (сигнал от независимой системы);

– затоплении помещений ГЭС (сигнал от независимой системы).

***Примечание**: команды, действующие на защитный останов "срабатывание защит водовода" и "затоплении помещений ГЭС" формируются независимыми от САУ ГА системами одновременно с командой сброса АРЗ и передается собственными каналами без участия САУ ГА.*

4.8.9.3 Дополнительно к перечню в пункте 4.8.9.1 для радиально-осевых турбин СТОП2 должен запускаться при:

– износе рабочего уплотнения вала;

– потере смазки рабочего уплотнения вала (понижение давления или расхода воды на смазку рабочего уплотнения вала, рассматривается как дополнительный контролируемый фактов для определения аварии ТВС).

4.8.9.4 Дополнительно к перечню в пункте 4.8.9.1 для турбин с подшипником на водяной смазке СТОП2 должен запускаться при потере смазки турбинного подшипника (понижении давления или расхода воды на смазку турбинного подшипника, рассматривается как дополнительный контролируемый фактов для определения аварии ТВС).

4.8.9.5 Дополнительно к перечню в пункте 4.8.9.1 для обратимых гидроагрегатов СТОП2 должен запускаться при:

– потере привода в насосном режиме;

– аварийных уровнях воды в верхнем или нижнем бассейнах.

4.8.9.6 Дополнительно к перечню в пункте 4.8.9.1 для турбин с принудительной смазкой подшипников СТОП2 запускается при аварии системы принудительной смазки.

4.8.9.7 При быстром останове гидроагрегата должно выполняться:

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– одновременное формирование команд на разгрузку генератора по реактивной мощности (в систему возбуждения), команды на разгрузку по активной мощности, "Стоп" и "Защитный останов" (в АРЧМ);

– отключение выключателя после разгрузки гидроагрегата;

– отключение возбуждения главного и вспомогательного (для систем независимого возбуждения) генераторов;

– контролируется работа АРЧМ при останове турбины: закрытие НА (сопл и дефлекторов для ковшовой турбины);

– закрывается предтурбинный затвор;

– производится механическое торможение гидроагрегата при снижении оборотов ниже заданной уставки и закрытом положении НА (сопл);

– после останова (снижения оборотов ниже 0,2 %) через 45 секунд отключается система ТВС, через 5 минут отключается система отсоса паров масла;

– производится осмотр остановленного гидроагрегата, завершение осмотра подтверждается нажатием кнопки деблокировки защит гидроагрегата;

4.8.9.8 После завершения последовательности быстрого останова гидроагрегат переходит в режим проверки готовности к пуску.

4.8.9.9 Подробно о работе АРЧМ при останове см. раздел 4.9.8.

4.8.9.10 Гарантии регулирования при останове по алгоритму СТОП2 должны обеспечиваться заложенными в АРЧМ алгоритмами, а также настройками гидравлической схемы управления гидроагрегата.

4.8.9.11 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП2 не отключается ВГ или не отключается возбуждение должна формироваться команда "Отключение от технологических защит" в систему электрических защит генератора.

4.8.9.12 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП2 останов не выполнен через установленное настройками ТА время, а также в процессе остановки нет разгрузки гидроагрегата, не закрывается НА (сопла), нет снижения частоты вращения гидроагрегата должна формироваться сигнализация о незавершенном останове и запускается аварийный останов гидроагрегата (СТОП3).

4.8.9.13 После быстрого останова СТОП2 гидроагрегата должна быть предусмотрена деблокировка. Деблокировка должна производиться оперативным персоналом кнопкой деблокировки МПУ или виртуальной кнопкой с мнемосхемы гидроагрегата АРМ ВУ. После этого гидроагрегат должен переходить в режим проверки готовности к пуску.

4.8.10 Аварийный останов (СТОП3)

4.8.10.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по аварийному отсанову ГА.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.10.2 Аварийный останов СТОП3 должен запускаться при:

– нажатии на кнопку СТОП3 на МПУ, ЦПУ или виртуальную кнопку аварийного останова на мнемосхеме гидроагрегата АРМ ВУ;

– срабатывании защиты от разгона 2-ой ступени (частота вращения больше заданной заводом изготовителем турбины аварийной уставки или частота вращение не снижается ниже 115 % в течении установленного в настройках АРЧМ времени, которая также определяется заводом изготовителем турбины и уточняется на этапе пусконаладочных работ);

– аварии АРЧМ;

– срабатывание схемы устройства аварийного закрытия НА;

– срабатывании устройства аварийного закрытия НА;

– сбое последовательности нормального или защитного останова гидроагрегата (нет останова за заданное настройками ТА время).

4.8.10.3 При наличии предтурбинного затвора дополнительно к условиям, перечисленным в пункте 4.8.10.1, аварийный останов гидроагрегата СТОП3 запускается командой от САУ предтурбинного затвора по условиям описанным в РЭ на затвор (конкртеных зафиксированных неисправностях).

4.8.10.4 При аварийном останове гидроагрегата должно выполняться:

– одновременное формирование команд на разгрузку генератора по реактивной мощности (в систему возбуждения), команды на разгрузку по активной мощности, "Стоп" и "Защитный останов" (в АРЧМ), команда на срабатывание устройства аварийного закрытия НА;

– отключение выключателя после разгрузки гидроагрегата или по выдержке времени;

– отключение возбуждения главного и вспомогательного (для систем независимого возбуждения) генераторов;

– контролируется закрытие НА (сопл и дефлекторов для ковшовой турбины);

– закрывается предтурбинный затвор;

– производится механическое торможение гидроагрегата при снижении оборотов ниже заданной уставки и закрытом положении НА (сопл);

– после останова (снижения оборотов ниже 0,2 %) через 45 секунд отключается система ТВС, через 5 минут отключается система отсоса паров масла;

– производится осмотр остановленного гидроагрегата, завершение осмотра подтверждается нажатием кнопки деблокировки защит гидроагрегата;

– гидроагрегат переходит в режим проверки готовности к пуску.

4.8.10.5 Закрытие НА (сопл) должно осуществляться действием устройства аварийного закрытия НА, в этом случае АРЧМ не имеет возможности воздействовать на НА (сопла).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

Гарантии регулирования при останове по алгоритму СТОП3 обеспечиваются настройками устройства аварийного закрытия НА (сопл) турбины.

4.8.10.6 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП3 не отключается ВГ или не отключается возбуждение должна формироваться команда "Отключение от технологических защит" в систему электрических защит генератора.

4.8.10.7 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП3 нет разгрузки гидроагрегата, не закрывается НА (сопла), нет снижения частоты вращения гидроагрегата (контроль осуществляется после закрытия НА (сопл)) должна формироваться сигнализация о незавершенном останове и запускается аварийный останов гидроагрегата со сбросом аварийных затворов (СТОП4).

4.8.10.8 После аварийного останова СТОП3 гидроагрегата должна быть предусмотрена деблокировка. Деблокировка должна производится оперативным персоналом кнопкой деблокировки МПУ или виртуальной кнопкой с мнемосхемы гидроагрегата АРМ ВУ. После этого гидроагрегат должен переходить в режим проверки готовности к пуску.

4.8.11 Аварийный останов со сбросом затворов (СТОП4)

4.8.11.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить выполнение последовательности операций по аварийному отсанову ГА со сбросом затворов.

4.8.11.2 Аварийный останов СТОП4 запускается при:

– нажатии на кнопку сброса аварийно-ремонтных щитов;

– повышении оборотов больше заданной в ТА уставки (устанавливается равной величине, на которую настроены механические противоразгонные защиты);

– срабатывании противоразгонного центробежного устройства;

– сбое последовательности аварийного останова гидроагрегата (не закрылся НА (сопла) или нет снижения частоты вращения гидроагрегата).

4.8.11.3 При аварийном останове гидроагрегата со сбросом аварийных затворов должно выполняться:

– одновременное формирование команд на разгрузку генератора по реактивной мощности (в систему возбуждения), команды на разгрузку по активной мощности, "Стоп" и "Защитный останов" (в АРЧМ), команда на срабатывание устройства аварийного закрытия НА, команда на сброс аварийных затворов, команда на закрытие предтурбинного затвора (при его наличии);

– отключение выключателя после разгрузки гидроагрегата или по выдержке времени;

– отключение возбуждения главного и вспомогательного (для систем независимого возбуждения) генераторов;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– производится механическое торможение гидроагрегата при снижении оборотов ниже заданной уставки и закрытом положении НА (сопл);

– после останова (снижения оборотов ниже 0,2 %) через 45 секунд отключается система ТВС, через 5 минут отключается система отсоса паров масла;

– производится осмотр остановленного гидроагрегата, завершение осмотра подтверждается нажатием кнопки деблокировки защит гидроагрегата;

– гидроагрегат переходит в режим проверки готовности к пуску.

4.8.11.4 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП4 не отключается ВГ или не отключается возбуждение должен формироваться сигнал "Отключение от технологических защит" в систему электрических защит генератора.

4.8.11.5 Если при останове гидроагрегата по алгоритму СТОП4 нет разгрузки гидроагрегата, не закрывается НА (сопла) должна формироваться сигнализация о незавершенном останове, дальнейшие автоматические действия должны прекращаться, ожидается деблокировка защит гидроагрегата. По истечении заданной в настройках ТА выдержки времени на закрытие затвора и стекание воды из напорного водовода, если частота вращения ГА не снижаться должна формироваться аварийная сигнализация "Неисправность АРЗ".

4.8.11.6 После аварийного останова со сбросом затворов СТОП4 гидроагрегата должна требоваться деблокировка. Деблокировка должна производиться оперативным персоналом кнопкой деблокировки МПУ или виртуальной кнопкой с мнемосхемы гидроагрегата АРМ ВУ. После этого гидроагрегат должен переходить в режим проверки готовности к пуску.

4.8.12 Управление техническим водоснабжением

4.8.12.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить управление задвижками и насосами, которые входят в ТВС гидроагрегата, а также осуществлять контроль параметров (давление, температура и расход) технического водоснабжения.

***Примечание**: тип и состав системы ТВС должны быть описаны заказчиком на этапе уточнения технических требований при создании САУ ГА.*

4.8.12.2 Алгоритмы работы ТВС должны быть определены при создании САУ ГА на этапе проектирования и учитывать фактическую технологическую схему ТВС и требования к эксплуатации ТВС от производителя оборудования.

4.8.12.3 ПТК ТАиУВО в части управления системой ТВС должен обеспечить:

– последовательность автоматических переключений запорной арматуры и насосов по команде "Включить ТВС" от алгоритмов ТА перед пуском гидроагрегата;

– последовательность автоматических переключений запорной арматуры и насосов по команде "Отключить ТВС" от алгоритмов ТА после останова гидроагрегата;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– последовательность при автоматических промывках фильтров (для фильтров в составе агрегатной ТВС).

4.8.12.4 ПТК ТАиУВО должен контролировать расходы и температуры воды на входе и выходе в теплообменники, давление воды в подающих трубопроводах.

4.8.12.5 Для насосной ТВС ПТК ТАиУВО должен контролировать давление на напоре насосов ТВС.

4.8.12.6 Для эжекторной системы ТВС ПТК ТАиУВО дополнительно должен контролировать давление на выходе эжектора.

4.8.12.7 При наличии в составе оборудования редукционных клапанов ПТК ТАиУВО должна контролировать давление до и после клапана.

4.8.12.8 ПТК ТАиУВО должен контролировать работу фильтров (фильтр-станции) в составе ТВС. Должны контролироваться засорение фильтров ТВС по перепаду давления до и после фильтра, а также активность режима промывки фильтра (если он предусмотрен).

4.8.12.9 Должна быть предусмотрена возможность регулирование расхода охлаждающей воды через охладители (воздействием на открытие/закрытие задвижек подачи воды на охладители) по температуре. Регулирование должно реализовываться при наличии требования изготовителя гидроагрегата, описанного в РЭ.

4.8.12.10 Должна быть предусмотрена возможность включения системы ТВС по команде оперативного персонала с АРМ ВУ или ОП.

4.8.12.11 Для повышения надежности в системе ТВС может предусматриваться дублирование узлов (например, насосов для насосной системы ТВС). При этом ПТК ТАиУВО должен обеспечить автоматический ввод в работу готового к включению резерва при отказе основного узла системы ТВС.

4.8.12.12 При непосредственном охлаждении генератора и водяном охлаждении системы возбуждения, задвижки на теплообменник генератора и системы возбуждения должна открываться после возбуждения генератора, а закрываются через заданное в настройках время после отключения возбуждения.

4.8.13 Система отсоса паров масла из подпятника и подшипников

4.8.13.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить управление оборудованием и контроль параметров системы отсоса паров масла.

***Примечание**: Наличие системы отсоса паров масла, тип и состав системы должны быть описаны заказчиком на этапе уточнения технических требований при создании САУ ГА.*

4.8.13.2 Алгоритмы работы системы отсоса паров масла должны быть определены при создании САУ ГА на этапе проектирования и учитывать фактическую технологическую схему и требования к эксплуатации от производителя оборудования.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.13.3 ПТК ТАиУВО в части управления системой отсоса паров масла должен обеспечить:

– включение системы отсоса паров масла при пуске ГА;

– отключение системы паров масла с задержкой 5 минут после отключения ГА.

4.8.13.4 ПТК ТАиУВО должен обеспечить контроль уровня масла в сепараторе системы управления отсоса паров масла.

4.8.14 Управление системой принудительной смазки

4.8.14.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить управление задвижками и насосами, которые входят в состав системы принудительной смазки, а также осуществлять контроль параметров (давление, температура и расход) системы принудительной смазки.

***Примечание**: Система принудительной смазки подпятника и подшипников применяется как правило на капсульных ГА. Наличие системы принудительной смазки, тип и состав системы должны быть описаны заказчиком на этапе уточнения технических требований при создании САУ ГА.*

4.8.14.2 Алгоритмы работы системы принудительной смазки должны быть определены при создании САУ ГА на этапе проектирования и учитывать фактическую технологическую схему системы принудительной смазки и требования к эксплуатации от производителя оборудования.

4.8.14.3 ПТК ТАиУВО в части управления системой принудительной смазки должен обеспечить:

– последовательность автоматических переключений запорной арматуры и насосов по команде "Включить смазку" от алгоритмов ТА перед пуском гидроагрегата;

– последовательность автоматических переключений запорной арматуры и насосов по команде "Отключить смазку" от алгоритмов ТА после останова гидроагрегата.

4.8.14.4 ПТК ТАиУВО должен контролировать уровень масла в маслобаках системы принудительной смазки, расход масла на смазку, температуру масла в маслобаке, температуру масла до и после маслоохладителей (при наличии маслоохладителей), температуру вода до и после маслоохладителей системы принудительной смазки (при наличии маслоохладителей), засорение фильтров системы (при наличии фильтров).

***Примечание**: Количество точек контроля должно уточняться заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.8.14.5 Для повышения надежности в системе принудительной смазки может предусматриваться дублирование узлов (например, насосов). При этом ПТК ТАиУВО должен обеспечить автоматический ввод в работу готового к включению резерва при отказе основного узла системы.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.15 Система непосредственного охлаждения гидрогенератора

4.8.15.1 ПТК ТАиУВО должен обеспечить управление оборудованием и контроль параметров системы непосредственного охлаждения гидрогенератора.

***Примечание**: Непосредственное охлаждение дистиллированной водой обмотки и железа применяется для мощных или капсульных гидрогенераторов. Наличие системы непосредственного охлаждения гидрогенератора, тип и состав системы должны быть описаны заказчиком на этапе уточнения технических требований при создании САУ ГА.*

4.8.15.2 Алгоритмы работы системы непосредственного охлаждения гидрогенератора должны быть определены при создании САУ ГА на этапе проектирования и учитывать фактическую технологическую схему системы непосредственного охлаждения гидрогенератора и требования к эксплуатации от производителя оборудования.

4.8.15.3 ПТК ТАиУВО в части управления системой непосредственного охлаждения гидрогенератора должен обеспечить:

– включение охлаждение генератора при включении возбуждения генератора (подачей технической воды в теплообменник)

– отключение охлаждение генератора через заданное в настройках время после отключения возбуждения.

4.8.15.4 В контуре дистиллированной воды циркуляция должна вестись непрерывно. Циркуляция может прекращается только на ремонт или в аварийных случаях и должна обеспечиваться насосами.

4.8.15.5 В процессе работы оптимальная температура дистиллята должна поддерживаться регулятором температуры.

4.8.15.6 ПТК ТАиУВО должен контролировать качество дистиллята по удельному сопротивлению, pH, наличию механических примесей, концентрации растворенного кислорода и углекислого газа.

4.8.15.7 ПТК ТАиУВО должен контролировать параметры работы системы непосредственного охлаждения гидрогенератора: уровень в баке дистиллята, расход дистиллята на входе и выходе, давление дистиллята на входе, температура дистиллята на входе и выходе, температура технической воды на входе и выходе теплообменника системы, расход технической воды через теплообменник, перепады давления на фильтрах.

***Примечание**: Количество точек контроля должно уточняться заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.8.15.8 Для повышения надежности в системе непосредственного охлаждения гидрогенератора может предусматриваться дублирование узлов (например, насосов). При этом ПТК ТАиУВО должен обеспечить автоматический ввод в работу готового к включению резерва при отказе основного узла системы.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.16 Управление дренажной системой

4.8.16.1 САУ ГА должна обеспечить управление дренажными насосами для удаления протечек из гидроагрегата.

4.8.16.2 Управление дренажными насосами должно осуществляться автономными устройствами автоматики, организованными в виде отдельного шкафа управления дренажными насосами.

4.8.16.3 Уровень дренажной воды контролируется измерителем уровня, который на основании измерений должен обеспечить формирование сигналов:

- уровень включения основного насоса;
- уровень включения резервного насоса;
- уровень отключения насоса;
- аварийный уровень.

4.8.16.4 Для каждого дренажного насоса должен устанавливаться отдельный измеритель уровня дренажной воды. В случае, если дренажный насос один, предусматривается установка дополнительного (второго) измерителя уровня дренажной воды. Сигнал уровня дренажной воды от каждого измерителя уровня передается в ПТК ТАиУВО.

4.8.16.5 Шкаф ДН должен формировать независимые сигналы в систему ЦС ГЭС.

- аварийный уровень;
- неисправность двух насосов ДН.

4.8.16.6 Режим включения дренажного насоса должен задаваться переключателем режима на шкафу управления ДН. Шкафы должны иметь переключатели режима включения насоса с четырьмя положениями (положение переключателей в соответствии с приведенным порядком): "Ручное", "Отключено", "Резервный", "Основной".

В положении "Основной" включение двигателя дренажного насоса должно происходить при формировании сигнала "Уровень включения основного насоса", а отключение – при снижении уровня воды до уставки "Уровень отключения насоса".

В положении "Резервный" включение двигателя дренажного насоса должно происходить при формировании сигнала "Уровень включения резервного насоса", а отключение – при снижении уровня воды до уставки "Уровень отключения насоса".

В положении "Отключено" насос должен быть отключен.

В положении "Ручное" насос включается в ручном режиме независимо от уровня дренажной воды и состояния управляющего измерителя уровня.

4.8.16.7 ПТК ТАиУВО должен обеспечить контроль работы автономной схемы управления ДН. ПТК ТАиУВО должен контролировать уровень дренажной воды, включение ДН, исправность схемы управления ДН, текущий режим включения ДН.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.8.16.8 При наличии нескольких дренажных насосов для каждого из них организуются собственные, не связанные друг с другом, схемы управления. При этом питание схемы управления ДН (в том числе измерителя уровня) должно быть обеспечено от ввода питания соответствующего ДН.

4.8.16.9 ПТК ТАиУВО должен реализовывать контроль повышения уровня дренажной воды по двум уставкам – предупредительной и аварийной.

4.9 Требования к АРЧМ

4.9.1 Общие указания

4.9.1.1 Алгоритмы АРЧМ должны быть реализованы отдельным ПТК АРЧМ.

4.9.1.2 ПТК АРЧМ должен управлять исполнительными устройствами на основе информации, поступающей от датчиков и преобразователей, измеряющих параметры и определяющих положения и состояния устройств и механизмов.

4.9.1.3 ПТК АРЧМ должен осуществлять управление регулирующими органами турбины для реализации управления гидроагрегатом во всех режимах работы, в том числе в переходных процессах (при пуске, останове, переводе в режим СК и выводе из режима СК, сбросах и набросах нагрузки), а также для регулирования частоты вращения и мощности.

4.9.1.4 АРЧМ должен обеспечить выполнение гарантий регулирования, заданных изготовителем гидроагрегата.

Предотвращение недопустимого повышения давления в водоводе должно осуществляться за счет выполнения ограничений на скорости изменения положения исполнительных органов турбины, заданных изготовителем турбины в РЭ.

Предотвращение недопустимого повышения частоты вращения гидроагрегата и срабатывания противоразгонных устройств должно осуществляться за счет реализации регулирования частоты вращения гидроагрегата (настройки регулятора частоты должны быть достаточными для предотвращения недопустимого повышения частоты вращения гидроагрегата).

***Примечание**: условия управления, связанные с обеспечением гарантий регулирования, должны в полной мере соответствовать требованиям изготовителя гидроагрегата и могут быть расширены. Условия управления, связанные с обеспечением гарантий регулирования, должны быть сформулированы заказчиком при уточнении технических требований при реализации САУ ГА.*

4.9.1.5 Во всех режимах работы ПТК АРЧМ должен обеспечивать безопасное управление гидроагрегатом посредством реализации функций защит, соблюдения рабочих зон гидроагрегата по эксплуатационной характеристике (в зависимости от напора) и выполнения

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

требований изготовителя турбины, описанных в РЭ, к скорости движения регулирующих органов турбины.

4.9.1.6 ПТК АРЧМ должна предусматривать работу в следующих режимах:

– автоматический – задание положения регулирующих органов турбины формируется автоматически по заложенным в ПТК АРЧМ алгоритмам в соответствии с полученными командами от ПТК ТАиУВО;

– ручной – задание положения регулирующих органов турбины изменяется с помощью ключей управления шкафа ПТК АРЧМ.

В автоматическом и ручном режимах АРЧМ должен осуществлять позиционирование регулирующих органов по сформированному для них заданию.

4.9.1.7 В качестве средства местного контроля и управления (установленная в машинном заде в составе АЩУ ГА) должна использоваться панель оператора САУ ГА.

4.9.2 Измерение параметров

4.9.2.1 ПТК АРЧМ для реализации управления должен контролировать величины:

– частота вращения гидроагрегата;

– частота в энергосистеме;

– активная мощность;

– положение регулирующих органов (открытия направляющего аппарата, положение лопастей рабочего колеса, положение игл сопел, положение дефлекторов);

– напор нетто;

– уровень нижнего бьефа;

– уровень верхнего бьефа или расход воды через турбину (если используется работа ПТК АРЧМ по водотоку).

ПТК АРЧМ для реализации защит должен контролировать величины:

– частота вращения гидроагрегата;

– положение регулирующих органов (открытия направляющего аппарата, положение лопастей рабочего колеса, положение игл сопел, положение дефлекторов);

– положения главных золотников;

– давление масла в системе регулирования.

4.9.2.2 Для повышения надежности должны быть предусмотрено дублирование следующих наиболее ответственных измерений:

– частоты вращения гидроагрегата – 2 датчика частоты зубчатого колеса при наличии тахогенератора или 3 датчика частоты зубчатого колеса, если тахогенератор отсутствует;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– положение исполнительных органов гидроагрегата – 2 канала измерения положения исполнительных органов гидроагрегата (допускается использование одного канала измерения при наличии технико-экономического обоснования, согласованного с заказчиком).

4.9.2.3 В качестве источника сигналов о скорости вращения гидроагрегата должны использоваться:

– зубчатое колесо с индуктивными датчиками;

– тахогенератор;

– сигнал с измерительного трансформатора на шинах генератора (использование должно быть обосновано при реализации ПТК АРЧМ каждого ГА отдельно).

4.9.2.4 ПТК АРЧМ должен формировать значение частоты вращения гидроагрегата по трем сигналам частоты от датчиков зубчатого колеса (достоверного значения из трех). При наличии сигнала тахогенератора должны использоваться два сигнала частоты от датчиков зубчатого колеса и один сигнал от тахогенератора.

4.9.2.5 В качестве скорости вращения гидроагрегата должны быть применены показания:

– тахогенератора – при условии, что измеренная по каналу тахогенератора совпадает с показаниями скорости вращения, полученными при выборе достоверного сигнала из трех;

– измерительного трансформатора генератора – при условиях, что измеренная по каналу трансформатора напряжения генератора скорость вращения гидроагрегата совпадают с показаниями скорости вращения, полученными при выборе достоверного сигнала из трех, генератор работает в сети, отсутствуют или недостоверны показания тахогенератора и измеренная скорость находится в пределах 98-102 %;

– достоверное значение из трех – во всех остальных случаях.

4.9.2.6 Каналы измерения частоты должны обеспечивать измерение частоты вращения гидроагрегата в диапазоне 0-200 % от номинальной частоты вращения гидроагрегата.

Точность измерения частоты:

– не хуже 0,02 % (не хуже 0,01 Гц приведенной к номинальному значению частоты сети 50 Гц) в диапазоне частот 96-104 % при работе в сети;

– не хуже 1 % в остальных случаях.

4.9.2.7 В качестве источника сигнала о частоте сети должен использоваться сигнал с измерительного трансформатора напряжения.

4.9.2.8 В качестве основного сигнала обратной связи при работе гидроагрегата в режиме мощность, должна использоваться измеренная величина активной мощности гидроагрегата.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

В случае выхода из строя измерительного преобразователя активной мощности или обрыва в канале измерения величины активной мощности, должно происходить автоматический безударный переход на работу в режим без обратной связи по мощности (режим "Изолированный" по ГОСТ Р 70661-2023, см. описание в разделе 4.9.7) с выдачей предупреждающего сигнала оператору.

Должен быть предусмотрен перевод измерительных цепей на резервный ТН генератора. Переключение измерительных цепей ТН (выбор ТН для подключения к САУ ГА) выполняется ключом внутри МПУ.

4.9.2.9 Для измерения напора должен использоваться гидростатические погружные датчики давления с защитой от обмерзания.

Датчики верхнего бьефа гидроагрегата должны располагаться после сороудерживающих решеток (СУР). Допускается использование датчиков уровня до СУР при наличии датчика перепада уровня на СУР.

В нижнем бьефе датчики уровня гидроагрегата должны располагаться между отсасывающей трубой и гасительными устройствами.

4.9.2.10 Датчики уровня бьефов должны иметь устройства для демпфирования показаний при волнении воды и пульсации давления в водопроводящем тракте. Демпфирование допускается выполнять программными средствами в АРЧМ.

4.9.3 Расчетные параметры

4.9.3.1 В ПТК АРЧМ должен быть предусмотрен расчет следующих текущих параметров гидроагрегата:

– мощность на валу турбины;

– КПД гидроагрегата;

– расход воды через турбину (если не предусмотрено прямое измерение параметра).

4.9.3.2 Мощность на валу турбины должна рассчитывается по формуле:

$$N_T = \frac{P_{\text{ген}}}{\eta_{\text{ген}}},$$

где:

N_T - мощность на валу турбины;

$P_{\text{ген}}$ - активная мощность генератора;

$\eta_{\text{ген}}$ - КПД генератора, определяется по представленной заводом-изготовителем генератора характеристике КПД генератора от мощности.

4.9.3.3 КПД гидроагрегата учитывает КПД турбины и КПД генератора и вычисляется по формуле:

$$\eta = \eta_{\text{Т}} \cdot \eta_{\text{ген}}$$

где:

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

$\eta_{\text{Т}}$ – КПД генератора, определяется по представленной заводом-изготовителем турбины характеристике КПД генератора от мощности и напора;

$\eta_{\text{ген}}$ – КПД генератора, определяется по представленной заводом-изготовителем генератора характеристике КПД генератора от мощности.

4.9.3.4 Расход воды через турбину должен определяться по представленной заводом-изготовителем турбины характеристике расхода воды через турбину от мощности и напора.

4.9.3.5 ПТК АРЧМ должен осуществлять расчет статистических параметров:

– количество пусков турбины;

– количество остановов турбины;

– время работы в зоне запрещенной работы (для каждой зоны в соответствии с эксплуатационной характеристикой);

– время работы в зоне ограниченной работы (для каждой зоны в соответствии с эксплуатационной характеристикой);

– количество переходов через зону запрещенной работы (для каждой зоны в соответствии с эксплуатационной характеристикой);

– количество переходов через зону ограниченной работы (для каждой зоны в соответствии с эксплуатационной характеристикой);

– время работы ГА в режиме АРЧМ "Мощность";

– время работы ГА в режиме АРЧМ "Частота";

– время работы ГА в режиме АРЧМ "Изолированный";

– время работы ГА под управлением ГРАМ;

– время работы ГА в режиме НПРЧ;

– время работы ГА с КПД более 95%.

Каждый из перечисленных параметров должен рассчитываться за следующие периоды времени:

– с начала эксплуатации;

– с последнего капитального ремонта;

– с начала календарного года;

– с начала месяца;

– с начала суток.

***Примечание**: Зоны запрещенной работы гидроагрегата и зоны ограниченной работы гидроагрегата должны быть заданы заводом-изготовителем турбины в виде линий ограничения мощности в зависимости от напора.*

4.9.3.6 При исчерпании 90 % допустимого времени работы в зоне ограниченной работы должна формироваться предупредительная сигнализация.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.9.3.7 При исчерпании 100 % допустимого времени работы в зоне ограниченной работы должна формироваться предупредительная сигнализация, а зона ограниченной работы становится зоной запрещенной работы.

***Примечание**: Допустимое время работы гидроагрегата в зоне ограниченной работы должно быть задано заводом-изготовителем турбины.*

4.9.3.8 При исчерпании 90 % допустимого количества переходов через зону запрещенной работы должен формироваться предупредительный сигнал.

***Примечание**: Допустимое количество переходов через зону запрещенной работы задается заводом-изготовителем турбины.*

4.9.3.9 При исчерпании допустимого количества переходов через зону запрещенной работы ПТК АРЧМ должен блокировать переход через данную зону работы. При этом должна быть предусмотрена возможность отключения проверки по количеству пусков/остановов гидроагрегата оператором с помощью программного ключа.

4.9.3.10 ПТК АРЧМ должна иметь возможность расширения списка параметров и условий их контроля в соответствии с указаниями РЭ завода-изготовителя турбины.

***Примечание**: Перечень дополнительных расчетных параметров, которые необходимо контролировать по условиям РЭ завода-изготовителя турбины должен быть определен заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.9.4 Пуск гидроагрегата

4.9.4.1 ПТК АРЧМ должен формировать сигнал о готовности АРЧМ к пуску по результатам опроса состояния всех подсистем АРЧМ. Данный сигнал далее в ПТК ТАиУВО используется при формировании обобщенного сигнала готовности гидроагрегата к пуску. Сигнал готовности АРЧМ должен определять:

- исправность электрогидравлической следящей системы;
- исправность основных датчиков:
  - положения исполнительных органов турбины (направляющего аппарате, рабочего колеса, сопл, дефлекторов);
  - положения главных золотников;
  - частоты вращения гидроагрегата;
- исправность промышленного контроллера;
- закрытое положение регулирующих органов (направляющего аппарата или сопл);
- смещенное на закрытие положение главного золотника;
- автоматический режим управления АРЧМ;
- наличие давления в электрогидравлической колонке;
- отсутствие команд на останов (команд "Стоп" и "Защитный останов" от ТА);
- состояние фильтрующих элементов в системе регулирования;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– наличие ресурса по переходу через нижнюю зону запрещенной работы (подробнее см. пункт 4.9.3.9).

В случае неготовности какой-либо подсистемы АРЧМ к пуску, должна выдаваться информация о причине и месте ее локализации. Исполнение внешней команды "ПУСК" в этом случае должно блокироваться. Управление в ручном режиме должно оставаться возможным.

4.9.4.2 В дополнение к условиям готовности пункта 4.9.4.1 для поворотно-лопастных и диагональных турбин требуется контролировать условие:

– лопасти рабочего колеса на пусковом угле (значение пускового угла задается в настройках АРЧМ).

***Примечание**: Пункт 4.9.4.2 следует исключить, если техническое требование составляется не для поворотно-лопастных или диагональных турбин.*

4.9.4.3 Для отладочных и испытательных работ должна быть предусмотрена возможность имитации условий, необходимых для формирования сигнала готовности АРЧМ к пуску.

4.9.4.4 ПТК АРЧМ должен обеспечивать пуск гидроагрегата в автоматическом режиме по команде от ПТК ТАиУВО при выполнении последовательности пуска, или в ручном режиме путем непосредственного управления открытием регулирующего органа с местного пульта.

4.9.4.5 Выполнение пуска гидроагрегата в автоматическом режиме должно производится с двумя пусковыми открытиями. Первоначально направляющий аппарат открывается до величины первого пускового открытия, существенно превышающей открытие холостого хода. По мере разгона агрегата направляющий аппарат должен прикрываться до величины второго пускового открытия, близкого по значению к величине открытия холостого хода.

4.9.4.6 Значения пусковых открытий должны задаваться линиями пусковых открытий от действующего напора. Линии пусковых открытий должны уточняться в ходе пусконаладочных работ.

4.9.4.7 Для поворотно-лопастных и диагональных турбин при пуске после достижения частоты вращения гидроагрегата заданной в настройках ПТК АРЧМ, лопасти рабочего колеса должны перейти из положения, соответствующего пусковому углу в положение согласно комбинаторной зависимости.

***Примечание**: Пункт 4.9.4.7 следует исключить, если техническое требование составляется не для поворотно-лопастных или диагональных турбин.*

4.9.4.8 ПТК АРЧМ должен обеспечить вывод агрегата на заданную скорость вращения и стабильное поддержание данной скорости при работе агрегата на холостом ходу.

4.9.4.9 Управление частотой вращения должно осуществляется в автоматическом режиме работы АРЧМ командами "Больше", "Меньше" от ключа управления АРЧМ на МПУ.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.9.4.10 ПТК АРЧМ должен реализовывать функцию подгонки частоты вращения генератора к частоте сети по команде из ТАиУВО "Включить автоматическую подгонку частоты". Команда подается из ТАиУВО в АРЧМ при включении генератора методом точной автоматической синхронизации или методом самосинхронизации для обеспечения подгонки напряжения генератора к напряжению сети с заданным скольжением (разности частот на шинах генератора и в сети).

При получении команды "Включить автоматическую подгонку частоты" в ПТК АРЧМ задание частоты вращения генератора должно принимать значение сигнала с измерительного трансформатора напряжения сети с заданным скольжением (команды "Больше", "Меньше" от ключа управления АРЧМ на МПУ при этом не используются). Величина скольжения должна задаваться в настройках АРЧМ в диапазоне 0…2 %.

4.9.4.11 ПТК АРЧМ должен формировать дискретные сигналы для использования в прочих системах автоматики гидроагрегата по уставкам частоты вращения и положению регулирующего органа.

4.9.5 Автоматическая загрузка генератора при понижении частоты

4.9.5.1 В любом режиме работы гидроагрегата ПТК АРЧМ должен контролировать частоту в сети и формировать дискретный сигнал "Действие АЧВР". Сигнал "Действие АЧВР" должен устанавливаться при снижении частоты ниже уставки срабатывания с настраиваемой задержкой по времени и должен сниматься при повышении частоты сети выше уставки отпускания. Уставка срабатывания, задержка срабатывания по времени и уставка отпускания должны задаваться в настройках АРЧМ.

***Примечание**: Необходимость реализации функции АЧВР и требования к срабатыванию должны быть определены заказчиком на этапе уточнения технических требований при создании САУ ГА.*

4.9.5.2 При наличии сигнала "Действие АЧВР" должен быть предусмотрен перевод гидроагрегата в генераторный режим работы (выполняется ТАиУВО, см. пункт 4.8.2.2) и его загрузка (выполняется ПТК АРЧМ). Для этого ПТК АРЧМ:

– формирует выходную команду "Действие АЧВР" в подсистему ТАиУВО;

– при работе гидроагрегата в генераторном режиме (поле перехода гидроагрегата в генераторный режим, если ранее он находился в другом режиме) увеличивает задания мощности (см. пункт 4.9.5.3);

– блокирует возможность изменения задания мощности по заданию от ГРАМ или по заданию оператора;

– формирует выходную команду "Действие АЧВР" в ГРАМ.

4.9.5.3 Увеличение задания мощности должно осуществляться при наличии сигнала "Действие АЧВР" с заданной в настройках АРЧМ скоростью до текущего верхнего ограничения

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

по эксплуатационной характеристике гидроагрегата. Если сигнал "Действие АЧВР" снят, увеличение мощности приостанавливается, даже если не было достигнуто верхнее ограничение по мощности.

4.9.5.4 Управления по заданию от ГРАМ или изменение мощности по заданию от оператора должно становиться возможными после деблокировки в ПТК АРЧМ оператором сигнала "Действие АЧВР".

4.9.6 Работа гидроагрегата на холостом ходу

4.9.6.1 ПТК АРЧМ должен обеспечить стабильное поддержание заданной скорости вращения гидроагрегата при работе на холостом ходу (раздел 4.9.9 "Регулирование частоты вращения и мощности").

4.9.6.2 ПТК АРЧМ при сбросах нагрузок должен обеспечить управление регулирующими органами турбины таким образом, чтобы выдержать гарантии регулирования, а именно обеспечить уменьшение отклонения скорости вращения гидроагрегата от номинальной скорости и не допустить срабатывание противоразгонных защит турбины и стабилизацию скорости вращения гидроагрегата на номинальном значении и при этом не допустить нерасчетные динамические воздействия на исполнительные органы турбины и элементы водовода.

4.9.6.3 Для предотвращения нерасчетных динамических воздействий (разряжение в отсасывающей трубе, повышение давления в спиральной камере) ПТК АРЧМ при сбросах нагрузок должен обеспечивать закрытие исполнительного органа турбины с заданной в настройках АРЧМ скоростью.

4.9.7 Работа гидроагрегата в сети

4.9.7.1 ПТК АРЧМ после включения в сеть должен производит автоматический набор мощности:

– по заданию ГРАМ (при работе гидроагрегата в ГРАМ);

– до установленной в настройках величины активной мощности для предотвращения длительной работы агрегата в зоне ограниченной работы по минимальной мощности (определяется эксплуатационной характеристикой гидроагрегата);

– до текущего верхнего ограничения задания активной мощности по эксплуатационной характеристике при данном напоре.

Допустимая скорость изменения мощности должна устанавливаться в настройках АРЧМ. Значение допустимой скорости определяется требованиями завода-изготовителя турбины и указано в РЭ.

4.9.7.2 ПТК АРЧМ должен обеспечивать следующие автоматические режимы работы гидроагрегата в сети:

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– режим "Изолированный" – АРЧМ обеспечивающий следящее регулирование активной мощности ГА (в соответствии с заданием оператора или внешней системы ГРАМ) с коррекцией по частоте (ОПРЧ или НПРЧ). При этом положение регулирующих органов турбины определяется в соответствии с заданием активной мощности и заданной эксплуатационной характеристикой (зависимостью активной мощности от положения регулирующих органов гидротурбины и текущего напора/высоты отсасывания), без использования активной электрической мощности ГА;

– режим "Мощность" – АРЧМ обеспечивает следящее регулирование активной мощности ГА (в соответствии с заданием оператора или внешней системы ГРАМ) с коррекцией по частоте (ОПРЧ или НПРЧ) с использованием обратной связью по активной электрической мощности гидрогенератора;

– режим "Частота" – АРЧМ обеспечивает следящее статическое регулирование частоты в соответствии с заданной уставкой частоты. При этом положение регулирующих органиов турбины определяется в соответствии с выбранным законом регулирования (возможность оперативного изменения активной мощности гидроагрегата или положения регулирующих органов гидротурбины отсутствует);

– режим "Частота – астатический" – АРЧМ обеспечивает следящее астатическое регулирование частоты в соответствии с заданной уставкой частоты. При этом положение регулирующих органиов турбины определяется в соответствии с выбранным законом регулирования (возможность оперативного изменения активной мощности гидроагрегата или положения регулирующих органов гидротурбины отсутствует);

– СК – АРЧМ обеспечивает полное закрытие регулирующего органа.

4.9.7.3 ПТК АРЧМ должен обеспечивать автоматическое поддержание заданной частоты вращения гидроагрегата при работе в сети в режиме "Мощность" или "Изолированный" в соответствии с требованиями ОПРЧ или НПРЧ. Переключение между режимами ОПРЧ и НПРЧ осуществляется программным ключом в настройках АРЧМ.

4.9.7.4 ПТК АРЧМ должен обеспечивать закрытие исполнительных органов при автоматическом переводе гидроагрегата из генераторного (или насосного) режима в режим СК и открытие при обратном переходе.

Для обратимых гидроагрегатов АРЧМ должен обеспечивать также перевод гидроагрегата из насосного режима в режим СК и из режима СК в насосный режим без останова гидроагрегата.

4.9.7.5 ПТК АРЧМ не должен допускать работу ГА в зоне запрещенной работы.

При формировании задания мощности ГА в зоне запрещенной работы АРЧМ должен ограничить задание мощности текущей границей запрещенной зоны (при данном напоре в соответствии с эксплуатационной характеристикой).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

Переход через зону запрещенной работы должен осуществляться с заданной в настройках ПТК АРЧМ допустимой скоростью (устанавливается заводом-изготовителем турбины и указано в РЭ).

ПТК АРЧМ должен автоматически контролировать, по величине текущей активной мощности и действующего напора, соответствие режима работы агрегата с разрешенным диапазоном работы и, в случае несоответствия, выдает предупредительный сигнал оператору о работе гидротурбины в зоне запрещенных нагрузок.

4.9.7.6 ПТК АРЧМ должен обеспечить автоматическое ограничение максимальной активной мощности гидроагрегата и ограничение положения регулирующего органа турбины, с учетом величины действующего напора. При достижении предельной величины активной мощности или положения исполнительного органа турбины АРЧМ формирует предупредительный сигнал оператору.

4.9.7.7 АРЧМ должен обеспечить соблюдение линии ограничения минимальной мощности по эксплуатационной характеристике гидротурбины.

4.9.8 Останов гидроагрегата

4.9.8.1 В ходе остановов гидроагрегата (СТОП1 – СТОП4) ПТК АРЧМ должен обеспечить управление исполнительными органами турбины по командам от ПТК ТАиУВО.

4.9.8.2 По команде ТАиУВО "Стоп" (нормальный останов гидроагрегата) ПТК АРЧМ должен обеспечить:

– до момента отключения выключателя генератора: закрытие регулирующего органа турбины до величины холостого хода (тем самым обеспечивается разгрузка гидроагрегата до 0 МВт);

– после отключения выключателя генератора: полное закрытие регулирующего органа турбины.

Закрытие регулирующего органа турбины для обеспечения гарантий регулирования должно осуществляться с допустимой скоростью (в соответствии с РЭ изготовителя турбины).

4.9.8.3 Для поворотно-лопастных и диагональных турбин ПТК АРЧМ при нормальном останове должен обеспечить установку лопастей рабочего колеса на пусковой угол после закрытия направляющего аппарата.

***Примечание**: Пункт 4.9.8.3 следует исключить, если технические требования составляются не для поворотно-лопастных или диагональных турбин.*

4.9.8.4 По команде ТАиУВО "Защитный останов" (срабатывание технологических защит гидроагрегата) ПТК АРЧМ должен обеспечить:

– полное закрытие регулирующего органа турбины без контроля отключенного положения выключателя генератора.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

Закрытие регулирующего органа турбины для обеспечения гарантий регулирования должно осуществляться с допустимой скоростью (в соответствии с РЭ изготовителя турбины).

4.9.8.5 Для поворотно-лопастных и диагональных турбин ПТК АРЧМ при быстром останове должен обеспечить установку лопастей рабочего колеса на тормозной угол (значение тормозного угла должно устанавливаться в настройках ПТК АРЧМ).

***Примечание**: Пункт 4.9.8.5 следует исключить, если технические требования составляются не для поворотно-лопастных или диагональных турбин.*

4.9.8.6 ПТК АРЧМ обеспечивает аварийный останов гидроагрегата (с помощью устройств аварийного закрытия) в случае возникновения аварийной ситуации (раздел 4.9.12) из любого режима работы.

4.9.8.7 Обеспечение гарантий регулирования при срабатывании устройства аварийного закрытия НА должно обеспечиваться настройкой гидравлической схемы управления регулирующими органами турбины на допустимую скорость закрытия.

4.9.9 Регулирование частоты вращения и мощности

4.9.9.1 Для хранения и изменения уставки частоты вращения должен использоваться задатчик частоты вращения. Величина задатчика вычитается из измеренного текущего значения частоты. Полученная разность является ошибкой регулирования. Она должна использоваться как входная величина формирователя закона стабилизации частоты.

4.9.9.2 Содержимое задачика частоты должно изменяться в следующих случаях:

– на холостом ходу, при поддержании постоянного скольжения генератора по отношению к сети для синхронизации (автоматическая подгонка частоты, пункт 4.9.4.10) – запись частоты сети с учетом величины скольжения, заданной в настройках регулятора;

– при переходе на холостой ход в момент отключения от сети - запись уставки равной 100 % (соответствующей частоте 50 Гц);

– при ручном изменении уставки в соответствии с выбранной скоростью изменения уставки частоты по командам "Больше", "Меньше" от ключа управления АРЧМ на МПУ.

При включенной автоподгонке ручное управление задатчиком частоты должно быть заблокировано и команды "Больше", "Меньше" от ключа управления АРЧМ на МПУ не отрабатываются.

4.9.9.3 В качестве настраиваемых параметров автоматической подгонки частоты должны применятся:

– величина скольжения;

– диапазон возможных значений частоты сети, внутри которого автоподгонка разрешена.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.9.9.4 Диапазон изменения уставки частоты должен быть установлен в ±15 % от номинальной, (85÷115 %). Скорость ее изменения задается уставкой скорости изменения задатчика частоты.

4.9.9.5 При работе на холостом ходу или в сети в режимах "Частота" и "Частота - астатический" формирование положения регулирующего органа турбины по отклонению частоты должно производиться по пропорционально-интегрально-дифференциальному (ПИД) или другому закону регулирования.

4.9.9.6 Сигнал отклонения частоты гидроагрегата от величины задания должен предварительно обрабатываться в блоке фильтров. Фильтры служат для подавления случайных высокочастотных помех.

4.9.9.7 Для различных режимов работы гидроагрегата должны быть предусмотрены разные коэффициенты управления для регулятора частоты:

– при работе на холостом ходу;

– при работе в сети в режиме "Частота";

– при работе в сети в режиме "Частота - астатический".

Переход на коэффициенты для разных режимов должен производиться автоматически.

4.9.9.8 Для обеспечение участия ГА в первичном регулировании частоты (ОПРЧ/НПРЧ) при работе в сети в режимах "Мощность" и "Изолированный" АРЧМ должен обеспечить формирование частотной коррекции в соответствии с решениями пункта 4.9.9.14.

Переключение между режимами ОПРЧ и НПРЧ должно осуществляться программным ключом в настройках ПТК АРЧМ.

4.9.9.9 Для хранения и изменения уставки мощности должен использоваться задатчик мощности. Величина задатчика вычитается из измеренного текущего значения мощности, полученная разность является ошибкой регулирования. Она должна использоваться как входная величина формирователя закона стабилизации мощности.

4.9.9.10 Содержимое задачика мощности должно изменяться в следующих случаях:

– в режиме "Мощность" или "Изолированный" в момент включения выключателя или при выходе из режима "СК" – в соответствии с выбранной скоростью изменения уставки мощности устанавливается значение мощности для автоматической загрузки (значение определяется в настройках регулятора) с целью минимизации времени работы гидроагрегата на малых нагрузках в запрещенной зоне;

– в режиме "Мощность" или "Изолированный" при ручном изменении уставки в соответствии с выбранной скоростью изменения уставки мощности по командам "Больше" – "Меньше" или ручным вводом с операторской панели;

– в режиме "Мощность" или "Изолированный" при работе под управлением ГРАМ в соответствии с принятым от ГРАМ заданием активной мощности;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– в прочих режимах значение задатчика мощности определяется текущей активной мощностью гидроагрегата (измеренной – при включенной обратной связью по мощности; определенной по заданной зависимости активной мощности от положения регулирующих органов гидротурбины и текущего напора/высоты отсасывания – при отключенной обратной связью по мощности).

4.9.9.11 При работе в сети в режиме "Мощность" формирование положения регулирующего органа турбины должно производиться двумя составляющими:

– составляющей с прямым каналом, рассчитываемым от текущего задания активной мощности по эксплуатационной характеристике гидроагрегата (заданной зависимости активной мощности от положения регулирующих органов гидротурбины и текущего напора/высоты отсасывания);

– регулирующей составляющей по пропорционально-интегральному (ПИ) или другому закону регулирования по сигналу отклонения мощности гидроагрегата от величины задания.

4.9.9.12 Сигнал отклонения мощности гидроагрегата от величины задания должно предварительно обрабатываться в блоке фильтров. Фильтры служат для подавления случайных высокочастотных помех.

4.9.9.13 При работе в сети в режиме "Изолированный" формирование положения регулирующего органа турбины должно производиться только одной составляющей:

– с прямым каналом, рассчитываемым по эксплуатационной характеристике гидроагрегата (заданной зависимости активной мощности от положения регулирующих органов гидротурбины и текущего напора/высоты отсасывания с учетом КПД генератора).

4.9.9.14 При работе в сети в режимах "Мощность" или "Изолированный" регулятор должен обеспечить участие гидроагрегата в ОПРЧ/НПРЧ (в зависимости от программного ключа режима регулирования частоты при работе в сети).

Для улучшения реакции машины на изменения частоты вращения, канал воздействия по частоте представляется в виде апериодического звена, коэффициенты которого вычисляются по формулам:

$$K = \frac{1}{bp}, T = \frac{Td}{Kp},$$

где:

bp – заданная величина статизма;

Kp, Td – коэффициент усиления и постоянная времени интегрирования регулятора частоты вращения для режима "Мощность" или "Изолированный".

4.9.9.15 В режиме "Мощность" или "Изолированный" в канале измерения частоты должна быть предусмотрена возможность установки "мертвой зоны" (для ОПРЧ и НПРЧ уставки "мертвой зоны" должны быть разные).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.9.9.16 Для проведения испытаний на соответствие АРЧМ требованиям ОПРЧ и НПРЧ должна быть предусмотрена возможность ручного ввода отклонения частоты вращения гидроагрегата от номинального значения. Ручной ввод отклонения частоты вращения гидроагрегата должен включаться и отключаться программным ключом в настройках АРЧМ и действует только на функции ОПРЧ и НПРЧ.

4.9.10 Регулирование по водотоку

4.9.10.1 Регулирование по водотоку должно производиться по уровню воды в верхнем бьефе или расходу воды через турбину.

4.9.10.2 Задача регулятора должна сводиться к поддержанию постоянного уровня в верхнем бьефе с максимально возможным КПД гидроагрегата.

***Примечание**: Регулирование по водотоку поставляется по требованию заказчика. При необходимости, требования к регулированию по водотоку должны быть определены заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.9.11 Ограничители

4.9.11.1 В программной части ПТК АРЧМ должны быть реализованы функции ограничителя открытия регулирующего органа турбины.

4.9.11.2 Величина нижнего ограничения открытия должна определяться:

– при работе гидроагрегата в сети (в любом режиме) используется зависимая от действующего напора величина открытия, при которой частота вращения гидроагрегата на холостом ходу равняется нижнему допустимому пределу по условиям синхронизации;

– при работе на холостом ходу используется указанная в настройках регулятора уставка минимального открытия регулирующего органа турбины.

4.9.11.3 Положение исполнительного органа турбины в любом режиме работы не должна быть меньше значения нижнего ограничителя.

4.9.11.4 Величина верхнего ограничения открытия должна определяться:

– автоматически, в зависимости от режима работы гидроагрегата (режимное ограничение);

– оператором, в соответствии с введенной уставкой.

4.9.11.5 Режимное ограничение открытия должно определяться следующим образом:

При пуске гидроагрегата:

– до достижения скорости вращения гидроагрегата 70-95 % (определяется настройками АРЧМ) - первое пусковое открытие. Величина должно формироваться в зависимости от напора и обеспечивает заданное ускорение гидроагрегата при разгоне его из остановленного состояния до частоты вращения, близкой к синхронной;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– при достижении скорости вращения 70-95 % (определяется настройками АРЧМ), а также на холостом ходу – второе пусковое открытие. Величина второго пускового открытия должна формироваться в зависимости от напора и обеспечивает частоту вращения гидроагрегата на холостом ходу равную верхнему, допустимому по условиям синхронизации, пределу.

При работе гидроагрегата в сети, ограничение открытия должно задаваться в программе управления минимальным значением из следующих:

– верхнего ограничения по эксплуатационной характеристике гидротурбины (назначение – предотвратить перегрузку гидроагрегата по активной мощности в зоне нормальных и повышенных напоров и препятствовать чрезмерному увеличению расхода при пониженных напорах);

– ограничением открытия по условиям кавитации (назначение – предотвратить работу гидроагрегата в области возникновения эффекта кавитации и, тем самым, продлить срок службы турбины).

При останове гидроагрегата по команде "Стоп" после отключения выключателя, по команде "Защитный останов", а также при переходе в режим СК – верхнее ограничение должно принимать отрицательное значение, обеспечивая тем самым полное закрытие направляющего аппарата с натягом.

4.9.11.6 Положение исполнительного органа турбины в любом режиме работы не должно быть больше значения верхнего ограничителя открытия.

4.9.11.7 В программной части ПТК АРЧМ должны быть реализованы функции верхнего ограничителя задания мощности гидроагрегата, величина которого определяется:

– линией верхнего ограничения по эксплуатационной характеристике;

– максимальной мощностью генератора.

4.9.11.8 Задатчик мощности не должен быть больше верхнего ограничителя мощности.

4.9.11.9 Для исключения работы гидроагрегата в зоне запрещенной работы (реализация требований пункта 4.9.7.5) в ПТК АРЧМ должны быть предусмотрены настраиваемые зоны работы гидроагрегата:

– зона (или нескольких зон) разрешенной работы гидроагрегата;

– зона (или нескольких зон) ограниченной работы гидроагрегата.

Каждая зона работы гидроагрегата задается двумя линиями (зависимостями от напора) верхней и нижней границ мощности.

Зоны, не заданные в настройках ПТК АРЧМ как зоны разрешенной работы или зоны ограниченной работы, должны считаться зонами запрещенной работы.

4.9.11.10 Задатчик мощности не может быть установлен внутри зоны запрещенной работы.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.9.12 Авария регулятора

4.9.12.1 ПТК АРЧМ должны реализовывать следующие защиты, которые формируют сигнал "Авария АРЧМ" и запускают алгоритм аварийного останова гидроагрегатов с воздействием на устройство аварийного закрытия НА:

– большое пусковое открытие - при пуске гидроагрегата открытие регулирующего органа более 50 %;

– разгон 1 ступени – частота вращения гидроагрегата более 115 % при отсутствии смещения регулирующего органа турбины на закрытие;

– разгон 2 ступени – частота вращения больше заданной заводом изготовителем турбины аварийной уставки или частота вращение не снижается ниже 115 % в течении установленного в настройках АРЧМ времени (определяется заводом изготовителем турбины и уточняется на этапе пусконаладочных работ);

– при открытии регулирующего органа турбины без команды "Пуск" от ТАиУВО;

– при неисправности датчиков частоты вращения гидроагрегата;

– снижение давления рабочей жидкости меньше аварийной уставки;

– неисправность управления регулирующими органами – регулирующие органы гидроагрегата не позиционируются в соответствии с заданием ПТК АРЧМ (в том числе рассогласование комбинаторной зависимости для поворотно-лопастных и диагональных турбин).

4.9.12.2 Исправность контроллера ПТК АРЧМ должна контролироваться сторожевым таймером. Контроллер ПТК АРЧМ на диагностическом выходе должен формировать мигающий сигнал с частотой 0,5÷1 Гц. При "замирании" сигнала более чем на 2 секунды или пропадании питания ПТК АРЧМ отключается реле времени, контакты которого действуют непосредственно (без участия контроллеров смежных ПТК) на срабатывание устройства аварийного закрытия НА.

4.9.13 Комбинаторная зависимость

***Примечание**: Требования настоящего раздела применяются к поворотно-лопастным и диагональным турбинам.*

4.9.13.1 Комбинаторный механизм поворотно-лопастной или диагональной турбин формирует зависимость угла разворота лопастей рабочего колеса (положение сервомотора лопастей рабочего колеса) от открытия в свету лопаток направляющего аппарата (положения сервомотора направляющего аппарата) и действующего на турбину напора для получения максимального КПД.

4.9.13.2 Структура комбинатора должна учитывать:

– связь между комбинаторными кривыми при различных напорах;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– необходимость коррекции комбинаторных кривых в процессе эксплуатации.

4.9.13.3 Текущая комбинаторная зависимость должна формироваться на основе семейства нескольких заданных кривых, каждая кривая описывает комбинаторную зависимость при определенном значении напора. При промежуточных значениях напора для вычислений должна производиться линейная интерполяция между двумя кривыми, соответствующими двум ближайшим к текущему значениям напора. Каждая кривая должна задаваться в виде табличной функции - то есть, определяется парами точек открытие направляющего аппарата - разворот лопастей рабочего колеса.

4.9.13.4 Таблицы комбинаторной зависимости должны задаваться в настройках ПТК АРЧМ и должны быть доступны для корректировки в процессе эксплуатации гидроагрегата.

4.10 Дополнительные требования АРЧМ для ковшовых турбин

***Примечание**: Раздел 4.10 следует пропустить, если технические требования составляются не для ковшовых турбин.*

4.10.1 Комбинаторная зависимость гидроагрегата с ковшовой турбиной

4.10.1.1 Комбинаторный механизм ковшовой турбины должен формировать зависимость положения дефлекторов от положения игл сопел и, действующего на турбину, напора для обеспечения расстояния от кромки дефлектора до струи воды не более 7-9 мм.

4.10.1.2 Структура комбинатора должна учитывать:

– связь между комбинаторными кривыми при различных напорах;

– необходимость коррекции комбинаторных кривых в процессе эксплуатации.

4.10.1.3 Текущая комбинаторная зависимость должна формироваться на основе семейства нескольких заданных кривых, каждая кривая описывает комбинаторную зависимость при определенном значении напора. При промежуточных значениях напора для вычислений должна производиться линейная интерполяция между двумя кривыми, соответствующими двум ближайшим к текущему значениям напора. Каждая кривая должна задаваться в виде табличной функции - то есть, определяется парами точек положение игл сопел – положение дефлектора.

4.10.1.4 Таблицы комбинаторной зависимости должны задаваться в настройках ПТК АРЧМ и должны быть доступны для корректировки в процессе эксплуатации гидроагрегата.

4.10.2 Пуск гидроагрегата с ковшовой турбиной

4.10.2.1 Пуск турбины производится с двумя пусковыми открытиями с оптимальным количеством открытых сопл для достижения минимального времени пуска с учетом снижения радиальных нагрузок на подшипник.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.10.3 Останов гидроагрегатов с ковшовыми турбинами

4.10.3.1 ПТК АРЧМ при нормальном останове должен обеспечить последовательное закрытие сопл с настроенной скоростью. Дефлекторы при этом должны работать по комбинаторной зависимости.

4.10.3.2 ПТК АРЧМ при быстром останове должен обеспечить одновременное закрытие дефлекторов, затем закрытие с максимально допустимой скоростью сопл.

4.11 Дополнительные требования АРЧМ для обратимых гидроагрегатов

***Примечание**: Раздел 4.11 следует пропустить, если технические требования составляются не для обратимых гидроагрегатов.*

4.11.1 Общие указания

4.11.1.1 Дополнительно к требованиям пункта 4.9.7.2, при работе в сети для обратимого гидроагрегата предусмотрены режимы:

- насосный режим – АРЧМ обеспечивает открытие направляющего аппарата в соответствии с линией открытия направляющего аппарата от напора (определяется заводом изготовителем турбины и задается для насосного режима в настройках АРЧМ), чтобы обеспечить оптимальный режим работы гидроагрегата;
- СК насосного режима – АРЧМ обеспечивает полное закрытие направляющего аппарата при насосном направлении вращения турбины.

4.11.1.2 ПТК АРЧМ для обратимых гидроагрегатов дополнительно к требованиям раздела 4.9.2 должен контролировать:

- активную мощность гидроагрегата в насосном режиме;
- направление вращения гидроагрегата.

4.11.2 Пуск обратимых гидроагрегатов

4.11.2.1 Пуск обратимого гидроагрегата в насосные режимы должен осуществляться от ТПУ, ПТК АРЧМ при этом должен обеспечить закрытое положение направляющего аппарата.

4.11.2.2 После включения в сеть ПТК АРЧМ должен открыть направляющий аппарат и поддерживать открытие в соответствии с линией открытия направляющего аппарата от напора для насосного режима.

4.11.3 Останов обратимых гидроагрегатов

4.11.3.1 При останове из насосного режима направляющий аппарат должен закрыться до открытия отключения выключателя при насосном режиме (задается в настройках ПТК

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

АРЧМ). После отключения выключателя происходит полное закрытие направляющего аппарата.

4.11.4 Быстрый переход обратимого гидроагрегата из насосного режима в генераторный

4.11.4.1 ПТК АРЧМ должен предусматривать возможность организации быстрого перехода в генераторный режим.

***Примечание**: Необходимость реализации быстрого перехода из насосного режима в генераторный должна быть указана заказчиком при уточнении технических требований при реализации САУ ГА.*

4.11.4.2 Во время быстрого перехода из насосного режима в генераторный ПТК АРЧМ должен обеспечить:

– направляющий аппарат закрывается до открытия быстрого перехода (задается в настройках ПТК АРЧМ);

– после изменения направления вращения на турбинное, выполняется алгоритм нормального пуска в турбинный режим.

4.11.4.3 Если во время быстрого перехода из насосного режима в генераторный не происходит изменение направления вращения, должен срабатывать защитный останов.

4.12 Требования к управлению маслонапорной установкой

4.12.1 Общие указания

4.12.1.1 Алгоритмы управления МНУ должны быть реализованы в рамках ПТК АРЧМ (кроме функций, описанных в пункте 4.12.1.2).

4.12.1.2 Функции по управлению лекажным агрегатом должны быть реализованы на отдельной независимой аппаратной базе – шкафом управления лекажным агрегатом. ПТК АРЧМ должен осуществлять только контроль за работой данной системы:

– контроль исправности схемы управления;

– уровня масла в лекажном баке.

Подробно описание лекажным агрегатом приведено в разделе 4.12.3.

4.12.2 Описание управления МНУ

4.12.2.1 ПТК АРЧМ в части управления МНУ должен выполнять следующие функции:

– прием, контроль достоверности и обработку входных сигналов;

– поддержание давления и уровня в гидроаккумуляторе МНУ в нормальных пределах;

– контроль уровня и температуры масла в сливном баке МНУ;

– контроль исправности датчиков и механизмов МНУ;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– управление насосами МНУ (включая контроль напряжения питания, положения ключа управления);

– электрические защиты насоса МНУ;

– управление перепускными клапанами;

– контроль уровней масла в аккумуляторе и сливном баке МНУ;

– управление клапаном впуска воздуха;

– обеспечение электропитания датчиков и электромагнитов;

– формирование сигнала готовности МНУ к пуску гидроагрегата;

– формирование защитных сигналов для цепей технологической автоматики гидроагрегата, а также информационных сигналов и параметров работы МНУ для верхнего уровня управления.

4.12.2.2 Схема управления двигателем насоса МНУ должна быть реализована отдельным шкафом в соответствии с требованиями раздела 4.6.

4.12.2.3 В схеме управления насосом МНУ должно быть предусмотрено:

– устройство плавного пуска для включения / отключения двигателя насоса;

– защиты, действующие на отключение / блокировку включения двигателя и реализованные устройством плавного пуска совместно с вводными плавкими предохранителями: максимальная токовая защита, защита от перегрузки, защита от понижения напряжения на вводе, проверка чередования фаз;

– возможность прямого (независимо от ПТК АРЧМ) ручного включения насоса МНУ ключом со шкафа управления насосом МНУ.

4.12.2.4 ПТК АРЧМ должна осуществлять управление:

– режимом работы насоса (автоматический / ручной) – программными ключами с АРМ ВУ, с ОП;

– режимом смены очереди включения насоса МНУ (автоматическая смена очереди, насос 1-ой очереди, насос 2-ой очереди, насос 3-ей очереди) – программными ключами с АРМ ВУ, с ОП;

– режимом подогрева масла (автоматический подогрев включен /отключен) – программными ключами с АРМ ВУ, с ОП;

– режимом охлаждения масла (автоматическое охлаждение включено / отключено) – программными ключами с АРМ ВУ, с ОП;

– режимом подкачки воздуха в гидроаккумулятор (автоматическая подкачка включена / отключена) – программными ключами с АРМ ВУ, с ОП;

– в ручном режиме управления насосами осуществлять ручной пуск и останов насосов МНУ – программными ключами с АРМ ВУ, с ОП.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– прямое ручное управление насосами МНУ (без участия контроллера ПТК АРЧМ) – ключами управления, расположенными по месту расположения насосов МНУ (на силовом шкафу управления насосом).

4.12.2.5 Ручное управление насосом МНУ со шкафа ПТК АРЧМ должно предполагать также управление перепускным клапаном насоса и должно осуществляться через контроллер ПТК АРЧМ с соблюдением последовательности пуска насоса, описанной в пункте 4.12.2.19.

4.12.2.6 Прямое ручное управление насосом МНУ ключом, расположенным на силовом шкафу управления насосом, должно осуществляться подачей команды непосредственно на устройство плавного пуска двигателя МНУ. Управление перепускным клапаном в этом случае не предполагается и, при необходимости, должно осуществляться вручную.

4.12.2.7 Должна быть предусмотрена защита от повышения давления в гидроаккумуляторе выше нормы. Для этого в схеме управления насосом должно быть предусмотрено реле давления, действующее на отключение насоса при повышении давления выше настроенной уставки или должен быть предусмотрен предохранительный клапан в напорной линии насоса.

4.12.2.8 Должна быть предусмотрена блокировка включения / отключение насоса МНУ по температуре масла в сливном баке МНУ. Данная блокировка применяется при наличии соответствующего требования изготовителя МНУ, описанного в РЭ.

4.12.2.9 ПТК АРЧМ должен формировать сигнал готовности МНУ к пуску гидроагрегата по следующим условиям:

– отсутствует аварийно-низкий уровень масла в гидроаккумуляторе МНУ;

– давление в гидроаккумуляторе МНУ выше уставки включения резервного насоса.

4.12.2.10 Алгоритм управления МНУ должен предусматривать управление тремя насосами в соответствии с очередностью, заданной оперативным персоналом.

4.12.2.11 Для насосов МНУ должны быть предусмотрены следующих режимах работы:

– автоматический;

– отключен;

– ручной.

В автоматическом режиме насосу МНУ должна быть назначена очередь включения:

– насос 1-ой очереди (основной);

– насос 2-ой очереди (резервный);

– насос 3-ей очереди (второй резервный).

4.12.2.12 Включение и отключение насосов МНУ в автоматическом режиме должно производиться в соответствии с уставками давления в аккумуляторе для каждой очереди.

4.12.2.13 Кроме автоматического режима алгоритм должен предусматривать ручное управление насосами с помощью программных ключей управления на АРМ ВУ, на ОП.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.12.2.14 Очередность включения насосов должна выполняться вручную или автоматически. При автоматическом режиме должно быть предусмотрено переключение насосов МНУ циклически (смена очереди должна осуществляется при выключении всех насосов, работающих в автоматическом режиме).

4.12.2.15 В ПТК АРЧМ должен быть предусмотрен ввод сигналов от двух аналоговых преобразователей давления в аккумуляторе.

Для работы должен выбираться достоверный датчик. Переключение рабочего датчика должно осуществляться только при выходе из строя рабочего датчика или по команде оператора.

При появлении разницы показаний датчиков давления больше 2% должна срабатывать предупредительная сигнализация, система должна продолжить работу с текущим выбранным датчиком. В этом случае требуется вмешательство оперативного персонала для определения рабочего датчика.

4.12.2.16 По давлению в аккумуляторе должны формироваться следующие сигналы:

– номинальное давление;
– включение насоса 1 очереди;
– включение насоса 2 очереди;
– включение насоса 3 очереди;
– низкое давление (предупредительная сигнализация);
– аварийно-низкое давление (аварийная сигнализация и формирование сигнала "Авария МНУ");
– высокое давление (предупредительная сигнализация);
– включение и отключение подкачки воздуха.

4.12.2.17 По уровню масла в гидроаккумуляторе МНУ должны формироваться следующие сигналы:

– низкий уровень (предупредительная сигнализация);
– аварийно-низкий уровень (аварийная сигнализация и формирование сигнала "Авария МНУ");
– высокий уровень (предупредительная сигнализация);
– отключение подкачки воздуха;
– включение подкачки воздуха и отключение насосов МНУ.

4.12.2.18 По уровню масла в сливном баке МНУ должны формироваться следующие сигналы:

– низкий уровень (предупредительная сигнализация);
– высокий уровень (предупредительная сигнализация);

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– аварийно-низкий уровень (аварийная сигнализация и блокировка пуска насосов МНУ).

4.12.2.19 Включение насосов МНУ должно происходить:

– в автоматическом режиме по командам ПТК САУ ГА при понижении давления в аккумуляторе в соответствии с очередью запуска насоса;

– в ручном режиме по ключу.

При включении насоса должен быть обеспечен пуск электродвигателя насоса без нагрузки. Постановка насоса под нагрузку (закрытие перепускного клапана) должен выполнятся после завершения пуска двигателя с заданной выдержкой времени.

4.12.2.20 Отключение насосов МНУ должно происходить:

– при достижении номинального давления в аккумуляторе;

– при выборе режима "Отключен" для насоса;

– при достижении уровня масла в аккумуляторе уставки отключения насосов;

– при аварийно-низком уровне масла в сливном баке МНУ.

4.12.2.21 Система должна предусматривать ввод дискретного сигнала о неисправности насоса. Сигнал должен формироваться схемой управления двигателем насоса МНУ при невозможности запустить электродвигатель. При наличии этого сигнала неисправный насос не должен участвовать в автоматическом управлении, а его роль начинает выполнять исправный насос.

***Примечание**: В схеме МНУ может присутствовать насос постоянной работы (насос жокея). Условия автоматической работы насоса жокея должны быть определены в РЭ на МНУ и уточняться заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.12.2.22 Алгоритм управления подкачкой воздуха должен формировать команду на включение соленоида клапана подачи воздуха при повышении уровня масла до уставки "включение подкачки воздуха".

Команда на отключение соленоида клапана подачи воздуха должна формироваться либо при понижении уровня масла до уставки "отключение подкачки воздуха", либо при повышении давления до уставки "отключение подкачки".

4.12.3 Управление лекажным агрегатом

4.12.3.1 САУ ГА должна обеспечить управление лекажным насосом для удаления протечек масла из лекажного бака.

4.12.3.2 Управление лекажным насосом должно осуществляться автономным устройством автоматики, организованным в виде отдельного шкафа управления лекажным насосом.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.12.3.3 Уровень в маслобаке лекажного агрегата должен контролироваться измерителем уровня, который на основании измерений должен обеспечить формирование сигналов:

- уровень включения насоса;
- уровень отключения насоса;
- аварийный уровень.

4.12.3.4 Шкаф ЛН должен формировать независимые сигналы в систему ЦС ГЭС.

- аварийный уровень;
- неисправность ЛН.

4.12.3.5 Режим включения лекажного насоса должен задаваться переключателем режима на шкафу управления ЛН. Шкаф должны иметь переключатели режима включения насоса с тремя положениями (положение переключателей в соответствии с приведенным порядком): "Ручное", "Отключено", "Автомат".

В положении "Автомат" включение двигателя лекажного насоса должно происходить при формировании сигнала "Уровень включения насоса", а отключение – при снижении уровня масла до уставки "Уровень отключения насоса".

В положении "Отключено" насос должен быть отключен.

В положении "Ручное" насос включается в ручном режиме независимо от уровня в лекажном баке и состояния управляющего измерителя уровня.

4.12.3.6 ПТК ТАиУВО должен обеспечить контроль работы автономной схемы управления ЛН. ПТК ТАиУВО должен контролировать уровень масла в лекажном баке, включение ЛН, исправность схемы управления ЛН, текущий режим включения ЛН.

4.12.3.7 ПТК ТАиУВО реализуется контроль повышения уровня масла в маслобаке лекажного агрегата. При повышении уровня масла до уставки срабатывания формируется предупредительный сигнал.

4.13 Требования к контролю вибрации ГА

4.13.1 Контроль вибрации гидроагрегата должен быть реализован стационарной системой вибрационного контроля. ПТК, на базе которого реализован контроль вибрации, далее по тексту называется ПТК ВК.

***Примечание**: Для гидроагрегатов мощностью менее 100 МВт и диаметром рабочего колеса менее 6 м допускается не оснащать гидроагрегат отдельным ПТК ВК. В этом случае гидроагрегаты могут оснащаться отдельными каналами измерения вибрации с учетом потребностей эксплуатации, реализованных в составе ПТК ТАиУВО.*

4.13.2 ПТК ВК должен обеспечить сбор данных для диагностирования неисправностей узлов гидроагрегата: необработанной измерительной информации (осциллограмм).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

***Примечание**: Функция сбора осциллограмм является обязательной для гидроагрегатов мощностью более 180 МВт.*

4.13.3 Состав измерительных каналов ВК определяется конструкцией гидроагрегата и должен включать как минимум:

– абсолютную радиальную вибрацию корпуса направляющих подшипников – в двух взаимно перпендикулярных направлениях для каждого направляющего подшипника;

– абсолютную осевую вибрацию корпуса опорных (упорных) подшипников, подпятников – для каждого опорного (упорного) подшипника, подпятника

– абсолютную вибрацию крышки турбины;

– относительную вибрацию вала направляющих подшипников – в двух взаимно перпендикулярных направлениях для каждого направляющего подшипника;

– относительную вибрацию диска опорных (упорных) подшипников, подпятника – в двух точках развернутых относительно оси вала на 90˚, для каждого соответствующего узла;

– относительную вибрацию и статическое смещение крышки турбины (относительно стен шахты турбины) в районе лопаток направляющего аппарата (для вертикальных гидроагрегатов);

– относительную вибрацию и статическое смещение упругой камеры подпятника на гидравлической опоре;

– радиальная вибрация железа статора – в районе каждого сегмента статора.

***Примечание**: Количество точек контроля при наличии эксплуатационной необходимости, подтвержденной соответствующим указанием завода-изготовителя гидроагрегата может быть увеличено (например, каналами измерения воздушного зазора ротор-статор, каналами контроля вибрации спинки статора и т.п.). В этом случае необходимый перечень параметров должен быть в явном виде указан заказчиком на этапе уточнении технических требований при создании САУ ГА.*

4.13.4 Измерительные датчики вибрации, используемые в составе ПТК ВК должны удовлетворять требованиям документа "Временные методические указания по мониторингу и контролю вибрационного состояния гидроагрегатов, оснащенных стационарными системами вибродиагностики", утвержденные распоряжением №141р от 23.06.2016 и ГОСТ Р 70810-2023 "Гидроэлектростанции. Гидроагрегаты. Эксплуатационный контроль вибрационного состояния опорных узлов".

4.13.5 Измеряемыми параметрами вибрации для опорных (неподвижных) частей ГА (кроме упругой камеры подпятника на гидравлической опоре и крышки турбины в районе лопаток направляющего аппарата относительно стенки шахты турбины) должны быть:

– среднее квадратическое отклонение, выраженное в микрометрах (мкм) – для радиальных абсолютных виброперемещений;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– среднеквадратическое отклонение характерных спектральных составляющих, выраженное в микрометрах (мкм) – для осевых абсолютных виброперемещений;

Измеряемыми параметрами вибрации для вращающихся частей, а также упругой камеры подпятника на гидравлической опоре и для крышки турбины в районе лопаток направляющего аппарата относительно стенки шахты турбины:

– размах относительного виброперемещения, выраженноем в микрометрах (мкм);

– статическое смещение, выраженное в микрометрах (мкм).

4.13.6 Для узлов гидроагрегатов должна устанавливаться зона оценки вибрационного состояния:

– зона "A" – отличное состояние;

– зона "B" – хорошее состояние;

– зона "C" – удовлетворительное состояние;

– зона "D" – неудовлетворительное состояние;

– зона "E" – плохое состояние;

– зона "F" – недопустимое состояние.

4.13.7 Границы зон вибрационного состояния гидроагрегата по показаниям датчиков абсолютной вибрации должны определяться в соответствии с критериями, описанными в документе "Временные методические указания по мониторингу и контролю вибрационного состояния гидроагрегатов, оснащенных стационарными системами вибродиагностики", утвержденные распоряжением №141р от 23.06.2016.

Границы зон вибрационного состояния гидроагрегата по показаниям датчиков абсолютной вибрации должны проверяться в характерных для данного ГА диапазонах частот:

– на оборотной частоте;

– на лопастной частоте;

– на лопаточной частоте;

– на частоте 100 Гц.

4.13.8 Границы зон вибрационного состояния гидроагрегата по показаниям датчиков относительной вибрации (биения) должны определяться изготовителем гидроагрегата.

4.13.9 Вибрационное состояние гидроагрегата должно определяться в установившихся режимах работы. Установившийся режим, определяющийся эксплуатационными характеристиками гидроагрегата, при условии, что изменение положения направляющего аппарата происходит со скоростью менее 0,4 максимальной скорости движения направляющего аппарата (сопл), которую определяют при проверке гарантий регулирования.

4.13.10 Контроль установившегося режима должен выполняться в ПТК АРЧМ и передаваться в ПТК ВК дискретным сигналом состояния "Установившийся режим ГА".

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.13.11 Вибрационное состояние гидроагрегата, соответствующие зонам "A", "B" и "C" должен предполагать работу гидроагрегата без ограничений.

4.13.12 Вибрационное состояние гидроагрегата, соответствующие зоне "D" должно предполагать работу гидроагрегата с ограничениями:

- запрет участия в НПРЧ;
- запрет участия в АВРЧМ (неготовность к групповому управлению от ГРАМ);
- наработка в зоне "D" не более 15000 часов.

4.13.13 Вибрационное состояние гидроагрегата, соответствующее зоне "E1" должно предполагать работу гидроагрегата с ограничением:

- запрет участия в НПРЧ;
- запрет участия в АВРЧМ (неготовность к групповому управлению от ГРАМ);
- наработка в зоне "E1" не более 1500 часов.

4.13.14 Вибрационное состояние гидроагрегата, соответствующее зоне "E2" должно предполагать работу гидроагрегата с ограничением:

- запрет участия в НПРЧ;
- запрет участия в АВРЧМ (неготовность к групповому управлению от ГРАМ);
- наработка в зоне "E1" не более 500 часов.

4.13.15 Вибрационное состояние гидроагрегата, соответствующее зоне "F" предполагает формирование аварийной сигнализации.

4.13.16 По каждому измерительному каналу вибрации ПТК ВК должен формировать предупредительный сигнал при превышении измеренного значения вибрации заданных в настройках ПТК ВК предупредительных уставок. Предупредительные уставки должны контролироваться в установившемся режиме (см. пункт 4.13.9).

4.13.17 По каждому измерительному каналу вибрации ПТК ВК должен формировать аварийный сигнал при превышении измеренного значения вибрации заданных в настройках ПТК ВК аварийных уставок. Аварийные уставки должны контролироваться в установившемся режиме (см. пункт 4.13.9).

***Примечание**: При наличии эксплуатационной необходимости, подтвержденной соответствующим указанием завода-изготовителя гидроагрегата контроль предупредительной и аварийной уставок могут быть реализованы не только в установившемся режиме, но, дополнительно, и в переходных режимах. В этом случае необходимость контроля уставок в переходных режимах должна быть в явном виде указана заказчиком на этапе уточнении технических требований при создании САУ ГА.*

***Примечание**: При наличии эксплуатационной необходимости, подтвержденной соответствующим указанием завода-изготовителя гидроагрегата могут быть предусмотрены дополнительные условия останова гидроагрегата по вибрационному*

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

состоянию. Условия останова должна быть в явном виде указаны заказчиком на этапе уточнении технических требований при создании САУ ГА.

4.13.18 ПТК ВК должен формирует выходные сигналы "Работа в зоне "D" ("E1" / "E2" / "F") по результату функции оценки. Если зона оценки, сформированная в ПТК ВК, хуже текущей зоны вибрационного состояния установленной оператором в ПТК ТАиУВО, ТАиУВО должен формировать предупредительную сигнализацию "Начало работы в худшей зоне D" ("E1" / "E2"), для зоны "F" – аварийную сигнализацию "Работа в зоне F".

После установления оператором текущей зоны "D" ("E1" / "E2") в ПТК ТАиУВО должен начинаться отсчет времени работы в данной зоне (счетчики предыдущих зон не останавливаются), формируются предупредительные сигналы "Запрет участия в АВРЧМ" (запрещается работа ГА в ГРАМ), "Запрет участия в НПРЧ" (запрещается включение режима НПРЧ).

При исчерпании допустимого времени работы в зонах "D" (15000 ч), "E1" (1500 ч), "E2" (500 ч) или установленной оператором зоне "F" должен формироваться предупредительный сигнал "Запрет пуска по вибрационному состоянию".

Восстановление допустимого ресурса по работе в зонах повышенной вибрации должен выполняться сбросом (обнулением) накопленных в ТАиУВО наработок после проведенного технического обслуживания гидроагрегата.

4.14 Требования к организации синхронизации

4.14.1 Для гидроагрегатов должны быть предусмотрены следующие режимы включения в сеть:

- точная автоматическая синхронизация;
- точная ручная синхронизация;
- самосинхронизация;
- включение при отсутствии синхронного напряжения на шинах ("темный пуск").

4.14.2 Все три режима должны быть реализованы на всех гидроагрегатах, исключение составляют гидроагрегаты малых ГЭС, для которых метод самосинхронизации может быть единственно доступным ввиду удешевления оборудования.

4.14.3 Основным режимом синхронизации должен быть режим точной автоматической синхронизации.

4.14.4 Для синхронизации напряжения генератора с напряжением сети должны сравниваться напряжение на сборной шине и напряжение на линейных выводах генератора по частоте и фазе (как правило для сравнения используются фазы А и С).

4.14.5 Функции синхронизации должны выполнять два устройства, устанавливаемые в составе МПУ:

- синхроноскоп с выходным реле контроля синхронизма;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– автосинхронизатор.

4.14.6 Цепи измерения и цепи синхронизации в шкафах САУ ГА должны быть разделены.

4.14.7 Для обратимого гидроагрегата для смены направления вращения должна быть предусмотрена смена чередования фаз (как правило, меняются местами фазы А и С).

4.14.8 Режим синхронизации гидрогенератора должен выбираться переключателем режима синхронизации, расположенным на шкафу МПУ. Переключатель должен иметь 4 положения:

– "Откл" (Отключено);

– "Авт" (Точная автоматическая синхронизация);

– "Ручн" (Точная ручная синхронизация);

– "СС" (Самосинхронизация).

4.14.9 По команде "Экстренный пуск от ПА" должен осуществляться пуск гидроагрегата с включением в сеть методом самосинхронизации как при положении "СС" ключа синхронизации, так и при положении "Авт".

4.14.10 Включение ВГ должно происходить:

– для точной автоматической синхронизации – командой от автосинхронизатора (на синхронное включение выключателя) при одновременном разрешающем сигнале устройства контроля синхронизма (синхроноскопа МПУ);

– для точной ручной синхронизации – ключом включения ВГ на МПУ при одновременном разрешающем сигнале устройства контроля синхронизма (синхроноскопа МПУ);

– для режима самосинхронизации – командой включения ВГ от ПТК ТАиУВО при одновременном замкнутом состоянии контактора, шунтирующего ротор в системе возбуждения (готовность СВ к включению методом самосинхронизации);

– включение при "темном пуске" – ключом включения ВГ на МПУ при одновременном нажатии кнопки "Темный пуск".

4.14.11 В режиме точной автоматической или ручной синхронизации напряжения с ТН сборной шины и линейных выводов генератора должны подаваться на устройство автосинхронизации и синхроноскоп.

4.14.12 Автосинхронизатор должен обеспечить контроль (в части решения задачи синхронизации):

– разности напряжения генератора и сети;

– скольжения напряжения генератора относительно напряжения сети;

– разность фаз напряжения генератора и сети.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

При требуемой разности напряжений, требуемом скольжении и при совпадении фаз сети и генератора устройством автосинхронизации должна подаваться команда на включение ВГ.

4.14.13 Подгонка напряжения генератора к напряжению сети должна осуществляться:

– но напряжению – системой возбуждения по команде из ТАиУВО "Подогнать напряжение генератора к напряжению сети";

– по величине скольжения – ПТК АРЧМ по команде из ТАиУВО "Включить автоматическую подгонку частоты";

– по фазе – ПТК АРЧМ по команде из ТАиУВО "Включить автоматическую подгонку частоты" за счет настроенного в ПТК АРЧМ скольжения частоты вращения генератора относительно частоты сети.

4.14.14 Допускается использовать для подгонки напряжения генератора к напряжению сети команды от устройства автосинхронизации "Увеличение частоты", "Уменьшение частоты" (в ПТК АРЧМ) "Увеличение напряжение", "Уменьшение напряжения" (в систему возбуждения).

4.14.15 Способ подгонки напряжения генератора к напряжению сети изложенный в пункте 4.14.13 является предпочтительным.

4.14.16 Синхроноскоп является показывающим прибором и должен служить для визуализации разности фаз и частоты напряжений, а также для формирования импульса, разрешающего включение ВГ.

4.14.17 Синхроноскоп должен применяться в режиме точной автоматической синхронизации в качестве устройства резервирования отказа устройства автосинхронизации, для защиты от несинхронного включения.

4.14.18 В режиме точной ручной синхронизации синхроноскоп должен являться основным индикаторным и разрешающим включение прибором.

4.14.19 В режиме самосинхронизации частота вращения ГА должна быть в пределах ±2 % от текущей частоты сети. ТАиУВО должна подать команду "самосинхронизация" в систему возбуждения, происходит замыкание контактора, шунтирующего ротор. При наличии сигнала готовности системы возбуждения к включению ВГ методом самосинхронизации ТАиУВО формирует команду на включение ВГ. Возбуждение подается после включения ВГ.

4.14.20 Для включения в сеть выключателя генератора в условиях отсутствия синхронного напряжения на шинах ("темный пуск") в шкафу МПУ дополнительно должна устанавливаться кнопка "Темный пуск", которая должна обеспечить вывод устройства контроля синхронизма (синхроноскопа) при включении выключателя методом ручной синхронизации.

Кнопка вывода устройства контроля синхронизма "Темный пуск" должна быть выполнена без фиксации нажатого положения и устанавливаться внутри МПУ. Нажатие кнопки

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

"Темный пуск" должно сопровождаться предупредительной сигнализацией и снятием готовности к пуску гидроагрегата любым другим методом включения в сеть кроме метода ручной синхронизации.

4.14.21 Уставки для устройств синхронизации должны выдаваться организации-проектировщику САУ ГА заказчиком и могут уточняться в ходе пусконаладочных работ.

4.15 Обеспечение человеко-машинного интерфейса

4.15.1.1 Устройства автоматики ПТК в составе САУ ГА должны обеспечивать передачу сигналов состояния на панель оператора САУ ГА и на ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС, прием команд управления панели оператора САУ ГА и от ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС. Перечень сигналов информационного обмена должен обеспечить полный контроль за режимом работы ГА. Перечень сигналов информационного обмена с ВУ АСУТП ГЭС и панелью оператора САУ ГА должен определятся на этапе проектирования.

4.15.1.2 Визуализация технологического процесса, управление и настройки ГРАМ должны быть предусмотрены с экранных форм:

- панели оператора САУ ГА;
- АРМ ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС.

4.15.1.3 В составе ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должны быть предусмотрены АРМ, с которых возможен доступ к мнемосхемам САУ ГА:

- на ГЩУ (ЦПУ) на рабочем месте начальника смены станции – два АРМ;
- в специальном оборудованном помещении оперативного персонала в машзале (места установки согласовываются с заказчиком) – по одному АРМ на каждое специально оборудованное место.

4.15.1.4 Экранные формы САУ ГА должны быть определены на этапе проектирования.

4.15.1.5 На панели оператора САУ ГА и ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должны быть предусмотрены получение, отображение и хранение событий (сообщений) в части работы ГА. Перечень событий для регистрации должен определятся на этапе проектирования.

4.15.1.6 На панели оператора САУ ГА и серверах ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должно быть предусмотрено архивирование данных ГА. Перечень сигналов ГА для архивирования должен уточняться на этапе проектирования. Время хранения архивной информации должно быть не менее 12 месяцев.

4.15.1.7 На АРМ ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС и панели оператора САУ ГА должно быть предусмотрено разграничение прав доступа для управления ГА.

4.16 Требования по взаимодействию с ВУ АСУТП ГЭС

4.16.1 Общие указания

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.16.1.1 Подключение ПТК в составе САУ ГА к ВУ АСУТП ГЭС должно осуществляться с целью организации удаленного (с АРМ центральных и групповых пультов управления) контроля за состоянием гидроагрегата, архивирования его параметров, а также удаленного управления гидроагрегатом.

4.16.1.2 Параметры гидроагрегата должны фиксироваться на ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС с временными характеристиками, приведенными ниже (Таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Временные характеристики регистрации и отображения информации

Группа параметров	Время отображения	Период архивирования
Температурные параметры	2 с	5 с
Положение исполнительных органов гидравлической схемы, скорость вращения гидроагрегата	1 с	0,5 с
Прочие аналоговые параметры	1 с	1 с
Дискретные параметры	1 с	0,5 с

4.16.2 Синхронизация времени

4.16.2.1 Контроллеры ПТК в составе САУ ГА (контроллеры, терминалы защит, контроллеры присоединения) должны синхронизировать текущее время внутренних часов от источников точного времени в составе ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС по ТСПД ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС.

4.16.2.2 Для устройств технологической автоматики синхронизация времени производится с использованием средств технологической сети передачи данных ВУ АСУТП ГЭС от серверов точного времени СОЕВ по протоколу NTP с точностью не хуже 1 мс.

4.16.3 Информационный обмен

4.16.3.1 Источником данных для ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должны быть интеллектуальные устройства (промышленные контроллеры, терминалы защит) ПТК в составе САУ ГА. ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должен выполнять сбор информации непосредственно с устройств автоматики, которые являются первыми источниками данных по цифровому протоколу (без ретрансляции сигналов смежными ПТК).

***Примечание**: Вновь создаваемые ПТК в составе САУ ГА должны удовлетворять структурным требованиям, приведенным в разделе 4.3 настоящего документа и при их соблюдении не требуют применения конверторов интерфейса в соответствии с пунктом 3.5.1.5 «Типовых технических требований на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП)». Тем не менее в обоснованных случаях (например, когда модернизация САУ ГА не затрагивает часть ПТК) допускается для интеграции*

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

устройств автоматики использовать конвертеры интерфейсов. Такая возможность должна быть явно указана заказчиком в разделе 4.3 (возможно с указанием подсистем в составе САУ ГА для которых применимо данное исключение) на этапе разработки технических требований при реализации САУ ГА.

4.16.3.2 Информационный обмен с ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС строится на основе протоколов, входящих в стек коммуникационных протоколов TCP/IP с поддержкой передачи метки времени и информации о статусе сигнала (такие как МЭК 61850 (MMS), ГОСТ Р МЭК 60870-5-104).

4.16.3.3 Передача данных от устройств автоматики в составе САУ ГА должна осуществляться комбинированно:

– по событиям (когда на сервера ВУ АСУТП передаются только изменения в процессе);

– в порядке цикла опроса;

– по принудительному запросу со стороны серверов ВУ АСУТП.

4.17 Требования к сигнализации

4.17.1 Общие указания

4.17.1.1 Для информирования оперативного персонала в САУ ГА должны быть реализованы следующие средства:

– сообщения верхнего уровня САУ ГА в рамках ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС;

– сообщения на панелях оператора или другая индикация (например, светодиодная) с расшифровкой событий по каждому ПТК отдельно;

– обобщенная звуковой и световой сигнализации.

4.17.2 Обобщенная звуковая и световой сигнализации

4.17.2.1 Звуковая и световая сигнализация должна обеспечить привлечения внимания оперативного персонала к событию на ГА.

4.17.2.2 Звуковая и световая сигнализация должна делиться на 2 типа:

– предупредительная сигнализация;

– аварийная сигнализация.

4.17.2.3 Световая и звуковая сигнализация должна носить обобщенный в рамках одного ПТК характер. Определение причины срабатывания сигнализации должно выполняться с помощью журнала сообщений панели оператора САУ ГА или журнала сообщений ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС. При этом тип звуковой и световой сигнализации должен быть таким же, как и тип сообщения в журналах событий панели оператора САУ ГА и ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС.

4.17.2.4 ПТК в составе САУ ГА кроме ПТК ТАиУВО (основного ПТК в составе САУ ГА) в части формирования сигнализации должны:

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– формировать обобщенную индикацию с подхватом "Авария" и "Предупреждение" с помощью ламп-индикаторов красного и желтого цвета соответственно, расположенных на двери соответствующего ПТК;

– формировать обобщенные в рамках ПТК сигналы "Авария" и "Предупреждение", передаваемые "сухим контактом".

4.17.2.5 ПТК ТАиУВО (основной ПТК в составе САУ ГА) в части формирования сигнализации должен:

– принимать обобщенные сигналы "Авария" и "Предупреждение" от прочих ПТК в составе САУ ГА;

– формировать индикацию с подхватом "Авария" и "Предупреждение" с помощью ламп-индикаторов красного и желтого цвета соответственно, расположенных на МПУ;

– формировать обобщенные в рамках САУ ГА сигналы "Авария" и "Предупреждение", передаваемые "сухим контактом" в панели центральной сигнализации (ЦС) ГЭС;

– формировать звуковую аварийную и предупредительную сигнализацию с помощью звукового сигнализатора, расположенного в МПУ.

4.17.2.6 Работа индикаторов «Авария» и «Предупреждение» для ПТК в составе САУ ГА должны формироваться следующим образом:

– индикатор должен мигать при возникновении аварийного или предупредительного события до сброса сигнализации (нажатия кнопки «Сброс сигнализации»). Мигание происходит с периодом 0,5 с, пока продолжает действовать условие хотя бы одного из зафиксированных событий (по которым не был выполнен сброс сигнализации), и с частотой 1,0 с, если прекратили действие условия зафиксированных событий.

– индикатор постоянно горит после сброса сигнализации, если продолжает действовать условие хотя бы одного из аварийных или предупредительных событий;

– индикатор гаснет, если выполнен сброс сигнализации и прекратили действие условия всех аварийных и предупредительных событий.

4.17.2.7 Звуковой сигнал должен формироваться при возникновении аварийного и предупредительного события. Выдача звукового сигнала должна прекращаться при сбросе сигнализации (нажатии кнопки «Сброс сигнализации») или по истечении времени, задаваемого уставкой, но не менее 10 с. Для предупредительного и аварийного события должны формироваться разные (различимые) звуковые сигналы.

4.17.2.8 Сигналы «сухой контакт» «Авария» и «Предупреждение» формируются при наличии хотя бы одного аварийного или предупредительного события соответственно.

Для фиксации срабатывания нового события на фоне уже действующих событий сигналы, передаваемые «сухим контактом», должны предусматривать кратковременный сброс

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

с повторной установкой по фронту каждого отдельного аварийного или предупредительного события.

4.18 Взаимодействие с измерителями электрических величин

4.18.1.1 В рамках САУ ГА должно быть предусмотрено взаимодействие ПТК ТАиУВО и ПТК АРЧМ с измерителями электрических величин для реализации функций автоматического управления ГА и регулирования мощности.

4.18.1.2 Информационный обмен между ИЭВ и контроллерами ПТК ТАиУВО и ПТК АРЧМ должны строиться с использованием цифровых каналам связи без использования ТСПД ВУАСУТП ГЭС (см. раздел 4.3).

4.19 Взаимодействие с системой возбуждения

4.19.1 В рамках САУ ГА должно быть предусмотрено взаимодействие ПТК ТАиУВО и системы возбуждения. При этом перечень сигналов должен быть достаточным для организации автоматического управления гидроагрегатом в соответствии с настоящими ТТ, но при этом должен быть ограничен необходимым для этого набором сигналов.

4.19.2 Информационные сигналы системы возбуждения, не участвующие в автоматическом управлении, должны передаваться непосредственно на верхний уровень с использованием цифровых каналов связи.

4.19.3 В составе МПУ должны быть предусмотрены следующие органы управления системой возбуждения:

- ключ управления возбуждением;
- ключ управления АГП и индикаторы положения АГП.

Ключи управления возбуждением и АГП – трехпозиционные ключи без фиксации в крайних положениях. Ключи должны действовать непосредственно в систему возбуждения.

4.19.4 На МПУ должны быть предусмотрена индикаторы положения АГП, которые электрическими цепями подключаются к отдельной независимой группе контактов АГП.

4.20 Взаимодействие с устройствами электрических защит

4.20.1 В рамках САУ ГА должно быть предусмотрено взаимодействие ПТК ТАиУВО и электрических защит генератора. При этом перечень сигналов должен быть достаточным для организации автоматического управления гидроагрегатом в соответствии с настоящими ТТ, но при этом должен быть ограничен необходимым для этого набором сигналов.

4.20.2 Информационные сигналы от устройств электрических защит, не участвующие в автоматическом управлении, должны передаваться непосредственно на верхний уровень с использованием цифровых каналов связи.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.20.3 ПТК ТАиУВО должен запускать алгоритм быстрого останова гидроагрегата по команде от электрических защит.

4.20.4 ПТК ТАиУВО должен проверяет готовность устройств электрических защит к пуску гидроагрегата.

4.20.5 Для обеспечения гарантированного отключения аварийного гидроагрегата от сети, в процессе аварийных остановов, ПТК ТАиУВО должен выдавать команду в электрические защиты генератора на срабатывание при неотключении выключателя.

4.20.6 Для исключения ложного срабатывания устройств электрических защит при включении генератора методом самосинхронизации ПТК ТАиУВО должен выдавать сигнал подготовки к включению выключателя методом самосинхронизации.

4.21 Взаимодействие с устройствами пожаротушения

4.21.1 В рамках САУ ГА должно быть предусмотрено взаимодействие ПТК ТАиУВО и устройств пожаротушения. При этом перечень сигналов должен быть достаточным для организации автоматического управления гидроагрегатом в соответствии с настоящими ТТ, но при этом должен быть ограничен необходимым для этого набором сигналов.

4.21.2 Дополнительные информационные сигналы от устройств автоматического пожаротушения генератора, не участвующие в автоматическом управлении, должны передаваться напрямую на верхний уровень.

4.21.3 ПТК ТАиУВО должна запускать алгоритм аварийного останова гидроагрегата по команде от системы пожаротушения с немедленным отключением выключателя и отключением возбуждения.

4.21.4 ПТК ТАиУВО должна проверять готовность системы пожаротушения к пуску гидроагрегата.

4.21.5 В составе МПУ гидроагрегата должна быть предусмотрена кнопка аварийного останова гидроагрегата с запуском пожаротушения, с непосредственным действием в систему пожаротушения генератора.

4.22 Взаимодействие с ГРАМ

4.22.1 САУ ГА должен обеспечить управление ГА по заданию от ГРАМ.

4.22.2 ГРАМ должен осуществлять управление ГА формируя и передавая в ПТК АРЧМ задание активной мощности. При этом, управление от ГРАМ должно осуществляться только, если ПТК АРЧМ работает в режиме регулирования мощности (режим «Мощность» или «Изолированный» по ГОСТ Р 70661-2023).

4.22.3 ПТК АРЧМ должен предусматривать два режима обработки полученного от ГРАМ задания:

– групповое управление включено;

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

– групповое управление отключено.

В соответствии с требованиями пункта 4.9.9.10 при включенном групповом управлении содержимое задатчика мощности ПТК АРЧМ должно определяться полученным от ГРАМ заданием мощности. Исполнение полученного задания мощности должно обеспечиваться ПТК АРЧМ с учетом всех действующих технологических ограничений.

4.22.4 ПТК АРЧМ должен обеспечить включение группового режима при получении команды включения от ГРАМ при наличии готовности к исполнению группового задания.

4.22.5 Готовность ПТК АРЧМ к исполнению группового задания должен формироваться следующими условиями:

– условия без фиксации:
  - ГА в сети;
  - режим ПТК АРЧМ поддержания мощности (режимы «Мощность» или «Изолированный» по ГОСТ Р 70661-2023);
  - нет команд на останов ГА;
– условия с фиксацией:
  - нет связи ПТК АРЧМ с контроллером ГРАМ;
  - нет действия технологических ограничений;
  - режим «дистанционный» управления ПТК АРЧМ;
  - переход к работе в режим «Изолированный» (по ГОСТ Р 70661-2023).

Условия с фиксацией должны сбрасываться командой из контроллера ГРАМ.

4.22.6 ПТК АРЧМ должен обеспечить передачу в ГРАМ сигналов:

– активная мощность ГА;
– мощность первичного регулирования частоты (ОПРЧ/НПРЧ);
– частота генератора;
– положение выключателей генераторов (дополнительно: положение разъединителей генератора для «жестких» блоков и блоков «генератор-трансформатор» без генераторного выключателя);
– сигнал участия ГА в НПРЧ;
– сигнал готовности к работе в групповом режиме;
– сигнал работы в групповом режиме;
– сигнал срабатывания АЧВР (при реализации на уровне САУ ГА).

4.22.7 ПТК АРЧМ должен обеспечить прием от ГРАМ следующих команд:

– задание активной мощности ГА;
– команда включения группового режима.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

***Примечание**: Требования настоящего раздела должны уточняться заказчиком при составлении технических требований для реализации САУ ГА с учетом технических решений действующего ГРАМ.*

4.23 Взаимодействие с ГРНРМ

4.23.1 САУ ГА должен обеспечить управление возбуждением ГА по заданию от ГРНРМ.

4.23.2 ГРНРМ должен осуществлять управление возбуждением ГА во взаимодействии с ПТК СВ формируя и передавая в ПТК СВ задание уставки возбуждения или воздействуя на уставку возбуждения командами больше/меньше.

4.23.3 Функции к СВ, в том числе по взаимодействию с ГРНРМ, должны рассматриваться отдельными техническими требованиями на СВ.

4.24 Взаимодействие с ПА

4.24.1 Взаимодействие ПА и САУ ГА осуществляется для организации управления гидроагрегатом по командам ПА.

4.24.2 САУ ГА должен обеспечить пуск гидроагрегата в генераторный режим по команде ПА на загрузку генератора. Режим включения в сеть определяется положением ключа режима работы гидроагрегата от противоаварийной автоматики, расположенном на ЦПУ.

В положении "Пуск от ПА разрешен" гидроагрегат включается в сеть способом, который выбран ключом синхронизации на МПУ.

В положении "Пуск от ПА запрещен" действие ПА на гидроагрегат блокируется.

В положении "Пуск от ПА в режиме самосинхронизации" гидроагрегат включается в сеть методом самосинхронизации независимо от того, в каком положении находится ключ синхронизации на МПУ.

4.25 Требования к метрологическому обеспечению

***Примечание**: Требования к метрологическому обеспечению определяются разделом 3.12 «Типовых технических требований на автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП)» и могут уточняться заказчиком на этапе составления технических требований при реализации САУ ГА.*

4.26 Требования к программному обеспечению

4.26.1 Программное обеспечение, входящее в состав САУ ГА, должно поставляться с необходимыми лицензиями (если программное обеспечение предусматривает лицензирование).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

4.26.2 SCADA-система в составе ВУ АСУТП ГЭС должен поддерживать протоколы ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, МЭК 61850 (MMS) для организации обмена с устройствами автоматики ПТК в составе САУ ГА.

***Примечание**: Перечень необходимых протоколов в обоснованных случаях (например, при интеграции не модернизируемых устройств автоматики в составе САУ ГА) может быть расширен заказчиком на этапе уточнения технических требований при реализации САУ ГА.*

4.26.3 В программном обеспечении контроллеров ПТК в составе САУ ГА, панели оператора САУ ГА, SCADA-системы ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должна быть предусмотрена возможность программного включения и отключения измерительных каналов ПТК в составе САУ ГА.

4.26.4 В программном обеспечении контроллеров ПТК в составе САУ ГА, панели оператора САУ ГА, SCADA-системы ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС должна быть предусмотрена возможность программного включения и отключения имитации входных и выходных сигналов ПТК в составе САУ ГА.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

5 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

5.1. Работы по созданию САУ ГА должны предусматривать следующие этапы выполнения работ:

– разработка и согласование с заказчиком технического задания на создание САУ ГА;

– разработка рабочей документации;

– подготовка персонала;

– комплектация средствами автоматизации;

– строительно-монтажные работы (далее – СМР);

– пуско-наладочные работы (далее – ПНР) САУ ГА (включая, при необходимости, работы в части смежных систем: ГРАМ, ПА, ВУ АСУТП и т.п.);

– автономные испытания САУ ГА;

– комплексные испытания САУ ГА;

– опытная эксплуатация САУ ГА;

– ввод в промышленную эксплуатацию САУ ГА.

5.2. СМР должен производиться в соответствии с проектной документацией и проектом производства работ (далее – ППР).

5.3. ПНР должен производиться в соответствии с программой ПНР, разработанной Исполнителем работ по созданию САУ ГА и утвержденной Заказчиком. При ПНР должны быть выполнены:

– проверка наличия эксплуатационной документации САУ ГА;

– проверка монтажа комплекса технических средств САУ ГА;

– проверка технических средств САУ ГА согласно разделу 1.8 ПУЭ;

– проверка готовности схемы электропитания технических средств САУ ГА, включение электропитания;

– проверка функционирования технических средств САУ ГА;

– установка (загрузка), настройка и проверка функционирования программного обеспечения САУ ГА;

– проверки, предусмотренные программами автономных и комплексных испытаний.

5.4. В случае необходимости отступления от согласованной проектной документации при СМР и ПНР в обязанности исполнителя работ по созданию САУ ГА должно входить внесение изменений в проектную документацию.

5.5. Персонал заказчика может участвовать при производстве ПНР для приобретения практических навыков по обслуживанию оборудованию. Персонал заказчика может

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

привлекаться при необходимости выполнения отдельных работ на действующем оборудовании заказчика.

5.6. Заказчик должен обеспечить допуск персонала исполнителя работ по созданию САУ ГА к месту производства работ, организует (при необходимости) вывод оборудования, предоставляет точки подключения к электрической сети питания и другие необходимые подключения к инфраструктуре.

5.7. Порядок и требования к проведению испытаний САУ ГА (на этапе предварительных испытаний, опытной эксплуатации, ввода в промышленную эксплуатацию) приведены в разделе 6.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

6.1. Испытания САУ ГА проводятся в соответствии с ГОСТ Р 59792-2021 «Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем».

6.2. Объектом испытаний является ГА, САУ ГА. Испытания проводятся на соответствие разработанному ТЗ на создание САУ ГА, действующей нормативно-технической документации.

6.3. Испытания САУ ГА проводятся этапами:

– автономные испытания;

– комплексные испытания;

– опытная эксплуатация;

– дополнительные испытания – при необходимости, после устранения недостатков, выявленных в ходе опытной эксплуатации.

6.4. Испытания производятся комиссией, в которую включаются представители заказчика, исполнителя работ по созданию САУ ГА.

6.5. До проведения испытаний исполнитель должен предоставить комиссии комплект рабочей, эксплуатационной и отчетной документации в соответствии с действующими нормативными документами.

6.6. Автономные и комплексные испытания САУ ГА проводятся по программам и методикам испытаний (ПМИ), которые разрабатываются исполнителем работ по созданию САУ ГА, согласуются с заказчиком. Результаты испытаний оформляются протоколами, которые утверждаются заказчиком.

6.7. По результатам автономных испытаний САУ ГА комиссией оформляется протокол, содержащий заключение о возможности допуска проверяемой части САУ ГА к комплексным испытаниям.

6.8. В ходе проведения комплексных испытаний должна производиться совместная проверка всех комплексов и узлов ГА. Комплексная проверка ГА, САУ ГА должна проводиться в два этапа: проверка на осушенном водоводе (проверка на «сухой спирали») и проверка с заполненным водоводом. Комплексные проверки могут проводиться по нескольким программам, каждая их которых охватывает разные свою функциональную часть ГА, САУ ГА.

6.9. Завершающим этапом комплексных испытаний должна быть предусмотрена непрерывная работа ГА в течении 72 часов.

6.10. По результатам комплексных испытаний ГА, САУ ГА комиссией должен оформляться протокол, содержащий заключение о возможности приемки САУ ГА в опытную эксплуатацию, а также перечень необходимых доработок и рекомендуемые сроки их выполнения (при необходимости).

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата

6.11. После успешных комплексных испытаний, САУ ГА должна приниматься в опытную эксплуатацию. Ввод в опытную эксплуатацию должен быть оформлен приказом заказчика.

6.12. Опытная эксплуатация должна проводиться в соответствии с программой опытной эксплуатации, которая разрабатывается исполнителем работ по созданию САУ ГА, утверждается заказчиком.

6.13. Продолжительность опытной эксплуатации должна быть не менее 1 месяца.

6.14. Во время опытной эксплуатации эксплуатационный персонал заказчика должен вести рабочий журнал, в который заносятся сведения о продолжительности функционирования системы, отказах, сбоях, аварийных ситуациях, изменениях параметров объекта автоматизации, проводимых корректировках документации и программных средств, наладке технических средств.

6.15. По результатам опытной эксплуатации комиссией должен составляться акт о приемке САУ ГА в постоянную (промышленную) эксплуатацию.

6.16. Заказчик должен обеспечить участие в испытаниях своих специалистов, а также, при необходимости, организует для проведения испытаний оформление заявок и вывод из работы своего оборудования.

Инв.№ подл. | Подп. и дата | Взам.инв.№ | Инв.№ дубл. | Подп. и дата