

**СТАНДАРТ
ОАО «ГидроОГК»**

**«Планирование технического перевооружения и
реконструкции оборудования.
Расчет варианта технического воздействия»**

**Гидротурбины.
Гидрогенераторы.
Трансформаторы.
Сорудерживающие решетки.
Затворы.**

Содержание

- [1. Область применения](#)
- [2. Нормативные ссылки](#)
- [3. Термины, определения, обозначения и сокращения](#)
- [4. Общие положения](#)
- [5. Оценка значений параметров, характеризующих состояние оборудования](#)
- [6. Экономический расчет возможных технических решений](#)
- [7. Анализ вариантов технических решений и выбор оптимального решения](#)
- [8. Приложения к настоящему Стандарту](#)
 - [Приложение 1. «Ресурсопределяющие узлы оборудования»](#)
 - [Приложение 2. «Типовые отказы оборудования»](#)
 - [Приложение 3. «Шкала параметров состояния оборудования»](#)
 - [Приложение 4. «Расчет вероятностных кривых»](#)
 - [Приложение 5. «Укрупненный перечень аварийно-восстановительных работ по устранению последствий типовых отказов»](#)
 - [Приложение 6. «Экономико-математические основы выбора оптимальных воздействий»](#)

1. Область применения

Настоящий Стандарт ОАО «ГидроОГК» «Планирование технического перевооружения и реконструкции оборудования. Расчет варианта технического воздействия. Гидротурбины. Гидрогенераторы. Трансформаторы. Сороудерживающие решетки. Затворы» (далее – «Стандарт»):

- Является корпоративным нормативным документом, устанавливающим правила оценки состояния оборудования и расчетов, производимых при планировании работ по техническому перевооружению и реконструкции оборудования;
- Распространяется на гидравлические турбины (ПЛ, ПЛД, РО), гидрогенераторы, трансформаторы, сороудерживающие решетки, затворы установленные на гидравлических и гидроаккумулирующих электростанциях ОАО «ГидроОГК» (далее - Общество);
- Подлежит применению работниками ОАО «ГидроОГК», в том числе филиалов ОАО «ГидроОГК», выполняющими планирование производственных программ по техническому перевооружению и реконструкции оборудования.

2. Нормативные ссылки

При разработке настоящего Стандарта были использованы следующие стандарты и нормативные документы:

- СТО 17330282.27.140.001-2006 «Методика оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций»;
- Положение о технической политике ОАО «ГидроОГК», утвержденное Советом директоров (протокол от 21.02.2006 №15) и введенное в действие совместным приказом ОАО «ГидроОГК» и ОАО «УК ГидроОГК» от 06.07.2006 № 99/2714;
- Положение об инвестиционной деятельности ОАО «ГидроОГК», утвержденное Советом директоров ОАО «ГидроОГК» (протокол от 25.08.2006 № 23) и введенное в действие совместным приказом ОАО «ГидроОГК» и ОАО «УК ГидроОГК» от 06.09.2006 № 140/3564;
- РД 34.31.501-97 Методические указания по эксплуатации подпятников вертикальных гидроагрегатов;
- Стандарт МЭК № 609 IEC 60609;
- Методики проверки геометрической формы и размеров проточной части гидротурбин;
- РД 34.45-51.300.97 Объем и нормы испытаний электрооборудования;
- СО 153-34.45.501 Типовая инструкция по эксплуатации генераторов на электростанциях (РД 34.45.501);
- РД 34.31.501-97 Методические указания по эксплуатации подпятников вертикальных гидроагрегатов;
- РД 34.45.-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования;
- РД 34.35.516-89 Инструкция по учету и оценке работы релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем;
- РД 153-34.0-20.801-00 Инструкция по расследованию и учету технологических нарушений в работе энергосистем, электростанций и котельных, электрических и тепловых сетей (СО 34.20.801-00);

- СО 34.46.304-00 Положение об экспертной системе контроля и оценке состояния и условий эксплуатации силовых трансформаторов, шунтирующих реакторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения (РД153-34.3-46.304-00);
- СО 153-34.46.501 Инструкция по эксплуатации трансформаторов (РД 34.46.501);
- СО153-34.46.503 Типовая инструкция по эксплуатации маслонеполненных вводов на напряжение 110-750 кВ (РД34.46.503);
- РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования;
- СО 34.46.302-00 Методические указания по диагностике развивающихся дефектов трансформаторного оборудования по результатам хроматографического анализа газов растворенных в масле (РД153-34.0-46.302-00);
- РД ЭО 0410-02 Методические указания по оценке состояния и продлению срока службы силовых трансформаторов;
- РДИ 34-38-058-91 Типовая технологическая инструкция на капитальный ремонт трансформаторов напряжением 110-1150 кВ, мощностью 80 МВ-А и более;
- СО 34.46.304-00 Положение об экспертной системе контроля и оценке состояния и условий эксплуатации силовых трансформаторов, шунтирующих реакторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения (РД153-34.3-46.304-00);
- СО 34.46.304-00 Положение об экспертной системе контроля и оценке состояния и условий эксплуатации силовых трансформаторов, шунтирующих реакторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения (РД153-34.3-46.304-00);
- СО 153-34.46.501 Инструкция по эксплуатации трансформаторов (РД 34.46.501);
- РД 34.45-51.300-97 Объем и нормы испытаний электрооборудования;
- РД 34.35.516-89 Инструкция по учету и оценке работы релейной защиты и автоматики электрической части энергосистем;
- СО 153-34.21.501 Типовая инструкция по эксплуатации механического оборудования гидротехнических сооружений (РД 34.21.501);

3. Термины, определения, обозначения и сокращения

Весовой коэффициент (узла, критерия - (W, (%)) – коэффициент, характеризующий степень влияния (взаимосвязи) технического состояния узла на надежность эксплуатации и работоспособность оборудования в целом, либо степень влияния критерия на состояние узла в зависимости от соответствия критерия нормативам.

Дополнительные доходы (или дополнительные затраты) от замены оборудования – эффекты, связанные с заменой оборудования на более совершенное. Среди дополнительных доходов от замены оборудования выделяют снижение экологических штрафов, при использовании экологически чистых технологий, увеличение выработки, и т.д. Среди дополнительных затрат при замене оборудования выделяют затраты, связанные с выплатами на протяжении нормативного срока эксплуатации оборудования налога на имущество, увеличение водного налога (в случае увеличения выработки), налога на прибыль, НДС и т.д.

Жизненный цикл актива – это определенный промежуток времени с момента проектирования и изготовления актива до момента демонтажа актива. Данный промежуток времени включает в себя, как правило, стадии закупки оборудования, монтажа и запуска оборудования в эксплуатацию, эксплуатации оборудования, демонтажа и утилизации, также он может включать в себя стадии финансирования и исследования разработки, маркетингового исследования, технического и рабочего проектирования.

Инвестиции – под инвестициями понимаются инвестиции в основные средства, в том числе затраты на реконструкцию и техническое перевооружение действующих объектов, приобретение материально-технических ресурсов, которые в соответствии с законодательством Российской Федерации и правилами бухгалтерского учета относятся к капитальным вложениям.

Критерий оценки состояния – измеримый параметр состояния детали, узла оборудования на предмет их соответствия нормируемым значениям и характеристикам, выделенным на основании РД, ГОСТов, норм эксплуатации и т.д.

Надежность – свойство технической системы, объекта, состоящее в способности выполнять заданные функции, сохраняя свои характеристики в заданных пределах.

Отказ - нарушение работоспособности технического устройства. Отказ возникает вследствие изменения параметров устройства или его частей под влиянием внутренних физико-химических процессов и воздействия внешней среды. Вследствие отказа возможно полное прекращение работы устройства или снижение эффективности его функционирования ниже допустимого уровня.

Риск отказа оборудования - функция, являющаяся произведением вероятности наступления отказа оборудования и величины базового ущерба последствий наступления отказа, характеризующая ожидаемые денежные потери в результате возникновения отказа на данном оборудовании.

Рисковое событие - авария, инцидент или прочее неблагоприятное событие, которое влечет за собой неблагоприятные последствия для деятельности Общества, оцениваемое в денежном выражении.

Совокупная годовая стоимость владения – прямые расходы и косвенные затраты, где под прямыми расходами понимается стоимость эксплуатации оборудования (стоимость текущих и капитальных ремонтов, а также прочие затраты на эксплуатацию, включая налоги), а под косвенными затратами рассматриваются возможные затраты от ущерба при возможных авариях.

Ставка дисконтирования – отражает стоимость денег с учетом временного фактора и рисков.

Стоимость ущерба от отказа – величина возможного ущерба в денежном выражении, вследствие возникновения отказа на данном оборудовании.

Стоимость жизненного цикла оборудования - совокупные затраты на оборудование на протяжении всего жизненного цикла актива, включающие в себя затраты на проектирование, монтаж, ремонт, модернизацию и обслуживание оборудования в процессе текущей эксплуатации и демонтаж, а также затраты и убытки Общества, связанные с восстановлением оборудования в случае его отказов.

Техническое воздействие – воздействие на оборудование или его узел, приводящее к улучшению или ухудшению технических характеристик и состояния оборудования (ремонт, техническое перевооружение, реконструкция, замена).

Техническое состояние – совокупность подверженных изменению в процессе производства или эксплуатации свойств объекта, характеризующаяся в определенный момент времени признаками, установленными технической документацией на этот объект (ГОСТ 19919-74).

Ресурсопределяющий узел – элемент оборудования, значительно влияющий на надежность и работоспособность оборудования в целом. Замена такого узла приводит к значительному увеличению индекса состояния оборудования и как правило, может быть выполнено только в рамках работ по техническому перевооружению и реконструкции

оборудования.. Определенные в целях настоящего Стандарта ресурсопределяющие узлы приведены в приложении 1 к настоящему Стандарту.

ЧДД (чистый дисконтированный доход), NPV (Net Present Value) – чистая приведенная к текущему моменту времени стоимость, - равен разности между текущей стоимостью потока будущих доходов и текущей стоимостью будущих затрат на осуществление, эксплуатацию и техническое обслуживание проекта на протяжении всего жизненного цикла проекта.

Принятые сокращения:

АВР - аварийно-восстановительные работы;

ГАЭС – гидроаккумулирующая электрическая станция;

ГЭС – гидроэлектростанция;

БВ – базовый вариант;

ЗО – замена оборудования;

РР – расширенный ремонт с заменой базовых узлов;

ЭБВ – эксплуатация оборудования без последующего восстановления.

ЖЦ (А) – жизненный цикл (актива)

ТПиР – техническое перевооружение и реконструкция;

4. Общие положения

Целью применения настоящего Стандарта является повышение эффективности технико-экономических решений, принимаемых при планировании воздействий в части замены, реконструкции и ремонта на гидротурбины, гидрогенераторы, трансформаторы, затворы и сороудерживающие решетки, по следующим критериям эффективности:

- поддержание допустимого уровня надежности оборудования, через предотвращение выхода критериев состояния оборудования за предельно допустимые нормы;
- определение оптимальной стоимости владения оборудованием на протяжении его ЖЦ.

Стандарт описывает следующие этапы планирования технического перевооружения и реконструкции:

1. Оценка параметров, характеризующих состояние оборудования в разрезе его ресурсопределяющих узлов.
2. Экономический расчет возможных технических решений:
 - базовый вариант технического решения, при расчете которого рассматривается выполнение ремонтов оборудования, согласно существующей системе планово-предупредительных ремонтов, без проведения реконструктивных работ и работ по модернизации и замене оборудования и его ресурсопределяющих узлов;

- вариант технического решения по замене (реконструкции) отдельных ресурсопределяющих узлов оборудования, с целью восстановления их ресурса;
 - вариант технического решения по замене единицы оборудования на новое, с учетом того, что монтируемое оборудование может обладать улучшенными характеристиками и свойствами;
3. Анализ вариантов технических решений и выбор оптимального решения, исходя из текущего состояния, прогнозирования возможных ущербов от отказов оборудования – выполнение замены оборудования, частичная реконструкция, ремонт. Анализ выполняется на основании критериев экономической эффективности принимаемого решения с учетом текущего состояния оборудования и прогноза возможных отказов оборудования и его отдельных узлов.

Результатом применения Стандарта является определение оптимального технического решения с определением состава и сроков работ, которые должны быть выполнены на оборудовании с тем, что бы обеспечить надежную работу технологического комплекса ГЭС (ГАЭС).

Расчеты экономической эффективности выбранного оптимального решения в соответствии с настоящим Стандартом, должны быть выполнены в соответствии с документами, регламентирующими инвестиционную деятельность ОАО «ГидроОГК».

5. Оценка значений параметров, характеризующих состояние оборудования

Основной целью проведения оценки значений параметров, характеризующих состояние оборудования, является определение текущих значений параметров, позволяющих оценить вероятность наступления отказов оборудования и его отдельных узлов и связанных с ними ущербами в денежном выражении в текущий момент времени.

Результаты оценки параметров используются для прогноза состояния оборудования и его отдельных узлов на временном горизонте, на котором рассматриваются возможные варианты технических решений.

Определение ресурсопределяющих узлов.

Для целей настоящего Стандарта выделены ресурсопределяющие узлы в соответствии с принятым в ОАО «ГидроОГК» классификатором оборудования.

При определении ресурсопределяющих узлов оборудования были использованы следующие принципы:

- снижение уровня надежности узла приводит к существенному снижению уровня надежности и способности выполнять свои функции оборудования в целом;
- низкий уровень восстановления ресурса в случае проведения ремонта (например, в случае усталости металла);
- высокая стоимость работ по замене, реконструкции узлов.

Полный перечень ресурсопределяющих узлов, по оборудованию, рассматриваемого в настоящем Стандарте приведен в Приложении 1 к настоящему Стандарту.

Определение перечня типовых отказов

Для каждого ресурсопределяющего узла оборудования определен перечень возможных типовых отказов. Для целей настоящего Стандарта, в соответствии с показателями, характеризующими стратегические цели ОАО «ГидроОГК» приняты отказы оборудования, которые влекут за собой:

- снижение выработки электроэнергии ГЭС (ГАЭС);
- экологические нарушения, приводящие к крупным штрафам;
- снижение уровня надежности технологического комплекса ГЭС (ГАЭС).

Перечень типовых отказов для оборудования, рассматриваемого в настоящем Стандарте, приведен в Приложении 2 к настоящему Стандарту.

Определение параметров, характеризующих техническое состояние узлов

Для количественной оценки, характеризующей состояние ресурсопределяющих узлов и вероятность наступления типовых отказов, на основании требований нормативных и заводских документов, опыта эксплуатации оборудования формируется перечень параметров и шкала их измерений для перевода в бальную оценку.

При определении перечня параметров были использованы следующие принципы:

- перечень параметров состояния оборудования должен позволять делать максимально полную оценку технического состояния оборудования;
- выход параметра за предельно-допустимый диапазон значений приводит к наступлению отказа оборудования;
- восстановление параметра состояния оборудования до нормативных значений происходит только при проведении работ по ТПиР оборудования.

Шкала перевода оценки параметра состояния позволяет количественные (в физических единицах измерения) значения критериев состояния оборудования, перевести в бальную систему для проведения расчетов по выбору варианта решения.

При определении бальной шкалы определяется:

Балл «3» – отсутствует отклонение измеряемых параметров от нормативной и/или конструкторской (проектной) документации, оборудование выполняет требуемые функции в полном объеме.

Балл «2» – параметры состояния оборудования находятся в пределах нормативной и/или конструкторской (проектной) документации, но возникает угроза наступления отказов, появляются первые признаки отклонения от выполнения требуемых функций оборудования; целесообразно ремонтное воздействие, согласно нормативной документации.

Балл «1» означает предельно-допустимое состояние – параметры находятся близко к критическим значениям, оборудование выполняет требуемые функции не в полном объеме; требуется выполнять работы по замене или реконструкции оборудования.

Балл «0» означает неудовлетворительное состояние – параметры состояния оборудования не соответствуют нормативной и/или конструкторской (проектной) документации, находятся на критичном значении. Дальнейшая эксплуатация оборудования недопустима.

Перечень и шкала параметров, характеризующее состояние ресурсопределяющих узлов оборудования, используемых в целях настоящего Стандарта, соответствующих типовым отказам оборудования приведен в Приложении 3 к настоящему Стандарту.

Моделирование кривых вероятностей отказов:

Каждому параметру, характеризующему состояние узла оборудования ставится в соответствии своя кривая вероятности возникновения отказа – вероятность наступления отказа в зависимости от времени и состояния критерия (соответствия измеряемого параметра нормативным требованиям).

Вероятностные кривые, используемые в расчетных моделях, построены на основе:

- экспертных оценок технических специалистов;

- накопленной статистической информации по параметрам потоков отказов;
- математического моделирования с использованием нормального закона плотностей распределения вероятностей и статистических показателей (мода, медиана, среднеквадратическое отклонение и т.д.);

Более подробно принципы формирования вероятностных кривых описаны в Приложении 4 к настоящему Стандарту.

6. Экономический расчет возможных технических решений

При проведении расчетов экономической эффективности возможных технических решений рассматривается три возможных варианта:

Базовый вариант

В качестве базового варианта рассматривается вариант реализации технических воздействий на протяжении всего нормативного срока эксплуатации в соответствии с действующей системой планово-предупредительных ремонтов в типовых объемах и работ по техническому обслуживанию без реализации расширенных капитальных ремонтов, частичной реконструкции или полной замены оборудования.

Базовый вариант является исходным для анализа вариантов технических воздействий в отношении оборудования, на которое распространяется настоящий Стандарт на протяжении его жизненного цикла.

Для каждого типового отказа определен укрупненный перечень аварийно-восстановительных работ по ликвидации последствий данного отказа.

Перечень аварийно-восстановительных работ для каждого отказа оборудования, рассматриваемого в настоящем Стандарте приведен в Приложении 5 к настоящему Стандарту. Стоимость аварийно-восстановительных работ в процессе расчетов экономической эффективности должна быть определена на основании приведенного перечня.

Вариант «Поузловая реконструкция»

Под вариантом замены (реконструкции) отдельных узлов оборудования подразумевается набор технических воздействий, в результате которых на заданном промежутке времени на оборудовании проводится замена одного или нескольких ресурсоопределяющих узлов. В случае проведения своевременной замены ресурсоопределяющих узлов возможно поддержание работоспособности оборудования в течение длительного периода времени, с обеспечением требований по надежности и способности выполнять свои функции.

При проведении расчетов выполняется определение оптимального периода замены отдельных ресурсоопределяющих узлов оборудования, путем решения задачи поиска минимума среднегодовых затрат через перебор различных по времени вариантов замены узла.

Оптимальный год замены узла оборудования определяется по следующим принципам (рис.1):

- Узел не заменяется, если *предельные издержки узла не превышают минимальную среднегодовую совокупную стоимость владения ЖЦ узла;*
- Узел заменяется в году t , если *предельные издержки в году t превысили минимальную среднегодовую совокупную стоимость владения узла на протяжении жизненного цикла;*
- Узел на горизонте планирования не заменяется, если *предельные издержки не превышают минимальную среднегодовую совокупную стоимость на всем промежутке планирования;*

- Узел меняется в первый год, если *предельные издержки* изначально превышают *минимальную среднегодовую совокупную стоимость*.

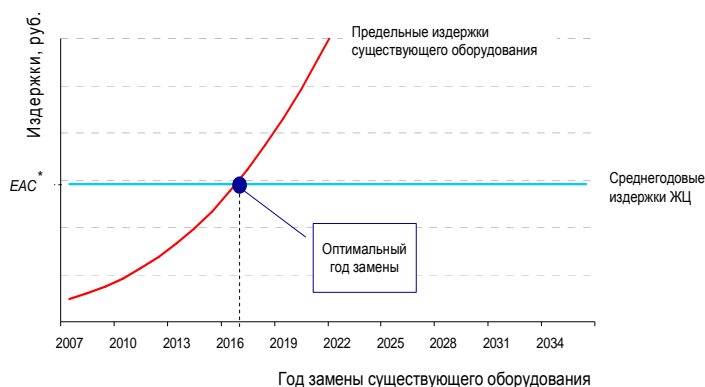


Рис.1.

Вариант «Замена единицы оборудования»

Под вариантом «замены единицы оборудования» подразумевается, техническое воздействие по замене оборудования на новое (на аналогичное или с улучшенными техническими характеристиками), для которого определяется срок замены единицы оборудования.

После замены оборудования происходит снижение вероятности возникновения всех типов отказов, улучшение параметров по всем критериям и, следовательно, снижается общий риск функционирования оборудования. Дополнительно учитывается эффект замены оборудования, в случае если при замене оборудования на оборудование с улучшенными характеристиками, увеличивается выработка и снижается средний ежегодный объем эксплуатационных расходов.

Определение оптимального года замены оборудования производится через сопоставление среднегодовых издержек нового оборудования и предельных издержек функционирующего (Приложение 6 к настоящему Стандарту).

7. Анализ вариантов технических решений и выбор оптимального решения

Выбор оптимального варианта технических воздействий на оборудование проводится на основании сравнения проектов: базового варианта, варианта по поузловой реконструкции оборудования, варианта по замене единицы оборудования.

Выбор происходит на основании сравнения ЧДД следующих вариантов:

1. ЧДД варианта по частичной реконструкции оборудования с заменой базовых узлов рассчитывается по формуле:

$$ЧДД_{PP} = \sum_{t=1}^N \frac{S_t^{PP} - S_t^{BB}}{(1+r)^t};$$

где S^{PPt} - денежные потоки для варианта частичной реконструкции с заменой ресурсопределяющих узлов, S^{BBt} - денежные потоки для базового варианта, r -ставка дисконтирования.

2. ЧДД варианта по замене оборудования рассчитывается по формуле:

$$ЧДД_{зо} = \sum_{t=1}^N \frac{S_t^{3T} - S_t^{BB}}{(1+r)^t};$$

где S^{3Tt} - денежные потоки для варианта замены оборудования, S^{BBt} - денежные потоки для базового варианта, r -ставка дисконтирования.

Как видно из принципов расчета ЧДД, для каждого проекта выбирается один и тот же временной период: от $t=1$ до N , где N нормативный срок службы оборудования.

Результатом проведения анализа является план оптимальных воздействий замены, реконструкции или ремонта для единицы оборудования на задаваемый горизонт времени расчета.

8. Приложения к настоящему Стандарту

Приложение 1. «Ресурсоопределяющие узлы оборудования»

Приложение 1.1 Гидротурбины

Базовые узлы
Гидротурбина
Рабочее колесо
Проточная часть
Направляющий аппарат
САУ
Крышка турбины
Турбинный подшипник и вал
Подпятник и генераторный подшипник

Приложение 1.2. Гидрогенераторы

Базовые узлы
Гидрогенератор
Обмотка статора
Ст. конс-ции и активная ст. статора
Ст. конструкции ротора
Обмотка возбуждения и демпф. обмотка
ЩКА
Генераторный выключатель
РЗА и в/к
Система воз-ния

Приложение 1.3. Трансформаторы

Базовые узлы
Трансформатор
Бак трансформатора
Обмотка и сердечник
Система охлаждения
РПН (ПБВ) (при наличии)
Масло
В/в вводы
РЗА и в/к

Приложение 1.4. Решетки

Базовые узлы
Решетка
Стержни
Несущие и опорные конструкции (ригель, опорные стойки)
Опоры скольжения
Закладные части

Приложение 1.5. Затворы

Базовые узлы
Затвор
Обшивка
Несущие и опорные конструкции
Опоры качения и скольжения
Закладные части
Гидроуплотнение

Приложение 2. «Типовые отказы оборудования»

Приложение 2.1. Гидротурбины

Ресурсоопределяющие узлы	Типовые отказы
Гидротурбина	
Рабочее колесо	1. Повреждения лопастей рабочего колеса (трещины) 2. Повреждения, износ кинематики РК 3. Утечки масла через уплотнения РК (нарушение уплотнения) 4. Повреждения втулок маслоприемника 5. Снижение КПД турбины, рабочей мощности
Проточная часть	6. Повреждения облицовки камеры РК 7. Повреждения штрабного бетона 8. "Бухтение обечайки"
Направляющий аппарат	9. Повреждения втулок НА 10. Повреждение кинематики НА 11. Повреждения уплотнения лопаток НА 12. Сверхнормативный износ нижнего и верхнего кольца НА 13. Сверхнормативный износ регулирующего кольца НА
САУ	14. Неисправность МНУ, в т.ч. запорная арматура, маслонасосы, клапана и т.д. 15. Отказ электрической или механической части регулятора 16. Пропеллерный режим, снижение к.п.д., мощности. Неучастие в регулировании частоты 17. Износ золотников, сервомоторов регулирующих органов, втулок маслоприемника
Крышка турбины	18. Повреждения клапанов срыва вакуума 19. Ограничения режима, снижение мощности
Турбинный подшипник и вал	20. Повреждения рубашки вала 21. Повреждение вкладыша и корпуса вкладыша турбинного подшипника 22. Повреждение системы технического водоснабжения
Подпятник и генераторный подшипник	23. Повреждения диска подпятника 24. Повреждение сегментов, опор, балансиров, гофр подпятника 25. Повреждение генераторного подшипника

Приложение 2.2. Гидрогенераторы

Ресурсоопределяющие узлы	Типовые отказы
Гидрогенератор	
Обмотка статора	Пробой обмотки Пробой обмотки в пазовой части Повреждение обмотки в зоне лобовых частей Пробой обмотки на выходе из паза
Ст. конс-ции и активная ст. статора	Повреждения железа статора, пробой обмотки

	<p>статора в пазовой части</p> <p>Повреждения направляющих подшипников гидроагрегата</p> <p>Повреждение железа статора, пробой обмотки статора (верхний стержень)</p> <p>Повреждение железа статора, повреждение опорных конструкций статора</p> <p>Повреждение железа статора</p>
Ст. конструкции ротора	<p>Повреждение направляющих подшипников гидроагрегата</p> <p>Повреждение стальных конструкций ротора</p>
Обмотка возбуждения и демпф. обмотка	<p>Снижение сопротивления изоляции ниже допустимого</p> <p>Разрушение или перегрев межполюсного соединения</p> <p>Витковое замыкание обмотки возбуждения</p> <p>Повреждение компенсаторов демпферной обмотки</p>
ЩКА	<p>Снижение сопротивления изоляции ниже нормативов</p> <p>Повреждения (подгары) контактных колец</p>
Генераторный выключатель	<p>Разрушение ДГК и повреждение токоведущего тракта</p> <p>Отказ выключателя на отключение</p>
РЗА и в/к	<p>Запуск УРОВ - отключение блока генераторов</p> <p>Запуск УРОВ - отключение блока генераторов</p>
Система воз-ния	<p>Повреждение силовых элементов преобразователей (электромашинного возбудителя)</p> <p>Отказ АВР</p>

Приложение 2.3. Трансформаторы

Ресурсопределяющие узлы	Типовые отказы
Трансформатор	
Бак трансформатора	<p>Течь масла через главную прокладку (главное уплотнение), снижение уровня масла до срабатывания газового реле на сигнал</p> <p>Течь масла по фланцам трубопроводов, адапторов, сварным швам, требующая отключения трансформатора</p> <p>Течь масла через сальники задвижек требующая отключения трансформатора</p>
Обмотка и сердечник	<p>Повреждение железа (пожар железа), отключение трансформатора газовой защитой</p> <p>Повреждение изоляции ярма, стяжных шпилек, бандажей относительно активной стали приводящее к местным перегревам и срабатыванию газовой защиты на сигнал.</p> <p>Повреждение обмотки в связи с ослаблением прессовки, перегревом паек и т.п. Трансформатор отключен ДЗТ или газовой защитой.</p> <p>Внутреннее повреждение. Трансформатор отключен ДЗТ или газовой защитой.</p>
Система охлаждения	<p>Повреждения насосов приводящие к неработоспособности трансформатора</p> <p>Повреждения вентиляторов приводящие к неработоспособности трансформатора</p> <p>Течь масла по фланцам трубопроводов, сальникам</p>

	<p>задвигек, сварным швам, требующая отключения трансформатора</p> <p>Повреждение системы автоматики охлаждения трансформатора приводящее к неработоспособности трансформатора</p>
РПН (ПБВ) (при наличии)	<p>Повреждение избирателя приводящее к неработоспособности трансформатора</p> <p>Повреждение контактора приводящее к неработоспособности трансформатора</p> <p>Повреждение привода приводящее к неработоспособности трансформатора</p> <p>Течь масла через главную прокладку, снижение уровня масла до аварийного уровня</p>
Масло	<p>Результаты испытаний масла - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы</p> <p>Результаты ХАРГ масла - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы</p>
В/в вводы	<p>Перекрытие фарфоровой изоляции ввода</p> <p>Результаты испытаний масла - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы</p> <p>Результаты испытаний ввода - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы</p>
РЗА и в/к	<p>Отказ защиты, запуск УРОВ, погашение блока генераторов и системы шин РУ высокого напряжения.</p> <p>Отказ защиты, запуск УРОВ, погашение блока генераторов и системы шин РУ высокого напряжения.</p>

Приложение 2.4. Решетки

Ресурсопределяющие узлы	Типовые отказы
Решетка	
Стержни	<p>Механические повреждения</p> <p>Коррозионный износ</p>
Несущие и опорные конструкции (ригель, опорные стойки)	<p>Механические повреждения</p> <p>Коррозионный износ</p>
Опоры скольжения	<p>Механические повреждения</p> <p>Коррозионный износ</p>
Закладные части	<p>Закладные части</p> <p>Коррозионный, гидроабразивный износ закладных частей.</p> <p>Размыв (разрушение) штрабного бетона вокруг закладных частей</p>

Приложение 2.5. Затворы

Ресурсопределяющие узлы	Типовые отказы
Затвор	
Обшивка	Трещины, разрывы, смятие обшивки, эксплуатация затвора невозможна. Толщина обшивки уменьшилась на 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима. Прогиб обшивки сверх допустимого, эксплуатация затвора невозможна
Несущие и опорные конструкции	Трещины, разрывы, эксплуатация затвора невозможна. Коррозионный износ 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима Остаточная деформация конструкций сверх допустимого, эксплуатация затвора невозможна.
Опоры качения и скольжения Закладные части	Трещины, смятие поверхностей, эксплуатация затвора невозможна Коррозионный износ 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима Механический износ более 3 мм. Эксплуатация затвора недопустима.
Закладные части	Коррозионный износ закладных частей 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима. Разрушение бетона более 10% или наличие обходной фильтрации. Эксплуатация затвора недопустима.
Гидроуплотнение	Износ более 5мм. Эксплуатация затвора недопустима. Протечки более 2л. на пог. метр. Эксплуатация затвора недопустима.

Приложение 3. «Шкала параметров состояния оборудования»

Приложение 3.1. Гидротурбины

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Рабочее колесо					
Зазор "Камера - лопасть "	Зазор превышает нормируемый заводской документацией (при ее отсутствии превышает 0,001D1). Отклонение зазора от средней величины после центровки гидроагрегата превышает 20%. Для обеспечения зазора в процессе эксплуатации производилась неоднократная подрезка лопастей. Имеет место несоответствие энергетических характеристик проектным - снижение к.п.д. более 2%, снижение мощности более 2%	Соответствует заводской документации (при отсутствии таковой не превышает 0,001D1). Отклонение зазора от средней величины после центровки гидроагрегата превышает 20% в сторону увеличения. Имеет место несоответствие энергетических характеристик проектным- снижение к.п.д. до 2%, снижение мощности до 2%.	Соответствует заводской документации (при отсутствии таковой не превышает 0,001D1). Отклонение зазора от средней величины после центровки гидроагрегата превышает 20% в сторону увеличения, но энергетические характеристики соответствуют проектным.	Соответствует заводской документации (при отсутствии таковой не превышает 0,001D1). Отклонение зазора от средней величины после центровки гидроагрегата не превышает 20%. Энергетические характеристики соответствуют проектным	СТО 173302 82.27.140.001- 2006

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Кавитационный износ. Механические повреждения. Трещины на лопастях.	Весовая потеря металла от кавитационной эрозии превышает гарантии завода-изготовителя. Для поддержания работоспособного состояния в межремонтный период необходим дополнительный контроль с выполнением сверхнормативных работ.	Весовая потеря металла от кавитационной эрозии до 100% от гарантий завода-изготовителя. Во время плановых ремонтов выявляются повреждения кромок лопастей и усталостные трещины.	Весовая потеря металла от кавитационной эрозии не превышает 50% от гарантий завода-изготовителя. Повреждений и трещин нет.	Весовая потеря металла от кавитационной эрозии не превышает 20% от гарантий завода-изготовителя. Повреждений и трещин нет.	- " - ;
Протечки масла через уплотнение РК.*	В межремонтный период неоднократные случаи протечек масла через уплотнения. Надежная эксплуатация невозможна.	За межремонтный период имел место разовый случай протечек масла, устраненных в процессе непланового ремонта.	В период эксплуатации протечки не выявляются. При плановых ремонтах выявляются незначительные потеки масла через уплотнения лопастей, на втулке РК, из-под крышки втулки РК, в конусе из-под нижней крышки и т.д.	Протечки отсутствуют. Замечаний нет.	- " -
Перестановочные усилия.*	Величина перестановочных усилий в процессе эксплуатации в межремонтный период возрастает. Для поддержания турбины в работоспособном состоянии требуются неплановые ремонты замена втулок маслоприемника и т.д.).	Величина перестановочных усилий после планового ремонта превышает установленную заводом-изготовителем не более чем на 20%. В течение межремонтного периода не увеличивается.	Величина перестановочных усилий после планового ремонта превышает установленную заводом-изготовителем не более чем на 10%. В течение межремонтного периода не увеличивается.	Величина перестановочных усилий соответствует или менее установленной заводом-изготовителем. В течение межремонтного периода не увеличивается.	- " -
* - Для рабочих колес РО - типа эти критерии не учитываются.					
Направляющий аппарат					

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Коррозионный и абразивный износ лопаток, нижнего и верхнего колец НА.	Износ более 5 мм. Скорость коррозионного и абразивного износа более 0,1 мм/год. Имеются следы кавитационного износа.	Износ от 3 до 5 мм. Скорость коррозионного и абразивного износа менее 0,1мм/год. Кавитационный износ отсутствует.	Износ до 3 мм. Скорость коррозионного и абразивного износа менее 0,1мм/год. Кавитационный износ отсутствует.	Износ менее 1 мм. Скорость коррозионного и абразивного износа менее 0,1мм/год. Кавитационный износ отсутствует.	СО 34.31.308-98 (РД153-34.2-31.308-98); СО 153-34.31.602 (РД 34.31.602)
Подшипники лопаток, втулки цапф лопаток (износ, трещины в облицовке, выкрашивание).	Наличие зазоров превышающих допуски завода-изготовителя, трещины, выкрашивание цапф лопаток и втулок. Работоспособное состояние поддерживается внеплановыми аварийно-восстановительными ремонтами.	В процессе эксплуатации замечаний нет, но при плановых ремонтах необходима замена втулок до 30% цапф лопаток. Единичные трещины и выкрашивания.	В процессе эксплуатации замечаний нет. Во время плановых ремонтов выявляются и устраняются единичные повреждения втулок цапф лопаток.	Замечаний нет.	- " -
Узлы и детали кинематики НА.	Зазоры превышают допуски завода-изготовителя. Суммарный люфт более 0,5% полного хода сервомотора. В процессе эксплуатации имеют место повреждения узлов кинематики (не считая срезных пальцев). Работоспособное состояние поддерживается аварийно-восстановительными ремонтами.	Зазоры соответствуют предельно допустимым значениям завода-изготовителя. Суммарные люфты достигают 0,5% полного хода сервомотора. При плановых ремонтах выявляются увеличение перестановочных усилий и (или) единичные трещины в деталях кинематики.	Замечаний нет . Зазоры соответствуют нормам завода-изготовителя. В процессе эксплуатации имеют место разовые повреждения срезных пальцев или талрепов без видимых причин.	Замечаний нет . Зазоры соответствуют нормам завода-изготовителя.	- " - ; СО153-34.31.301 (РД34.31.301)

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Уплотнения лопаток по перу и торцам.	Недопустимые протечки через направляющий аппарат (гидроагрегат на выбеге без торможения не останавливается). Работоспособное состояние возможно поддерживать только неплановыми ремонтами.	Величина протечек не препятствует останову гидроагрегата на выбеге без торможения. При проведении плановых ремонтов выявляются отклонения зазоров по высоте лопаток сверх нормативов; необходим ремонт до 70% уплотнений.	Замечаний нет. Величина протечек не препятствует останову гидроагрегата на выбеге без торможения. В процессе плановых ремонтов выявляется необходимость ремонта (замены) до 30% торцевых уплотнений.	Замечаний нет. Величина протечек не препятствует останову гидроагрегата на выбеге без торможения.	- " -
Регулирующее кольцо НА.	Степень износа трущихся деталей и направляющих регулирующего кольца превышает допуски на зазоры и люфты по нормам завода-изготовителя (или более 0,001 от диаметра регулирующего кольца). Имеются перекосы в установке сервомоторов и их штоков, трещины в местах крепления опор сервомоторов. Работоспособное состояние поддерживается сверхнормативными ремонтами.	Степень износа трущихся деталей и направляющих регулирующего кольца предельна по допускам на зазоры и люфты по нормам завода-изготовителя (или 0,001 от диаметра регулирующего кольца). Во время плановых ремонтов необходимо устранение повышенных перемещений и люфтов в узлах трения, перекосов установки сервомоторов и их штоков.	Степень износа трущихся деталей и направляющих регулирующего кольца в норме(суммарный люфт от 50 до 100% допусков завода-изготовителя или до 0,001 от диаметра регулирующего кольца). Замечаний нет.	Степень износа трущихся деталей и направляющих регулирующего кольца минимальна (суммарный люфт менее 50% от допусков завода-изготовителя или 0,0005 от диаметра регулирующего кольца). Замечаний нет.	- " -
Проточная часть					

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Механические, кавитационные и гидроабразивные повреждения.	Весовая потеря металла (унос металла) от кавитационной эрозии превышает гарантии завода-изготовителя. Наличие усталостных трещин, механических повреждений. Для поддержания работоспособного состояния в межремонтный период необходим дополнительный контроль с выполнением сверхнормативных работ.	Весовая потеря металла (унос металла) от кавитационной эрозии до 100% от гарантий завода-изготовителя. Во время плановых ремонтов выявляются повреждения и усталостные трещины металлических облицовок СК, КРК, сопрягающего пояса и отсасывающей трубы.	Весовая потеря металла (унос металла) от кавитационной эрозии не превышает 50% от гарантий завода-изготовителя. Повреждений и трещин нет.	Весовая потеря металла (унос металла) от кавитационной эрозии не превышает 20% от гарантий завода-изготовителя. Повреждений и трещин нет.	СО 34.31.308.-98 (РД153-34.2-31.308-98); СО 153-34.31.602 (рд 34.31.602); Стандарт МЭК №609 IЕС 60609.
Состояние КРК.	Отклонения в геометрии от заводских размеров (монтажных формуляров) более 0,03%. Площадь пустот при проверке прилегания облицовки КРК и сопрягающего пояса к штрабному бетону более 5% от общей площади прилегания. Имеются повреждения креплений отъемного сегмента.	Отклонения в геометрии выявляемые при плановых ремонтах от заводских размеров (монтажных формуляров) от 0,01 до 0,03%. Площадь пустот при проверке прилегания облицовки КРК и сопрягающего пояса к штрабному бетону до 5% от общей площади прилегания. Повреждений креплений отъемного сегмента нет.	Отклонения в геометрии выявляемые при плановых ремонтах от заводских размеров (монтажных формуляров) не более 0,01%. Площадь пустот при проверке прилегания облицовки КРК и сопрягающего пояса к штрабному бетону не превышает 1% от общей площади прилегания. Повреждений креплений отъемного сегмента нет.	Отклонений от заводских размеров (монтажных формуляров) нет. Дефектов прилегания облицовки КРК и сопрягающего пояса к штрабному бетону нет. Повреждений креплений отъемного сегмента нет.	- " - ; Методики проверки геометрической формы и размеров проточной части гидротурбин.

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Состояние штрабного бетона	Имеются участки разрушенного бетона суммарной площадью более 10% от общей площади и(или) глубиной более 0,5м.	При проведении плановых ремонтов выявляются локальные участки разрушенного бетона суммарной площадью от 5 до 10% от общей площади и глубиной до 0,5м.	При проведении плановых ремонтов выявляются локальные участки разрушенного бетона суммарной площадью до 5% от общей площади и глубиной до 0,3м.	Повреждений штрабного бетона нет.	СО 34.31.308.-98 (РД153-34.2-31.308-98); СО 153-34.31.602 (рп 34.31.602);
Система автоматического управления					
Комбинаторная зависимость.**	Отклонение комбинаторной зависимости от оптимальной более 1 град. Разница в развороте лопастей при одном и том же открытии НА после отработки сигналов на "прибавить" и "убавить" более 1 град.	Отклонение комбинаторной зависимости от оптимальной в пределах 1 град. Разница в развороте лопастей при одном и том же открытии НА после отработки сигналов на "прибавить" и "убавить" не более 1 град.	Отклонение комбинаторной зависимости от оптимальной в пределах 0.5град. Разница в развороте лопастей при одном и том же открытии НА после отработки сигналов на "прибавить" и "убавить" не более 0,5 град.	Комбинаторная зависимость соответствует оптимальной. Разница в развороте лопастей при одном и том же открытии НА после отработки сигналов на "прибавить" и "убавить" не более 0,2 град.	СО153-34.31.301 (РД34.31.301)
Давление в полостях сервомоторов при отсутствии регулирования.**	Разность давлений в полостях сервомоторов более 30%	Разность давлений в полостях сервомоторов в пределах 30%	Разность давлений в полостях сервомоторов в пределах 15%	Давление соответствует установленному заводом-изготовителем или равны между собой.	- " -
Состояние регулятора скорости в целом.	В процессе эксплуатации регулярно возникают отказы несовместимые с нормативными требованиями. Работоспособность поддерживается аварийно восстановительными ремонтами.	В межремонтный период имеют место единичные случаи отказов. Устранение производится в процессе внепланового ремонта.	Регулятор скорости исправен, удовлетворяет нормативным требованиям. В межремонтный период имеют место единичные дефекты не связанные с отказами в регулировании и не приводящие к внеплановым простоям.	Регулятор скорости исправен, удовлетворяет нормативным требованиям. Замечаний нет.	- " -; СО 153-34.17.464-2003

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Цикл работы насосов МНУ.**	Отношение времени работы насосов МНУ к времени их остановки в режиме работы гидроагрегата без отработки сигналов регулирования менее чем 1 : 3.*	Отношение времени работы насосов МНУ к времени их остановки в режиме работы гидроагрегата без отработки сигналов регулирования от 1 : 3 до 1 : 5.*	Отношение времени работы насосов МНУ к времени их остановки в режиме работы гидроагрегата без отработки сигналов регулирования от 1 : 5 до 1 : 10*.	Отношение времени работы насосов МНУ к времени их остановки в режиме работы гидроагрегата без отработки сигналов регулирования 1 : 10 и более.*	- " -
*-работает один насос. **- для рабочих колес радиально-осевого типа эти критерии не учитываются.					
Крышка турбины					
Вибрационное состояние.	Вертикальная вибрация превышает предельно-допустимые значения указанные в заводской документации (или значения по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	Вертикальная вибрация составляет 0,75 - 1 от предельно-допустимых значений указанных в заводской документации (или значений по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	Вертикальная вибрация составляет 0,5 - 0,75 от предельно-допустимых значений указанных в заводской документации (или значений по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	Вертикальная вибрация не превышает 0,5 от предельно-допустимых значений указанных в заводской документации (или значений по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	СО 153-34.17.464-2003; СО34.31.303-96 (РД 34.31.303-96)
Наличие и объем протечек.	Цикл работы (отношение времени работы к времени останова) насосов осушения шахты турбины (дренажных насосов) более 1 : 1*. Имеют место протечки масла.(любой из критериев).	Цикл работы (отношение времени работы к времени останова) насосов осушения шахты турбины (дренажных насосов) от 1 : 5 до 1 : 1*. Протечки масла отсутствуют.	Цикл работы (отношение времени работы к времени останова) насосов осушения шахты турбины (дренажных насосов) от 1 : 10 до 1 : 5*. Протечки масла отсутствуют.	Цикл работы (отношение времени работы к времени останова) насосов осушения шахты турбины (дренажных насосов) 1 : 10* и менее. Протечки масла отсутствуют.	СО 34.31.308.-98 (РД153-34.2-31.308-98); СО 153-34.31.602 (рд 34.31.602)
*-работает один насос.					
Турбинный подшипник и вал					

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Давление в напорной ванне подшипника.	Менее 0,5 от норматива завода изготовителя.	Составляет 0,5 - 0,75 от норматива завода изготовителя.	Составляет не менее 0,75 от норматива завода изготовителя.	Соответствует нормативу завода изготовителя.	СО 34.31.308.-98 (РД153-34.2-31.308-98); СО 153-34.31.602 (РД 34.31.602)
Расход воды на смазку и охлаждение.	Расход воды ниже уставки срабатывания защиты "на сигнал".	Отклонение расхода воды от норматива завода изготовителя до 30%.	Отклонение расхода воды от норматива завода изготовителя до 20%.	Соответствует нормативу завода изготовителя.	- " -
Бой вала в зоне подшипника.	Бой вала превышает предельно-допустимые значения указанные в заводской документации (или значения по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	Бой вала составляет 0,75 - 1 от предельно-допустимых значений указанных в заводской документации (или значений по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	Бой вала составляет 0,5 - 0,75 от предельно-допустимых значений указанных в заводской документации (или значений по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	Бой вала не превышает 0,5 от предельно-допустимых значений указанных в заводской документации (или значений по п.3.3.12. СО 153-34.17.464-2003.	СО 153-34.17.464-2003; СО 34.31.303-96 (РД34.31.303-96
Износ вкладышей	Износ вкладышей ТП более 70%	Износ вкладышей ТП до 70%	Износ вкладышей Тп не более 30%	Отсутствие повреждений на облицовке вала в районе ТП, отсутствие износа вкладышей ТП	СО 34.31.308.-98 (РД153-34.2-31.308-98); СО 153-34.31.602 (РД 34.31.602)
Выработка рубашки вала.	Выработка более 1 мм.	Выработка не более ! Мм.	Выработка не более 0,5 мм.	Выработка не более 0,3 мм.	- " -
Подпятник и генераторный подшипник					

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Состояние зеркального диска.	Макронеровность в радиальном направлении и (или)макронеровность в направлении вращения с учетом неперпендикулярности зеркальной поверхности оси вала превышают предельно допустимые значения. Повышенная вертикальная вибрация грузонесущей крестовины. Работоспособность подпятника поддерживается неплановыми ремонтами. Шероховатость зеркала не соответствует нормативу.	Макронеровность в радиальном направлении и (или) макронеровность в направлении вращения с учетом неперпендикулярности зеркальной поверхности оси вала к концу межремонтного периода выходят за предельно-допустимые значения. Повышенная вертикальная вибрация грузонесущей крестовины. В процессе плановых ремонтов необходим значительный объем работ по шлифовке тыльной стороны диска, втулки ,установки прокладок. Шероховатость зеркала не соответствует нормативу.	Макронеровность в радиальном направлении и макронеровность в направлении вращения с учетом неперпендикулярности зеркальной поверхности оси вала – в пределах нормы, но к концу межремонтного периода достигают предельно-допустимых значений. В процессе плановых ремонтов необходим значительный объем работ по шлифовке тыльной стороны дис-ка,втулки и т.д.Шероховатость зеркала соответствует нормативам.	Макронеровность в радиальном направлении и макронеровность в направлении вращения с учетом неперпендикулярности зеркальной поверхности оси вала – в пределах нормы. Заметного ухудшения состояния зеркального диска за время межремонтного периода не наблюдается. Шероховатость зеркала соответствует нормативам.	РД 34.31.501-97
Сегменты.	Нормативные значения параметров регулярно нарушаются. Температурный режим значительно меняется во временном разрезе . Неплановые, аварийные ремонты.	Распределение нагрузки по сегментам, регулировка эксцентриситетов выполняется во время ремонтов согласно нормативов , но в процессе эксплуатации необходима дополнительная регулировка. Работоспособное состояние поддерживается за счет сверхнормативных ремонтов.	Температурный режим установившийся. Распределение нагрузки по сегментам и регулировка эксцентриситетов согласно нормативам. В процессе эксплуатации происходит разрегулировка распределения нагрузки. Подрегулировка проводится в период планового ремонта.	Замечаний нет. Температурный режим установившийся. Распределение нагрузки и регулировка эксцентриситетов согласно нормативам.	-«-
Опорные болты , тарельчатые опоры. Упругие камеры (гофры) подпятника на гидравлической опоре.	Ненадежная работа узла. Случаи разрушения опорных деталей. Сверхплановые аварийно-восстановительные ремонты.	Смятие сферических головок болтов и деформация мест контакта с опорными болтами поверхностей тарельчатых опор неравномерны и в межремонтный период	Смятие сферических головок болтов, вмятины в местах контакта с опорными болтами поверхностей тарельчатых опор к концу межремонтного периода	Смятие сферических головок болтов, вмятины в местах контакта с опорными болтами поверхностей тарельчатых опор в	-«-

Параметр	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		выходят за допустимые значения. Работоспособное состояние поддерживается проведением неплановых ремонтов. Для подпятников на гидравлической опоре единичные случаи выхода гофр из строя с действием на сигнал.	достигают предельно-допустимых значений. Опорные болты заменяются во время плановых ремонтов, контактные с опорными болтами поверхности тарельчатых опор протачиваются.	пределах допуска. Деформация на всех опорах равномерна. Тарировочные кривые близки. Дополнительная регулировка в межремонтный период не требуется. Для подпятника на гидравлической опоре – замечаний по гофрам нет. ЭМП-сегменты	
Облицовка сегмента.	-	-	Облицовка баббитом.		
Тип опоры подпятника	-	-	Гидравлическая опора	Жесткая опора	
Генераторный подшипник.	Контролируемые параметры (температура сегментов, масла, бой вала и т.д.) – один или несколько выходят за предельно-допустимые значения. Имеют место значительные (более 1мм) выработки на рубашке вала. Работоспособное состояние поддерживается за счет аварийно-восстановительных ремонтов.	Контролируемые параметры (температура сегментов, температура масла, бой вала) – один или несколько достигают предельно-допустимых значений. Работоспособное состояние обеспечивается сверхнормативными объемами ремонтных работ.	Контролируемые параметры в норме. . Имеют место разовые дефекты не влияющие на надежную работу (незначительные течи масла, незначительная –менее 0,5 мм выработка на рубашке вала и т.п.).	Контролируемые параметры в норма. По состоянию рубашки вала, сегментам замечаний нет.	

Приложение 3.2. Гидрогенераторы

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Обмотка статора					
Испытания и измерения согласно РД34.45-51.300-97("Объем и нормы испытаний электрооборудования")	При в/в испытаниях - неоднократные пробои обмотки. Коэф.нелинейности более 3-х. Уровень частичных разрядов более 150мкв/м, имеются пазовые разряды(любой из дефектов).	При плановых испытаниях имеют место единичные пробои обмотки	Испытания по решению главного инженера проводятся согласно "Объемов и норм испытаний электрооборудования" ежегодно пониженным напряжением	Отклонений от нормативов нет	РД 34.45-51.300.97
Состояние крепления пазовой части обмотки	При плановых ремонтах выявляется ослабление заклиновки более 30% клиньев по длине паза более 30% количества пазов.	При плановых ремонтах выявляется ослабление заклиновки более 30% клиньев по длине паза до 30% от количества пазов.	При плановых ремонтах выявляется ослабление заклиновки более 30% клиньев по длине паза до 20% количества пазов.	Замечаний по заклиновке стержней статора нет.	Заводская инструкция по монтажу обмоток статора.
Состояние паек лобовых частей обмотки и выводных шин.	Имеются следы перегрева паек лобовых частей обмотки или выводных шин. Измерения сопротивления обмотки постоянному току согласно «Объемам и норм испытания электрооборудования» дают недопустимые значения: разница сопротивлений фаз более 2% (ветвей 5%) или увеличение сопротивления более 2% по сравнению с исходными данными.	Следы перегревов паек лобовых частей обмотки отсутствуют. Измерения сопротивления обмотки постоянному току согласно «Объемам и норм испытания электрооборудования» показывают предельно допустимые значения: разница между сопротивлением отдельных фаз 2% (ветвей 5%) или увеличение сопротивления по сравнению с исходными значениями 2%.	Следы перегревов паек лобовых частей обмотки отсутствуют. Сопротивление обмотки постоянному току измеряемое согласно «Объемам и норм испытания электрооборудования» соответствует норме, но имеется тенденция увеличения сопротивления хотя бы одной фазы (ветви) в межремонтный период.	Следы перегревов паек лобовых частей обмотки отсутствуют. Сопротивление обмотки постоянному току измеряемое согласно «Объемам и норм испытания электрооборудования» соответствует норме и не изменяется за межремонтный период.	СО 34.31.304-95 (РД34.31.304-95)
Состояние крепления лобовых частей.	Вибрация лобовых частей (если измерялась) с полюсной частотой (100гц) в режиме установившегося К.З. более 100мкм. Массовые разрушения элементов крепления, обрывы вязок.	Вибрация лобовых частей (если измерялась) с полюсной частотой (100гц) в режиме установившегося К.З. 50-100мкм. Массовые ослабления элементов крепления, следы истирания	Вибрация лобовых частей (если измерялась) с полюсной частотой (100гц) в режиме установившегося К.З. не превышает 50 мкм. В отдельных местах небольшие ослабления крепления не препятствующие нормальной	Замечаний нет. Вибрация лобовых частей (если измерялась) с полюсной частотой (100гц) в режиме установившегося	СО 34.31.304-95 (РД34.31.304-95)

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		вязок.	работе.	К.З. менее 50мкм.	
Состояние стальных конструкций и активной стали статора.					
Испытания стали статора на потери и нагрев.	Потери и нагрев стали при испытаниях согласно «Объемов и норм испытания электрооборудования» превышают допустимые значения: наибольший перегрев более 25 град.С, разность температур между отдельными зубцами более 15град.С, увеличение удельных потерь более чем на 10% по сравнению с исходными. Имеются следы локальных нагревов.	Потери и нагрев стали при испытаниях согласно «Объемам и нормам испытания электрооборудования» достигают предельно допустимых значений: наибольший перегрев 25град С, разность нагрева зубцов 15град.С, удельные потери превышают исходные на10%. Следов локальных нагревов нет.	Потери и нагрев в стали при испытаниях согласно «Объемам и нормам испытания электрооборудования» соответствуют нормативам, но имеется тенденция к росту потерь за межремонтный период. Следов локальных нагревов нет.	Потери и нагрев в стали при испытаниях согласно «Объемам и нормам испытания электрооборудования» соответствуют нормативам. Нет тенденции к увеличению потерь в межремонтный период . Нет следов локальных нагревов	РД 34.45-51.300-97
Форма статора	Искажение формы статора более 15%. Температура направляющих подшипников превышает норму на 5-10 град.С.	Искажение формы статора 5-15%. Температура сегментов направляющих подшипников превышает норму не более чем на 5 град.С.	Искажение формы статора 5-15%. Температура сегментов направляющих подшипников в норме.	Искажение формы статора менее 5%. Температура сегментов направляющих подшипников в норме.	РД34.31.305-96
Плотность прессовки стали статора.	Значительное ослабление прессовки. Глубина проникновения тарировочного ножа более 5 мм. Обильная контактная коррозия. Распушение пакетов в зубцовой зоне и повреждение изоляции пазовой части обмотки статора.	Ослабление прессовки . Глубина проникновения тарировочного ножа 5 мм.. Производилось уплотнение листов стали стеклотекстолитовыми клиньями. Имеются следы контактной коррозии.	Незначительное ослабление прессовки .Глубина проникновения тарировочного ножа до 5 мм. Производилось уплотнение листов стали стеклотекстолитовыми клиньями. Следов контактной коррозии нет.	Замечаний нет. Глубина проникания тарировочного ножа менее 5мм. Листы железа стеклотекстолитовыми клиньями не уплотнялись	РД 34.31.503-95
Вибрационное состояние сердечника	Оборотная вибрация более 180 мкм, полюсная (100гц) на х.х.	Оборотная вибрация 80-180 мкм, полюсная (100 гц) на	Замечаний нет. Оборотная вибрация до 80 мкм, полюсная (100 гц) на х.х.	Замечаний нет. Оборотная	-"

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
статора.	более 50 мкм, под нагрузкой более 30 мкм. Обильная контактная коррозия, трещины, выкрашивание листов пакетов сердечника, повреждение узлов крепления (клиньев). Наличие серьезных повреждений в узлах крепления сердечника к корпусу, массовое «выползание» штифтов фланца корпуса.	х.х. более 50 мкм, под нагрузкой более 30 мкм. Обильная контактная коррозия на спинке сердечника статора и в местах его крепления. Ослабление распорных домкратов, «выползание» отдельных штифтов фланца корпуса, нарушение контуровочных сварных швов между корпусом статора и фундаментными плитами.	не более 50 мкм, под нагрузкой не более 30мкм. На спинке сердечника статора следы контактной коррозии.	вибрация до 80 мкм, полюсная (100 гц) на х.х. не более 50 мкм, под нагрузкой не более 30 мкм. Следов контактной коррозии на спинке сердечника статора нет.	
Состояние стыков статора.	Стыковая прокладка ослаблена по всей длине. Контактная коррозия. Повышенная вибрация железа статора в районе стыков. Наличие домиков по активному железу. Нарушение изоляции стыковых стержней.	Ослабление стыковой прокладки до 50% по длине. Контактная коррозия. Повышенная вибрация железа статора в районе стыков. Наличие домиков по активному железу. Нарушение изоляции стыковых стержней.	Ослабление стыковой прокладки менее 30% по длине. Следы контактной коррозии.	Стыковая прокладка не имеет ослабления. Контактная коррозия отсутствует.	- " -
Стальные конструкции ротора.					
Оценка формы ротора	Степень искажения формы ротора более 8%. Размах радиальной низкочастотной (оборотной) вибрации сердечника статора более 180 мкм. Наличие серьезных повреждений в узлах крепления сердечника статора к корпусу.	Степень искажения формы ротора от 3 до 8%. Размах радиальной низкочастотной (оборотной) вибрации сердечника статора 80-180 мкм. Ослабление распорных домкратов, «выползание» отдельных штифтов фланца корпуса. Нарушение крепления корпуса статора к фундаменту.	Степень искажения формы ротора не более 3% . Размах радиальной низкочастотной (оборотной)вибрации сердечника статора менее 80мкм. Мелкие дефекты связанные с единичными случаями ослабления распорных домкратов и «выползанием» штифтов фланца корпуса статора.	Замечаний нет. Степень искажения формы ротора не более 3%.Размах радиальной низкочастотной (оборотной) вибрации сердечника статора менее 80 мкм..	РД 34.31.305-96 (СО 34.31.305-96)

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Состояние конструкций	Во время плановых ремонтов выявляется массовое (до 10%) выползание клиньев полюсов, контактная коррозия клиньев полюсов и обода; трещины и выползание шпонок обода; ослабление затяжки гаек, трещины и сколы запечиков клиновой полосы спиц, натиры и выползание штифтов спиц. Необходимость межремонтного контроля состояния ротора.	Во время плановых ремонтов выявляются единичные случаи выползания клиньев полюсов, контактной коррозии клиньев полюсов; выползание клиньев, шпонок обода; выползание штифтов спиц ротора.	При осмотрах во время плановых ремонтов выявляются единичные случаи нарушений приварок клиньев полюсов, клиньев и шпонок обода.	Замечаний при осмотрах во время плановых ремонтов нет.	РД 34.31.503-95 (СО 34.31.503-95).
Обмотка возбуждения и демпферная обмотка ротора.					
Состояние изоляции обмотки возбуждения	Сопrotивление изоляции менее 0,5Мом. Коэф. абсорбции менее 1,3.	Сопrotивление изоляции более 0,5Мом, но коэф. абсорбции менее 1,3. Результаты испытаний повышенным напряжением соответствовали норме.	Сопrotивление изоляции 0,5-1 Мом. Коэф. абсорбции более 1,3. Результаты испытаний повышенным напряжением соответствовали норме.	Сопrotивление изоляции более 1 Мом. Коэф. абсорбции более 1,3. Результаты испытаний повышенным напряжением согласно «Объемов и норм испытаний электрооборудования» соответствовали норме.	РД 34.45.-51.300-97
Межполюсные соединения.	Ненадежная конструкция межполюсных соединений. Наличие отказов связанных с разрушением межполюсных соединений в процессе эксплуатации в межремонтный период.	Во время плановых ремонтов выявляется увеличение сопротивления постоянному току более 2% от исходных данных. Единичные случаи перегревов межполюсных соединений.	В процессе эксплуатации замечаний нет. Во время плановых ремонтов выявляется увеличение сопротивления постоянному току на единичных межполюсных соединениях в пределах 2 % от исходных данных. Устраняется ревизией или перепайкой в	Замечаний нет. Сопrotивление обмотки и межполюсных соединений соответствует нормативам. Ревизия	-"

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
			процессе планового ремонта.	(перепайка) межполюсных соединений во время плановых ремонтов не требуется.	
Витковая изоляция.	Имеют место единичные случаи отказов оборудования из-за витковых замыканий в обмотках возбуждения в процессе эксплуатации в межремонтный период.	В процессе эксплуатации замечаний нет. При плановых ремонтах имеют место отклонения измеренных значений сопротивления обмоток полюсов переменному току от предыдущих измерений более чем на 3-5%. Во время плановых ремонтов проводится профилактические работы по ревизии и восстановлению витковой изоляции.	Замечаний нет. Результаты измерения сопротивления обмотки переменному току соответствуют нормативам. Во время плановых ремонтов по результатам осмотра необходимы единичные профилактические работы по ремонту витковой изоляции.	Замечаний нет. Результаты измерения сопротивления обмотки переменному току соответствуют нормативам. Восстановление витковой изоляции в процессе плановых ремонтов не требуется.	-"
Демпферная обмотка.	В процессе эксплуатации имеют место единичные случаи недопустимых нагревов перемычек и стержней демпферной системы в местах их контактных соединений и местах их заделки в замыкающие сегменты.	В процессе эксплуатации замечаний нет. Во время плановых ремонтов регулярно выявляется ряд дефектов связанных с наличием трещин и изломов в элементах демпферной системы.	В процессе эксплуатации замечаний нет. Во время плановых ремонтов выявляются мелкие замечания не влияющие на работу оборудования.	Замечаний нет. При проведении плановых ремонтов дефекты демпферной системы отсутствуют.	СО 34.31.304-95 (РД34.31.304-95)
Щеточно-контактный аппарат.					
Состояние в процессе эксплуатации.	В период между текущими ремонтами требуются регулярные (до одного раза в 2 месяца) выводы гидроагрегата из работы (резерва) для восстановления изоляции, устранения подпаров,	В период между текущими ремонтами необходимы разовые выводы гидрогенератора из работы для восстановления изоляции, шлифовки колец.	Замечаний влияющих на коэффициент готовности гидрогенератора к несению нагрузки нет. В период между текущими ремонтами единичные случаи замены щеток, подшлифовки колец.	Замечаний нет. Вывод гидрогенератора из работы для внеплановой ревизии (между текущими	СО 153-34.45.501 (РД 34.45.501).

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
	матовости на кольцах или проточки колец.			ремонтами) не требуется.	
Степень искрения	В процессе работы постоянное точечное искрение 20 и более процентов щеток, случаи искрения 3-ей степени, приводящие к необходимости внеплановых остановов гидрогенератора для ревизии ЩКА.	В процессе работы массовое (до 20% щеток) точечное искрение требующее внеплановых работ по регулировке токораспределения по щеткам и подшлифовки колец без отключения гидрогенератора от сети.	В процессе работы единичные случаи точечного искрения устраняемые заменой щетки или регулировкой нажатия.	Искрение отсутствует.	- " -
Генераторный выключатель.					
Тоководуший тракт и дугогасительные устройства.	Ресурс выработан. Эксплуатация ведется с ограничением по предельным токам нагрузки и отключения. Не соответствует требованиям нормативной документации по одному или более критериям: сопротивление постоянному току, скоростные и временные характеристики	В целом, при условии сверхнормативных ремонтных работ и замены изношенных узлов соответствует требованиям нормативной и заводской документации. Ресурс (как коммутационный ,так и механический) выработан.	Соответствует требованиям заводской и нормативной документации. Коммутационный и механический ресурс близок к выработке. Работоспособность поддерживается путем замены узлов при плановых ремонтных работах.	Соответствует требованиям нормативной и заводской документации. Замечаний нет . Отказов нет. Механический и коммутационный ресурс не выработан	РД 34.45.-51.300-97
Привод	Механический ресурс выработан. Повышенные люфты в механизмах привода. Имеются единичные случаи отказа привода (и,как следствие, выключателя). Регулировочные и установочные характеристики не выдерживаются.	Механический ресурс выработан. Регулировочные и установочные характеристики, механизм свободного расцепления, минимальное напряжение срабатывания в течение межремонтного периода выходят за предельно-допустимые значения. Для обеспечения работоспособного состояния необходимы периодические	Регулировочные и установочные характеристики, механизм свободного расцепления, минимальное напряжение срабатывания соответствуют предельно-допустимым значениям.	Регулировочные и установочные характеристики, механизм свободного расцепления, минимальное напряжение срабатывания соответствует нормативам. Замечаний нет.	-«-

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		сверхплановые регулировочные и наладочные работы.			
РЗА и вторичная коммутация.					
Количество отказов за последний год связанных с дефектами аппаратуры или кабелей в/к.	Единичные случаи отказов подлежащих расследованию и учету согласно «Инструкции по расследованию и учету технологических нарушений...»(СО153.34.20.703) связанных с дефектами устройств РЗА и в/к.	Отказов подлежащих расследованию и учету согласно «Инструкции по расследованию и учету технологических нарушений...» (СО153.34.20.703) нет. Единичные случаи дефектов или ложных срабатываний устройств РЗА, единичные ложные срабатывания и дефекты в цепях и устройствах сигнализации, измерений, управления, блокировки.	Отказов нет. Единичные случаи ложных срабатываний или дефекты в цепях и устройствах сигнализации, измерений, блокировки.	Отказов и ложных срабатываний нет.	РД 34.35.516-89; РД153-34.0-20.801-00 (СО 153.34.20.703)
Срок эксплуатации устройств РЗА и контрольных кабелей.	Более 25 лет.	15 – 25 лет при условии выполнения регламентных профвосстановлений в полном объеме.	10 – 15 лет при условии выполнения регламентных профвосстановлений в полном объеме..	До 10 лет.	
Система возбуждения.					
Состояние в процессе эксплуатации.	Работоспособность системы возбуждения в межремонтный период поддерживается внеплановыми техническими обслуживаниями. Ненадежная работа АРВ или силовой части приводящая к регулярным (2 и более раз за межремонтный период) отключениям (или необходимости вывода из работы) гидрогенератора.	В процессе эксплуатации в межремонтный период необходимы единичные выводы гидрогенератора из работы (резерва) для устранения дефектов – регулировка токораспределения (протяжка болтовых соединений в ошиновке преобразователей), внеплановая ревизия	В процессе эксплуатации дефектов требующих вывода гидрогенератора из работы (резерва) нет. Имеют место единичные дефекты устраняемые без отключения гидрогенератора (замена предохранителей в преобразователях тиристорной системы возбуждения, обслуживание ЩКА при электромашинной системе возбуждения и т.п.).	В процессе эксплуатации замечаний нет . Внеплановых техобслуживаний в период между текущими ремонтами не требуется.	СО 153-34.45.504; СО 34.45.620-96 (РД 34.45.620-96)

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		электромашинного возбудителя, регулировка уставок АРВ и т.д.			
Срок эксплуатации	Более 30 лет.	20 – 30 лет.	10-20 лет.	До 10 лет.	

Приложение 3.3. Трансформаторы

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Бак трансформатора					
Состояние прокладок	Резина имеет растрескивания более 50%, обтянута до упоров фланцев. Необходим вывод в ремонт.	Резина имеет 20-50% растрескивания, обтянута до упоров 50% фланцев. Необходима замена при плановом КР.	Резина имеет менее 20% растрескивания. Необходим периодический осмотр.	Замечаний нет	СО 34.46.304-00 (РД153-34.3-46.304-00); СО 153-34.46.501 (РД 34.46.501)
Отсутствие протечек	Протечки в местах стыковки трубопроводов более 20% и колокола с поддоном более 10% периметра в виде висящих капель, отпотевание сварных швов. Либо капельные течи неустраняемые при техническом обслуживании. Необходим вывод в ремонт.	Протечки в местах стыковки трубопроводов до 20% и колокола с поддоном до 10% периметра в виде висящих капель, отпотевания сварных швов. Требуется доливка масла при плановых техобслуживаниях,	Единичные протечки в местах стыковки трубопроводов в виде висящих капель, единичные отпотевания сварных швов, возможность устранения при ТО и плановых ремонтах.	Протечки отсутствуют	СО 34.46.304-00 (РД153-34.3-46.304-00); СО 153-34.46.501 (РД 34.46.501)

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		необходимо устранение при плановом КР.			
Состояние трубопроводов и запорной арматуры	Протечки через сальники задвижек и компенсаторы трубопроводов для устранения требующие внепланового отключения оборудования.	Протечки через сальники задвижек и компенсаторы трубопроводов для устранения не требующие внеплановых отключений оборудования.	Незначительные единичные протечки через сальники задвижек и компенсаторы трубопроводов устраняемые при ТО.	Замечаний нет	СО 34.46.304-00 (РД153-34.3-46.304-00); СО 153-34.46.501 (РД 34.46.501)
Обмотка и сердечник					
Состояние сердечника	Во время ремонтов выявляются следы перегрева, забоины, шлакообразование, ослабление прессовки железа (лезвие тарировочного ножа свободно входит от руки), нарушены заземление и(или) изоляция.	Во время плановых ремонтов выявляются локальные ослабления прессовки железа, лезвие тарировочного ножа свободно входит от руки, нарушения заземления и изоляции..	Замечаний в процессе эксплуатации нет, но при плановых ремонтах выявляются нарушения изоляции или схемы заземления.	Замечаний нет	СО 34.46.304-00 (РД153-34.3-46.304-00); СО 153-34.46.501 (РД 34.46.501)
Состояние ярма	Ярмовые балки имеют деформации консолей, прессующие винты более 20% подлежат замене, нарушена изоляция стяжных шпилек.	Ярмовые балки имеют деформации консолей, прессующие винты более 10% подлежат замене, нарушена изоляция стяжных шпилек.	Замечаний в процессе эксплуатации нет, но во время плановых ремонтов выявляются незначительные деформации консолей ярмовых балок, нарушения изоляции стяжных шпилек.	Замечаний нет	СО 34.46.304-00 (РД153-34.3-46.304-00); СО 153-34.46.501 (РД 34.46.501)
Состояние обмотки и отводов	Наличие газообразования. Необходим срочный вывод в ремонт.	Во время ремонтов выявляются касания междуфазной изоляции с обмоткой или отводами, следы электрических разрядов, ослабления прессовки обмотки, нарушения целостности крепления отводов, следы	В процессе эксплуатации замечаний нет, но во время плановых ремонтов выявляются незначительное наличие следов электрических разрядов, ослабление прессовки обмотки.	Замечаний нет	СО 34.46.304-00 (РД153-34.3-46.304-00); СО 153-34.46.501 (РД 34.46.501)

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		перегрева в местах пак.			
Результаты испытаний	Один или несколько контролируемых параметров не соответствуют нормативам.	Результаты соответствуют нормативам, но один или несколько контролируемых параметров достиг предельно допустимых значений.	Результаты испытаний соответствуют нормативам, но наблюдается тенденция по изменению хотя бы одного контролируемого параметра в худшую сторону (рост влагосодержания, увеличение потерь х.х., рост сопротивления к.з., ухудшение tgδ и т.д.).	Замечаний нет	РД 34.45-51.300-97
Система охлаждения.					
Состояние насосов	Повышенный шум и вибрация, слышны задевания, понижено сопротивление изоляции, 40% насосов с отклонениями или вышедшие из строя. Необходим вывод трансформатора в ремонт.	Повышенный шум и вибрация, слышны задевания, понижено сопротивление изоляции, 20% насосов с отклонениями или вышедшие из строя. Необходима замена при первом выводе в ремонт.	Повышенный шум. При плановом ремонте требуется ревизия с заменой подшипников.	Замечаний нет.	РД ЭО 0410-02
Состояние вентиляторов	Повышенный шум и вибрация, слышны задевания, понижено сопротивление изоляции, 40% вентиляторов с отклонениями или вышедшие из строя. Необходим вывод трансформатора в ремонт.	Повышенный шум и вибрация, слышны задевания, понижено сопротивление изоляции, 20% вентиляторов с отклонениями или вышедшие из строя. Необходима замена при первом выводе в ремонт.	Повышенный шум. При плановом ремонте требуется ревизия с заменой подшипников.	Замечаний нет.	РД ЭО 0410-02
Состояние трубопроводов и	Протечки через сальники задвижек и компенсаторы трубопроводов	Протечки через сальники задвижек и компенсаторы	Единичные протечки через сальники задвижек и	Замечаний нет	РДИ 34-38-058-91

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
запорной арматуры	для устранения требующие внепланового отключения оборудования.	трубопроводов, для устранения не требующие вне плановых отключений оборудования.	компенсаторы трубопроводов. Устраняются при ТО.		
ШАОТ	Не обеспечивает автоматическую работу системы охлаждения. Требуется вывод трансформатора в ремонт или замена ШАОТ.	Частые сбои в автоматической работе системы охлаждения. Устраняются без вывода трансформатора в ремонт.	Единый сбой в автоматической работе системы охлаждения в межремонтный период. Устранялся без вывода трансформатора в ремонт.	Замечаний нет	
РПН (ПБВ) (при наличии).					
Состояние избирателя	Износ механической передачи, пружин контактов, изоляционных деталей, поломка токопроводов, обрывы , сколы , трещины, подгар на контактных поверхностях.	Незначительный износ механической передачи, пружин контактов, изоляционных деталей, следы подгара на контактных поверхностях.	Следы подгара на контактных поверхностях.	Замечаний нет	СО 34.46.304- 00 (РД153- 34.3-46.304- 00); СО 153- 34.46.501 (РД 34.46.501)
Состояние контактора	Износ пружин контактов, изоляционных деталей, поломка токопроводов, обрывы , сколы , трещины, следы подгара на контактных поверхностях.	Незначительный износ пружин контактов, изоляционных деталей, следы подгара на контактных поверхностях.	Следы подгара на контактных поверхностях.	Замечаний нет	СО 34.46.304- 00 (РД153- 34.3-46.304- 00); СО 153- 34.46.501 (РД 34.46.501)
Состояние привода	Разрушение подшипниковых узлов, обрыв тяг. Привод в нерабочем состоянии.	Наличие осевых и радиальных люфтов, привод разрегулирован.	Наличие незначительных осевых и радиальных люфтов.	Замечаний нет	- " -
Состояние бака РПН	Резина имеет растрескивания, обтянута до упоров фланцев, сварные швы имеют течь. Необходим вывод в ремонт.	Резина имеет более 20-50% растрескивания, обтянута до упоров 50% фланцев. Необходима замена при плановом КР.	Резина имеет менее 20% растрескивания. Необходим периодический осмотр при ТО.	Замечаний нет	- " -
Масло.					

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Анализ масла.	Хотя бы один контролируемый параметр не соответствует нормативу.	Результаты анализа соответствуют нормативам, но хотя бы один контролируемый параметр достиг предельно допустимых значений..	Результаты анализа соответствуют нормативам, но наблюдается тенденция ухудшения характеристик хотя бы по одному контролируемому параметру.	Замечаний нет.	РД 34.45-51.300-97
ХАРГ	Результаты анализа не соответствуют норме.	Результаты анализа показывают предельно-допустимые значения. Требуется учащенный контроль.	Результаты анализа соответствуют нормативам, но наблюдается тенденция ухудшения показателей.	Замечаний нет.	- " -
Высоковольтные вводы.					
Состояние фарфора	Наличие 3 и более сколов на рубашке ,сильное загрязнение. Необходима замена ввода.	Наличие 1- 3 сколов на рубашке, сильное загрязнение. Необходим вывод в ремонт для чистки.	Наличие 1скола на рубашке, Требуется плановая чистка по графику ремонтов	Замечаний нет.	СО153-34.46.503 (РД34.46.503)
Состояние масла	ХАРГ или анализ масла не соответствует нормам, давление не соответствует кривой температуры из-за неустраняемых в эксплуатации течей. Требуется замена ввода.	Давление не соответствует кривой температуры, требуется периодическая подпитка (для негерметичных вводов-доливка) чаще одного раза в год. ХАРГ требует учащенного контроля либо анализ масла показывает предельно допустимые значения по одному или нескольким показателям..	Давление не соответствует кривой температуры, требуется периодическая подпитка (для негерметичных вводов - доливка) не чаще одного раза в год.	Замечаний нет.	РД 34.45-51.300-97; СО34.46.302-00 (РД153-34.0-46.302-00)
Результаты испытаний	Результаты испытаний не соответствуют нормам хотя бы по одному параметру. Требуется замена ввода.	Результаты испытаний дают предельно допустимые значения хотя бы по одному параметру. Либо имеет место	Результаты испытаний соответствуют нормативам, но имеется тенденция по ухудшению tg δ (%) или по	Замечаний нет.	РД 34.45-51.300-97

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		снижение $\text{tg}\delta(\%) \square 0,3$ по сравнению с предыдущими испытаниями.	увеличению емкости основной изоляции.		
РЗА и вторичная коммутация.					
Количество отказов за последний год связанных с дефектами аппаратуры или кабелей в/к.	Единичные случаи отказов подлежащих расследованию и учету согласно «Инструкции по расследованию и учету технологических нарушений...»(СО153.34.20.703) связанных с дефектами устройств РЗА и в/к. Единичные случаи ложных срабатываний или дефектов в цепях в/к , устройствах РЗА, управления, измерений, сигнализации, блокировки.	Отказов подлежащих расследованию и учету согласно «Инструкции по расследованию и учету технологических нарушений...» (СО153.34.20.703) нет. Единичные случаи дефектов или ложных срабатываний устройств РЗА, единичные ложные срабатывания и дефекты в цепях и устройствах сигнализации, измерений, управления, блокировки.	Отказов нет. Единичные случаи ложных срабатываний или дефекты в цепях и устройствах сигнализации, измерений, блокировки.	Отказов и ложных срабатываний нет.	РД 34.35.516-89; РД153-34.0-20.801-00 (СО 153.34.20.703)
Срок эксплуатации устройств РЗА и контрольных кабелей.	Более 25 лет.	15 – 25 лет при условии выполнения регламентных профвосстановлений в полном объеме.	10 – 15 лет при условии выполнения регламентных профвосстановлений в полном объеме..	До 10 лет.	

Приложение 3.4. Решетки

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Стержни					
Механические повреждения	Наличие трещин, разрывов, смятие	Значительные вмятины вследствие механических воздействий, утончение металла вследствие растяжения силовых элементов, выкрашивание антифрикционного материала свыше 5 %	Незначительные вмятины и деформации, выкрашивание антифрикционного материала менее 5%	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Коррозионный износ	Свыше 10%	от 5 % до 10%	Не более 5 %	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Несущие и опорные конструкции (Ригель, опорные стойки).					
Механические повреждения	Наличие трещин, разрывов, смятие	Значительные вмятины вследствие механических воздействий, утончение металла вследствие растяжения силовых элементов, выкрашивание антифрикционного материала свыше 5 %	Незначительные вмятины и деформации, выкрашивание антифрикционного материала менее 5%	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Коррозионный износ	Свыше 10%	от 5 % до 10%	Не более 5 %	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Закладные части.					
Коррозионный, гидроабразивный износ закладных частей.	Свыше 10%	от 5 % до 10%	Не более 5 %	Отсутствует	Стандарт ОАО "ГидроОГК" "Методики оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций"
Разрыв (разрушение) штрабного бетона вокруг закладных частей	Свыше 10% или наличие обходной фильтрации.	От 5 до 10% при отсутствии обходной фильтрации	Не более 5% при отсутствии обходной фильтрации	Отсутствует	Стандарт ОАО "ГидроОГК" "Методики оценки технического

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
					состояния основного оборудования гидроэлектростанций"
Опоры скольжения					
Механические повреждения	Наличие трещин, разрывов, смятие	Значительные вмятины вследствие механических воздействий, утончение металла вследствие растяжения силовых элементов, выкрашивание антифрикционного материала свыше 5 %	Незначительные вмятины и деформации, выкрашивание антифрикционного материала менее 5%	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Коррозионный износ	Свыше 10%	от 5 % до 10%	Не более 5 %	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90

Приложение 3.5. Затворы

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
Обшивка.					
Механические повреждения	Наличие трещин, разрывов, смятие	Значительные вмятины вследствие механических воздействий, утончение металла вследствие растяжения силовых элементов, выкрашивание антифрикционного	Незначительные вмятины и деформации, выкрашивание антифрикционного материала менее 5%	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
		материала свыше 5 %			
Коррозионный износ	Свыше 10% поверхности, глубина каверн более 10% толщины.	От 5 % до 10% поверхности, глубина каверн от 5% до 10% толщины.	Не более 5 % поверхности, глубина каверн не более 5% толщины.	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Остаточная деформация (прогиб)	Свыше 1/1666L	Равное 1/1666L	Менее 1/1666L	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Несущие и опорные конструкции (ригель, опорные сойки, стрингера).					
Механические повреждения	Наличие трещин, разрывов, смятие	Значительные вмятины вследствие механических воздействий, утончение металла вследствие растяжения силовых элементов, выкрашивание антифрикционного материала свыше 5 %	Незначительные вмятины и деформации, выкрашивание антифрикционного материала менее 5%	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Коррозионный износ	Свыше 10%	от 5 % до 10%	Не более 5 %	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Остаточная деформация (прогиб)	Свыше 1/1666L	Равное 1/1666L	Менее 1/1666L	Менее 1/3332L	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Закладные части.					
Коррозионный, гидроабразивный износ закладных частей.	Свыше 10%	от 5 % до 10%	Не более 5 %	Отсутствует	Стандарт ОАО "ГидроОГК" "Методики оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций"
Размыв (разрушение) штрабного бетона вокруг закладных	Свыше 10% или наличие обходной фильтрации.	От 5 до 10% при отсутствии обходной фильтрации	Не более 5% при отсутствии обходной фильтрации	Отсутствует	Стандарт ОАО "ГидроОГК" "Методики оценки

Критерий.	Оценка в баллах.				Примечание (ссылка на НТД).
	0	1	2	3	
частей					технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций"
Опоры качения и скольжения.					
Механические повреждения	Наличие трещин, разрывов, смятие	Значительные вмятины вследствие механических воздействий, утончение металла вследствие растяжения силовых элементов, выкрашивание антифрикционного материала свыше 5 %	Незначительные вмятины и деформации, выкрашивание антифрикционного материала менее 5%	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Коррозионный износ	Свыше 10%	от 5 % до 10%	Не более 5 %	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Механический износ	Износ более 3 -х мм	Износ 1,5 - 3 мм	Износ до 1,5 мм	Отсутствует	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Гидроуплотнение.					
Механический износ	Износ (потертость) более 5 мм или отсутствие участков гидроуплотнения, наличие трещин, сухость, потеря упругости	Потертость 5 мм	Потертость от 2 до 5 мм	Потертость до 2 мм	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90
Протечки через уплотнения	Свыше 2л на пог. Метр	1,5 - 2,0 л на пог. метр	от 0,5 до 1,5 л на пог. Метр	до 0,05 л на пог. Метр	СО 153-34.21.501 (РД 34.21.501); РД 34.02.028-90

Приложение 4. «Расчет вероятностных кривых»

Основные понятия

Риски отказа оборудования в год t - R_t – ожидаемая величина ущерба для Общества, в результате возникновения отказа на данном оборудовании в году t . Данная величина рассчитывается исходя из того, что из всех последствий отказа были вычтены стоимости плановой замены оборудования (включая расходы на строительные-монтажные работы и стоимость оборудования, требующего монтажа) и время простоя, необходимое для осуществления планового технического воздействия. В итоге, под понятием «риск» понимается так называемый чистый риск, рассчитываемый как разница между аварийным восстановлением работоспособности оборудования и планово-предупредительным устранением возможности реализации отказа

$$R_t = p_t \cdot C_t,$$

C_t - это чистые риски в год t , p_t - вероятность выхода из строя оборудования в году t .

Расчет простой вероятностной кривой:

1. Рассматривается достаточно длинный горизонт построения кривой (количество лет, которое будет использовано для расчетов; на данный момент расчет производится для 60 лет);
2. Рассматриваются данные по максимальному, минимальному и нормативному (среднему) срокам эксплуатации оборудования;
3. Рассчитывается кумулятивная кривая жизни объекта по формуле:

$$F = 1 - Norm(x, \mu, \sigma),$$

где $Norm(x, \mu, \sigma)$ - кумулятивная функция нормального распределения, зависящая от x – расчетного года, μ - нормативный срок службы, σ - среднеквадратическое отклонение.

Кумулятивное нормальное распределение рассчитывается по формуле:

$$Norm(x, \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) d\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right),$$

Среднеквадратическое отклонение σ рассчитывается по формуле: $\sigma = \frac{\max - \min}{2}$,

где \max и \min представляет собой минимальный и максимальный срок эксплуатации оборудования.

4. Рассчитывается кривая вероятности отказа по формуле:

$$PoF = \frac{f_{t-1} - f_t}{f_t},$$

где PoF - кривая вероятности отказа, f_{t-1} - значение функции F в период $t-1$, f_t - значение функции F в период t .

Расчет средневзвешенной вероятностной кривой:

1. Рассматривается достаточно длинный горизонт построения кривой (количество лет, которое будет использовано для расчетов; на данный момент расчет производится для 60 лет);

2. Рассматриваются данные по максимальному, минимальному и нормативному (среднему) срокам эксплуатации оборудования;

3. Рассчитывается «ранняя» кривая жизни объекта, в которую вносятся поправки на высокую вероятность «детской смертности». Расчет происходит в несколько шагов:

3.1. Рассчитывается максимальное значение:

$$\max' = 2\mu - \min$$

3.2. Рассчитывается «поправка» на «детскую смертность» с помощью нормального распределения:

$$F' = 1 - \text{Norm}(x, \mu, \sigma'),$$

где σ' - стандартное отклонение, рассчитанное с учетом изменившегося максимума;

3.3. В результате ранняя кривая жизни объекта рассчитывается точно таким же образом, как и простая кривая жизни (по формуле кумулятивного нормального распределения), но с учетом изменившегося максимума, а также поправки на «детскую смертность», которая распределяется следующим образом: для первого периода (при условии существования нулевого) к значению кривой жизни прибавляется 0,6 от поправки, для второго периода к кривой жизни прибавляется 0,3 от поправки и к третьему периоду прибавляется 0,1 от поправки.

4. Рассчитывается поздняя кривая жизни объекта.

4.1. Минимальное значение срока эксплуатации оборудования рассчитывается по формуле:

$$\min' = 2\mu - \max$$

4.2. Рассчитывается кривая жизни объекта по формуле кумулятивного нормального распределения с учетом изменившегося минимума и, соответственно, изменившегося стандартного отклонения.

5. Расчет средневзвешенной вероятностной кривой происходит в несколько шагов:

5.1. Рассчитывается вес ранней кривой жизни объекта. Вес ранней кривой жизни объекта равен 1 для всех периодов, где:

$$N < \mu - \frac{\sigma}{2},$$

где N – номер периода.

Для всех остальных периодов до момента, когда $N > \mu + \frac{\sigma}{2}$ вес ранней кривой жизни объекта рассчитывается по формуле:

$$w_t^{er} = (\sigma - (N - (\mu - \frac{\sigma}{2}))) / \sigma,$$

где w_t^{er} - вес ранней кривой жизни объекта в средневзвешенной кривой жизни объекта в период t.

При наступлении момента $N > \mu + \frac{\sigma}{2}$, вес ранней кривой жизни объекта становится равным нулю.

5.2. Рассчитывается вес поздней кривой жизни объекта. Вес поздней кривой жизни объекта равен 0 для всех периодов, где $N < \mu - \frac{\sigma}{2}$,

Для всех остальных периодов до момента, когда $N > \mu + \frac{\sigma}{2}$ вес поздней кривой жизни объекта рассчитывается по формуле:

$$w_t^{lat} = (N - (\mu - \frac{\sigma}{2})) / \sigma,$$

где w_t^{lat} - вес поздней кривой жизни объекта в средневзвешенной кривой жизни объекта в период t.

При наступлении момента $N > \mu + \frac{\sigma}{2}$, вес поздней кривой жизни объекта становится равным единице.

5.3. Рассчитывается кривая вероятности отказа для ранней кривой жизни объекта по формуле:

$$P \circ F^{er} = \frac{f_{t-1}^{er} - f_t^{er}}{f_t^{er}},$$

где PoF^{er} - кривая вероятности отказа для ранней кривой жизни объекта, f_{t-1}^{er} - значение функции кривой жизни объекта в период t-1, f_t^{er} - значение функции кривой жизни объекта в период t.

5.4. Рассчитывается кривая вероятности отказа для поздней кривой жизни объекта по формуле:

$$P \circ F^{lat} = \frac{f_{t-1}^{lat} - f_t^{lat}}{f_t^{lat}},$$

где PoF^{lat} - кривая вероятности отказа для ранней кривой жизни объекта, f_{t-1}^{lat} - значение функции кривой жизни объекта в период t-1, f_t^{lat} - значение функции кривой жизни объекта в период t.

5.5. Рассчитывается средневзвешенная кривая вероятности отказа по формуле:

$$PoF^w = w^{er} \cdot PoF^{er} + w^{lat} \cdot PoF^{lat},$$

где PoF^w - средневзвешенная кривая вероятности отказа.

Расчет соответствия возраста объекта и оценки состояния критерия

Данное соответствие используется при определении точки отсчета на кривой вероятности отказа, т.е. искомое соответствие показывает с какого периода необходимо начать прогнозировать вероятность отказа, если известна оценка состояния критерия.

Определение возраста объекта в соответствии с оценкой его состояния происходит на кривой жизни объекта.

1. Оценка критерия «3» ставится всегда на первых 20% (т.е. от 0% до 20%) кривой жизни объекта. В случае если кривая учитывает «детскую смертность», то оценка критерия «3» ставится на первых 20% кривой жизни актива за вычетом «детской смертности»;

2. Оценка критерия «2» ставится всегда на следующих 20% (т.е. от 20% до 40%) кривой жизни объекта. В случае если кривая жизни объекта учитывает «детскую смертность», то оценка критерия «2» ставится на следующих 20% кривой жизни актива за вычетом «детской смертности»;

3. Оценка критерия «1» ставится всегда на всей оставшейся кривой жизни актива до достижения отметки 50% кривой жизни объекта. В случае если кривая жизни объекта учитывает «детскую смертность», то оценка критерия «1» до достижения отметки 50% кривой жизни актива за вычетом «детской смертности»;

4. Оценка критерия «0» ставится всегда на всей оставшейся кривой жизни актива.

Приложение 5. «Укрупненный перечень аварийно-восстановительных работ по устранению последствий типовых отказов»

Приложение 5.1. Гидротурбины

Тип отказа/ узел	Перечень работ
Рабочее колесо	
1. Повреждения лопастей рабочего колеса (трещины). Для РК ПЛ и Д типов.	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт рабочего колеса на монтажной площадке с заменой лопастей. Ремонт проточной части с частичной заменой (10%-20%) облицовки камеры РК, сопрягающих поясов и пр. Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
2. Повреждение, износ кинематики РК. Для турбин ПЛ и Д типов.	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт рабочего колеса на монтажной площадке с заменой втулок и кинематики механизма разворота лопастей. Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
3. Утечки масла через уплотнения РК. (Повреждение уплотнений). Для турбин ПЛ и Д типов.	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Замена уплотнений лопастей РК без разборки гидроагрегата.
4. Повреждение втулок маслоприемника. Для турбин ПЛ и Д типов.	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Разборка маслоприемника. Замена втулок маслоприемника.
5. Снижение к.п.д. турбины, рабочей мощности в результате подрезки лопастей для обеспечения зазора "камера-лопасть". Для турбин ПЛ и Д типов.	Режимные ограничения до ремонта с заменой лопастей и обечайки или замены турбины
1*. Кавитационный, гидроабразивный износ, механические повреждения РК. Трещины на лопастях. Для турбин РО типа.	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт рабочего колеса на монтажной площадке. Ремонт проточной части с частичной заменой (10%-20%) облицовки камеры РК, сопрягающих поясов и пр. Ревизия лабиринтных уплотнений. Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
Проточная часть	
6. Повреждения облицовки камеры РК	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт проточной части с частичной заменой (10%-20%) облицовки камеры РК, сопрягающих поясов и пр. Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
7. Повреждения штрабного бетона	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт проточной части с частичной заменой (10%-20%) облицовки камеры РК, сопрягающих поясов, инъектированием раствора, установкой дополнительных анкеров. Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
8. "Бухтение обечайки"	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт проточной части с частичной заменой (10%-20%) облицовки камеры РК, сопрягающих поясов и инъектированием раствора, установкой дополнительных анкеров. Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
Направляющий аппарат	

9. Повреждения втулок НА	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Установка и снятие ограждений, стопорных устройств, такелажной оснастки и приспособлений. Снятие формуляров. Вывешивание лопаток, замена 30% средних и нижних втулок. Установка торцевых зазоров, разгонка зазоров по лопаткам. Регулировка. Сборка Н.А. Пусконаладка.
10. Повреждение кинематики НА	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Очистка, проверка состояния и ремонт (15-20%) верхних цапф, их подшипников, ревизия регулирующего кольца, сервомоторов, ремонт уплотнений и шарнирных соединений. Сборка и регулировка зазоров и натяга.
11. Повреждения уплотнения лопаток НА	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Установка и снятие ограждений, стопорных устройств, такелажной оснастки и приспособлений. Снятие формуляров. Ремонт (замена) уплотнений подшипников лопаток, восстановление или замена уплотнений лопаток в проточной части - резинового шнура (при уплотнении по перу металл по металлу - припиловка). Установка торцевых зазоров, разгонка зазоров по лопаткам. Регулировка. Пусконаладка.
12. Сверхнормативный износ нижнего и верхнего кольца НА	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт с восстановлением (наплавка) металла или замена изношенных деталей (колец), после изготовления на заводе. Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
13. Сверхнормативный износ регулирующего кольца НА	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Ремонт с заменой узлов трения регулирующего кольца. Сборка, регулировка.
Система автоматического управления	
14. Неисправность МНУ, в т.ч. запорная арматура, маслонасосы, клапана и т.д.	Неплановый (аварийный) ремонт с заменой поврежденных узлов, деталей.
15. Отказ электрической или механической части регулятора скорости	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Аварийный ремонт с заменой механической (или электрической) части регулятора скорости.
16. Пропеллерный режим, снижение к.п.д., мощности. Неучастие в регулировании частоты. Для турбин ПЛ и Д типа.	Режимные ограничения до устранения причин нарушения комбинаторной зависимости.
Крышка турбины	
17. Повреждения клапанов срыва вакуума	Аварийный ремонт с заменой поврежденных деталей, узлов.
18. Ограничения режима, снижение мощности в связи с недопустимой вибрацией.	Ограничение режима, снижение мощности до устранения причин повышенной вибрации.
Турбинный подшипник и вал	
19. Повреждения рубашки вала	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт вала и турбинного подшипника в заводских условиях (с учетом транспортных расходов). Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
20. Повреждение вкладыша и корпуса вкладыша турбинного подшипника	Разборка технологической и электрической схем. Осушение проточной части. Снятие формуляров. Демонтаж гидроагрегата и вспомогательного оборудования. Ремонт вала и турбинного подшипника в заводских условиях (с учетом транспортных расходов). Сборка гидроагрегата. Пусконаладка.
21. Повреждение системы технического водоснабжения	Аварийный ремонт с заменой поврежденных деталей, узлов.

Подпятник и генераторный подшипник	
22. Повреждения диска подпятника	Разборка технологической и электрической схем. Разборка масло ванны подпятника. Частичный демонтаж гидроагрегата (для зонтичных гидрогенераторов - выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Заводской ремонт диска подпятника или его замена после изготовления на заводе. Замена 20% сегментов, тарельчатых опор, балансиров, опорных болтов. Сборка, регулировка, наладка.
23. Повреждение сегментов, опор, балансиров, гофр подпятника	Аварийный ремонт с заменой 20% сегментов, тарельчатых опор, балансиров, опорных болтов (для подпятников на гидравлической опоре - замена гофр). Сборка, регулировка, наладка.
24. Повреждение генераторного подшипника	Аварийный ремонт с заменой сегментов.

Приложение 5.2. Гидрогенераторы

Тип отказа/ узел	Перечень работ
Обмотка статора	
1. Пробой обмотки. (критерий "Испытания и измерения").	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. "Подъем шага" обмотки. Замена нижнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
2. Пробой обмотки в пазовой части. (критерий "Состояние крепления пазовой части").	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. Ремонт железа статора в месте пробоя стержня. Замена нижнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
3. Повреждение обмотки в зоне лобовых частей. (критерий "Состояние паек лобовых частей").	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. "Подъем шага" обмотки. Замена нижнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
4. Пробой обмотки на выходе из паза. (критерий "Состояние крепления лобовых частей").	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. "Подъем шага" обмотки. Замена нижнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
Стальные конструкции и активная сталь статора	
5. Повреждение железа статора, пробой обмотки в пазовой части. (критерий "Испытания стали статора на потери и нагрев").	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. "Подъем шага" обмотки. Ремонт железа статора (ремонт оплавленных зубцов -2шт.; уплотнение активного железа статора - 15% пакетов). Замена нижнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
6. Повреждение направляющих подшипников гидроагрегата. (критерий "Форма статора").	Разборка технологической и электрической схем. Снятие формуляров. Полная разборка подшипников, проверка состояния рубашки вала, замена рубашки вала в заводских условиях, замена поврежденных сегментов и крепежа, восстановление изоляции сегментов, сборка, замена уплотняющих элементов. Разборка гидрогенератора (выемка ротора), восстановление формы статора. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
7. Повреждение железа	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие

статора. Пробой обмотки статора (верхний стержень). (критерий "Плотность прессовки активной стали статора").	формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка (15%) и распайка обмотки. Ремонт железа статора. Уплотнение активного железа (15% пакетов) статора. Подпрессовка активной стали статора. Замена верхнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней (10% от общего количества). Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
8. Повреждение железа статора, повреждение опорных конструкций статора. (критерий "Вибрационное состояние сердечника статора").	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка (15%) и распайка обмотки. Ремонт железа статора на спинке и в зубцовой зоне. Восстановление крепления нижней полки статора к фундаментным плитам, уплотнение активного железа (15% пакетов), подпрессовка активного железа. Частичная замена обмотки (30% стержней) статора. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
9. Повреждение железа статора. (критерий "Состояние стыков сердечника статора").	Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. (Замена стыковых стержней - подъем 6 шагов обмотки). Ремонт железа статора на спинке и в зубцовой зоне. Восстановление крепления секторов железа статора с заменой уплотнений (прокладок) между секторами, уплотнение активного железа (15% пакетов), подпрессовка активного железа. Частичная замена обмотки (30% стержней) статора. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
Стальные конструкции ротора	
10. Повреждение направляющих подшипников гидроагрегата. (критерий "Форма ротора").	Разборка технологической и электрической схем. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора), распайка обмотки возбуждения, снятие и установка полюсов (20%) с заменой корпусной и витковой изоляции. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
11. Повреждение стальных конструкций ротора. (критерий "Стальные конструкции ротора").	Разборка технологической и электрической схем. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора), снятие и установка полюсов, восстановление цилиндрической формы ротора с нагревом, восстановление контровки и крепления стыковых плит к втулке обода ротора, шпонок, дистанционных втулок и стяжных шпилек ротора, восстановление опрессовки обода с подпрессовкой крайних пакетов, установка дополнительных упоров. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
Обмотка возбуждения и демпферная обмотка.	
12. Снижение сопротивления изоляции ниже допустимого. (критерий "Состояние изоляции обмотки возбуждения").	Разборка технологической и электрической схем. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора), распайка обмотки возбуждения, снятие и установка полюсов (20%) с заменой корпусной и витковой изоляции. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
13. Разрушение или перегрев межполюсных соединений. (критерий "Межполюсные соединения").	Разборка технологической и электрической схем. Снятие формуляров. Частичная разборка гидрогенератора, ремонт межполюсных соединений (20%). Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
14. Витковое замыкание обмотки возбуждения. (критерий "Витковая изоляция").	Разборка технологической и электрической схем. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора), распайка обмотки возбуждения, снятие и установка полюсов (20%) с заменой корпусной и витковой изоляции. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
15. Повреждение компенсаторов демпферной обмотки. (критерий "Демпферная обмотка").	Разборка технологической и электрической схем. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора), замена крепления компенсаторов демпферной обмотки. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка.
Щеточно-контактный аппарат.	
16. Снижение сопротивления изоляции	Внеплановый останов гидроагрегата. Чистка, промывка, восстановление изоляции.

ниже нормативов. (критерий "Состояние в процессе эксплуатации").	
17. Повреждения (подгары) контактных колец. (критерий "Степень искрения").	Внеплановый останов гидроагрегата. Проточка, шлифовка контактных колец, замена щеток.
Генераторный выключатель.	
18. Разрушение ДГК и повреждение токоведущего тракта. (критерий "Токоведущий тракт и дугогасящее устройство").	Разборка электрической схемы. Капитальный ремонт с заменой ДГК двух полюсов. Пусконаладка. Испытания.
19. Отказ выключателя на отключение. Повреждение токоведущего тракта выключателя. (критерий "Состояние привода").	Погашение блока генераторов. Разборка электрической схемы. Замена 2-х полюсов выключателя. Регулировка привода. Пусконаладка, испытания.
РЗА и в/к.	
20. Запуск УРОВ, отключение блока генераторов. (критерий "Количество отказов за последний год связанных с дефектами аппаратуры или кабелей вторичной коммутации").	Повреждение обмотки статора гидрогенератора. Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. "Подъем шага" обмотки. Замена нижнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка. Внеплановое профвосстановление РЗА гидрогенератора, Замена кабелей в/к (10%).
21. Запуск УРОВ, отключение блока генераторов. (критерий "Срок эксплуатации устройств РЗА и контрольных кабелей").	Повреждение обмотки статора гидрогенератора. Разборка технологической и электрической схем. Испытания. Снятие формуляров. Разборка гидрогенератора (выемка ротора) и вспомогательного оборудования. Частичная расклиновка и распайка обмотки. "Подъем шага" обмотки. Замена нижнего стержня. Замена демонтированных "верхних" стержней. Пайка и заклиновка обмотки. Испытания согласно норм. Сборка гидрогенератора. Пусконаладка. Внеплановое профвосстановление РЗА гидрогенератора, Замена кабелей в/к (10%).
Система возбуждения.	
22. Повреждение силовых элементов преобразователей (электромашинного возбудителя). (критерий "Состояние в процессе эксплуатации").	Разборка электрической схемы Внеплановый капитальный ремонт системы возбуждения с заменой 30% тиристоров, ремонт преобразовательного трансформатора в заводских условиях. При электромашинном возбуждении - частичная разборка гидроагрегата. Внеплановый капитальный ремонт возбудителя на монтажной площадке с заменой 20% основных и дополнительных полюсов. Сборка, пусконаладка.
23. Отказ АВР. (критерий "Срок эксплуатации устройств").	Разборка электрической схемы Внеплановый капитальный ремонт системы возбуждения с заменой 30% тиристоров, ремонт преобразовательного трансформатора в заводских условиях. При электромашинном возбуждении - частичная разборка гидроагрегата. Внеплановый капитальный ремонт возбудителя на монтажной площадке с заменой 20% основных и дополнительных полюсов. Внеплановое профвосстановление АВР. Сборка, пусконаладка.

Приложение 5.3. Трансформаторы

Тип отказа/ узел	Перечень работ
------------------	----------------

Бак трансформатора.	
1. Течь масла через главную прокладку (главное уплотнение), снижение уровня масла до срабатывания газового реле на сигнал. (критерий "Состояние прокладок").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка в трансформаторную мастерскую или на завод. Слив масла, подъем колокола, изготовление и замена главной прокладки, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.
2. Течь масла по фланцам трубопроводов, адаптеров, сварным швам, требующая отключения трансформатора. (критерий "Отсутствие протечек").	Разборка электрической схемы. Аварийный ремонт в объеме типового текущего ремонта. (Или ремонт по местным условиям).
3. Течь масла через сальники задвижек требующая отключения трансформатора. (критерий "Состояние трубопроводов и запорной арматуры").	Разборка электрической схемы. Аварийный ремонт в объеме типового текущего ремонта. (Или ремонт по местным условиям).
Обмотка и сердечник.	
4. Повреждение железа (пожар железа), отключение трансформатора газовой защитой. (критерий "Состояние сердечника").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка на завод. Слив масла, подъем колокола, разборка трансформатора с расшихтовкой верхнего яра, снятием и установкой обмоток и главной изоляции, ремонт или замена поврежденного железа, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.
5. Повреждение изоляции яра, стяжных шпилек, бандажей относительно активной стали приводящее к местным перегревам и срабатыванию газовой защиты на сигнал. (критерий "Состояние яра").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка в трансформаторную мастерскую или на завод. Слив масла, подъем колокола, осмотр и ремонт активной части без смены обмоток, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.
6. Повреждение обмотки в связи с ослаблением прессовки, перегревом паек и т.п.. Трансформатор отключен ДЗТ или газовой защитой. (критерий "Состояние обмотки").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка на завод. Слив масла, подъем колокола, разборка трансформатора с расшихтовкой верхнего яра, снятием и установкой обмоток и главной изоляции, ремонт или замена обмоток, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.
7. Внутреннее повреждение. Трансформатор отключен ДЗТ или газовой защитой. (критерий "Результаты испытаний").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка на завод. Слив масла, подъем колокола, разборка трансформатора с расшихтовкой верхнего яра, снятием и установкой обмоток и главной изоляции, ремонт активной части, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.
Система охлаждения.	
8. Повреждения насосов приводящие к неработоспособности	Разборка электрической схемы. Аварийный ремонт в объеме типового текущего ремонта. (Или ремонт по местным условиям).

трансформатора. (критерий "Состояние насосов").	
9. Повреждения вентиляторов приводящие к неработоспособности трансформатора. (критерий "Состояние вентиляторов").	Разборка электрической схемы. Аварийный ремонт в объеме типового текущего ремонта.(Или ремонт по местным условиям).
10. Течь масла по фланцам трубопроводов, сальникам задвижек, сварным швам, требующая отключения трансформатора. (критерий "Состояние трубопроводов и запорной арматуры").	Разборка электрической схемы. Аварийный ремонт в объеме типового текущего ремонта.(Или ремонт по местным условиям).
11. Повреждение системы автоматики охлаждения трансформатора приводящее к неработоспособности трансформатора. (критерий "ШАОТ").	Разборка электрической схемы. Аварийный ремонт в объеме типового текущего ремонта.(Или ремонт по местным условиям).
РПН (ПБВ) (при наличии)	
12. Повреждение избирателя приводящее к неработоспособности трансформатора. (критерий "Состояние избирателя").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка в трансформаторную мастерскую или на завод. Слив масла, подъем колокола, изготовление и замена главной прокладки, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.
13. Повреждение контактора приводящее к неработоспособности трансформатора. (критерий "Состояние котактора").	Разборка электрической схемы. Слив масла, разборка, осмотр, дефектация, демонтаж, ремонт или замена контактора, замена изношенных деталей, чистка контактов, сборка, регулировка, испытания.(Или ремонт по местным условиям).
14. Повреждение привода приводящее к неработоспособности трансформатора. (критерий "Состояние привода").	Разборка электрической схемы. Разборка, осмотр, дефектация, ремонт или замена привода, замена изношенных деталей, сборка, регулировка, испытания.
15. Течь масла через главную прокладку, снижение уровня масла до аварийного уровня. (критерий "Состояние бака РПН").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка в трансформаторную мастерскую или на завод. Слив масла, подъем колокола, изготовление и замена главной прокладки, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.(Или ремонт по местным условиям).
Масло	
16. Результаты испытаний масла - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы. (критерий	Разборка электрической схемы. Замена или регенерация масла. Испытания.

"Анализ масла").	
17. Результаты ХАРГ масла - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы. (критерий "ХАРГ").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка на завод. Слив масла, подъем колокола, разборка трансформатора с расшихтовкой верхнего яра, снятием и установкой обмоток и главной изоляции, ремонт активной части, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания.
Высоковольтные вводы	
18. Перекрытие фарфоровой изоляции ввода. (критерий "Состояние фарфора").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора, демонтаж ввода, отправка на завод. Ремонт ввода в заводских условиях. Сборка трансформатора, доливка масла. Испытания согласно норм. Ошиновка.
19. Результаты испытаний масла - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы. (критерий "Состояние масла").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора, демонтаж ввода, отправка на завод. Ремонт ввода в заводских условиях. Сборка трансформатора, доливка масла. Испытания согласно норм. Ошиновка.
20. Результаты испытаний ввода - неудовлетворительны. Требуется вывод трансформатора из работы. (критерий "Результаты испытаний").	Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора, демонтаж ввода, отправка на завод. Ремонт ввода в заводских условиях. Сборка трансформатора, доливка масла. Испытания согласно норм. Ошиновка.
РЗА и в/к	
21. Отказ защиты, запуск УРОВ, погашение блока генераторов и системы шин РУ высокого напряжения. (критерий "Количество отказов за последний год").	Повреждение трансформатора. Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка на завод. Слив масла, подъем колокола, разборка трансформатора с расшихтовкой верхнего яра, снятием и установкой обмоток и главной изоляции, ремонт или замена поврежденного железа, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания. Внеплановое профвосстановление устройств РЗА.
22. Отказ защиты, запуск УРОВ, погашение блока генераторов и системы шин РУ высокого напряжения. (критерий "Срок эксплуатации").	Повреждение трансформатора. Разборка электрической схемы. Расшиновка трансформатора. Разгерметизация. Демонтаж съемных комплектующих узлов и в/в вводов. Монтаж транспортных приспособлений. Транспортировка на завод. Слив масла, подъем колокола, разборка трансформатора с расшихтовкой верхнего яра, снятием и установкой обмоток и главной изоляции, ремонт или замена поврежденного железа, сборка трансформатора, вакуумировка и сушка, испытания согласно норм, транспортировка к месту установки, установка, монтаж съемных комплектующих и в/в вводов. Доливка масла. Испытания. Внеплановое профвосстановление устройств РЗА.

Приложение 5.4. Решетки

Тип отказа/ узел	Перечень работ
Стержни	
1. Трещины стержней, обрывы стержней, эксплуатация решетки невозможна	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Сборка и разборка лесов и подмостей; Отсоединение и подъем решетки из пазов, установка на подхваты, отсоединение и снятие с подхватов, установка решетки в пазы козловым, полукозловым краном, демонтаж и монтаж решетки. Ремонт решетки с заменой дефектных элементов с их изготовлением стержневой тип конструкции
2. Коррозионный износ 10 и более процентов, эксплуатация решетки недопустима	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Сборка и разборка лесов и подмостей; Отсоединение и подъем решетки из пазов, установка на подхваты, отсоединение и снятие с подхватов, установка решетки в пазы козловым, полукозловым краном, демонтаж и монтаж решетки. Ремонт решетки с заменой дефектных элементов с их изготовлением стержневой тип конструкции
Несущие и опорные конструкции (ригель, опорные стойки)	
3. Трещины, смятие поверхностей, деформация конструкций, эксплуатация решетки невозможна	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Сборка и разборка лесов и подмостей; Отсоединение и подъем решетки из пазов, установка на подхваты, отсоединение и снятие с подхватов, установка решетки в пазы козловым, полукозловым краном, демонтаж и монтаж решетки. Ремонт с удалением дефектных и установкой новых элементов металлоконструкций (ригелей, связей, диафрагм) напорного полотна затвора; Замена втулок подшипников скольжения в катковых опорах диаметр втулки 50-100мм
4. Коррозионный износ 10 и более процентов, эксплуатация решетки недопустима	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Сборка и разборка лесов и подмостей; Отсоединение и подъем решетки из пазов, установка на подхваты, отсоединение и снятие с подхватов, установка решетки в пазы козловым, полукозловым краном, демонтаж и монтаж решетки. Ремонт с удалением дефектных и установкой новых элементов металлоконструкций (ригелей, связей, диафрагм) напорного полотна затвора; Замена втулок подшипников скольжения в катковых опорах диаметр втулки 50-100мм.
Опоры скольжения	
5. Трещины, смятие поверхностей, эксплуатация решетки невозможна	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Сборка и разборка лесов и подмостей; Отсоединение и подъем решетки из пазов, установка на подхваты, отсоединение и снятие с подхватов, установка решетки в пазы козловым, полукозловым краном, демонтаж и монтаж решетки. Ремонт с удалением дефектных и установкой новых элементов металлоконструкций (ригелей, связей, диафрагм) напорного полотна затвора; Замена втулок подшипников скольжения в катковых опорах диаметр втулки 50-100мм.
6. Коррозионный износ 10 и более процентов, эксплуатация решетки недопустима	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Сборка и разборка лесов и подмостей; Отсоединение и подъем решетки из пазов, установка на подхваты, отсоединение и снятие с подхватов, установка решетки в пазы козловым, полукозловым краном, демонтаж и монтаж решетки. Ремонт с удалением дефектных и установкой новых элементов металлоконструкций (ригелей, связей, диафрагм) напорного полотна затвора; Замена втулок подшипников скольжения в катковых опорах диаметр втулки 50-100мм.
Закладные части	
7. Коррозионный износ закладных частей 10 и более процентов, эксплуатация решетки недопустима.	Ремонт 2 погонных метров закладных с восстановлением металлоконструкций и устранением сквозных фильтраций в объеме до одного куб. метра
8. Разрушение бетона более 10% или наличие обходной фильтрации. Эксплуатация решетки недопустима.	Ремонт 2 погонных метров закладных с восстановлением металлоконструкций и устранением сквозных фильтраций в объеме до одного куб. метра

Приложение 5.5. Затворы

Тип отказа/ узел	Перечень работ
Обшивка	
1. Трещины, разрывы, смятие обшивки, эксплуатация затвора невозможна.	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей.
2. Толщина обшивки уменьшилась на 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима.	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей.
3. Прогиб обшивки сверх допустимого, трещины и разрывы, эксплуатация затвора невозможна	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей.
Несущие и опорные конструкции	
4. Трещины, разрывы, эксплуатация затвора невозможна.	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затвора; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Ремонт с удалением дефектных и установкой новых элементов металлоконструкций (ригелей, связей, диафрагм) напорного полотна затвора.
5. Коррозионный износ конструкций 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима.	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Ремонт с удалением дефектных и установкой новых элементов металлоконструкций (ригелей, связей, диафрагм) напорного полотна затвора.
6. Остаточная деформация конструкций сверх допустимого, эксплуатация затвора невозможна.	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Ремонт с удалением дефектных и установкой новых элементов металлоконструкций (ригелей, связей, диафрагм) напорного полотна затвора.
Опоры качения и скольжения	
9. Трещины, смятие поверхностей, эксплуатация затвора невозможна	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Замена втулок подшипников скольжения в катковых опорах диаметр втулки 150-200мм; Наплавка и механическая обработка рабочей поверхности катковых опор диаметр катка 150-250мм.
10. Коррозионный износ 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Замена втулок подшипников скольжения в катковых опорах диаметр втулки 150-200мм; Наплавка и механическая обработка рабочей поверхности катковых опор диаметр катка 150-250мм.
11. Механический износ более 3 мм. Эксплуатация затвора	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым

недопустима.	краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Замена втулок подшипников скольжения в катковых опорах диаметр втулки 150-200мм; Наплавка и механическая обработка рабочей поверхности катковых опор диаметр катка 150-250мм.
Закладные части	
7. Коррозионный износ закладных частей 10 и более процентов, эксплуатация затвора недопустима.	Ремонт 2 погонных метров закладных с восстановлением металлоконструкций и устранением сквозных фильтраций в объеме до одного куб. метра
8. Разрушение бетона более 10% или наличие обходной фильтрации. Эксплуатация затвора недопустима.	Ремонт 2 погонных метров закладных с восстановлением металлоконструкций и устранением сквозных фильтраций в объеме до одного куб. метра
Гидроуплотнение	
12. Износ более 5мм. Эксплуатация затвора недопустима.	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Замена резинового уплотнения по периметру затвора с изготовлением и заменой крепежных элементов, прижимных планок, восстановление выравнивающего слоя, вулканизация стыков; Замена ножевого уплотнения затвора при подъеме затвора.
13. Протечки более 2л. на пог. метр. Эксплуатация затвора недопустима.	Снятие и установка железобетонных плит перекрытия пазов затворов; Захват и подъем затвора плоскоскользящего из пазов, установка на подхваты, отсоединение затвора, установка затвора в пазы козловым, полукозловым краном; Сборка и разборка лесов и подмостей. Замена резинового уплотнения по периметру затвора с изготовлением и заменой крепежных элементов, прижимных планок, восстановление выравнивающего слоя, вулканизация стыков; Замена ножевого уплотнения затвора при подъеме затвора.

Приложение 6. «Экономико-математические основы выбора оптимальных воздействий»

Основные понятия:

Стоимость ЖЦ оборудования $PV_T^{ЖЦ}$ - приведенная стоимость совокупных издержек $Cost_t$ в год t функционирования оборудования в течение своего жизненного цикла T :

$$PV_T^{ЖЦ} = \sum_{t=1}^T \frac{Inv + Cost_t}{(1+r)^t},$$

где Inv – инвестиции в оборудование (капитальные затраты), r – ставка дисконтирования в реальном выражении (без учета инфляции).

Среднегодовые равномерные совокупные затраты ЖЦ или аннуитет совокупных затрат на ЖЦ оборудования EAC_T – среднегодовые равномерные совокупные затраты в течение жизненного цикла оборудования. Среднегодовые совокупные затраты являются эквивалентными постоянными периодическими платежами или аннуитетом (определяются, когда известна дисконтированная стоимость совокупных затрат в течение всего жизненного цикла оборудования $PV_T^{ЖЦ}$):

$$EAC_T = \frac{PV_T^{ЖЦ}}{N} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{Inv + Cost_t}{(1+r)^t}}{N},$$

где $PV_T^{ЖЦ}$ - стоимость ЖЦ оборудования, T - период ЖЦ, r – ставка дисконтирования, N – нормативный срок эксплуатации актива;

Предельные издержки в год t от увеличения срока замены оборудования – дополнительные издержки, связанные с увеличением срока замены оборудования с года t на год $t+1$. В издержки включаются неявные затраты на эксплуатацию и ремонты оборудования в году t .

Предельные выгоды в год t – выгоды от уменьшения среднегодовых капитальных затрат на реализацию инвестиционного проекта (поток аннуитетов) в замену оборудования при периоде ЖЦ равного $t+1$ по сравнению со среднегодовыми капитальными затратами (поток аннуитетов) при периоде ЖЦ равного t .

Расчет параметра ЧДД

Сводным критерием экономической эффективности технических воздействий является чистый дисконтированный доход (дисконтированная сумма изменений денежных потоков), который позволит учесть при оценке все основные показатели экономической эффективности, указанные выше, в т.ч. отразить зависимость затрат от состояния активов:

$$ЧДД = \sum_{t=1}^N \left(\frac{D - R - Inv_0}{(1+r)^t} \right);$$

где $ЧДД$ - чистый дисконтированный доход; r - ставка дисконтирования; D - совокупный годовой доход; R – совокупные затраты, период дисконтирования $[1, N]$, Inv_0 - начальные инвестиции.

ЧДД вычисляется исходя из следующих статей:

1. **Инвестиции** (включая проектно-изыскательные работы, строительно-монтажные работы, затраты на приобретение оборудования, требующего монтажа, затраты на приобретение материалов, необходимых для проведения строительно-монтажных работы, затрат на проведение пуско-наладочных работ, а также прочих необходимых затрат на реализацию инвестиционного проекта, которые в соответствии с правилами бухгалтерского учета и законодательством РФ относятся к категории капитальных вложений);
2. **Доходы** (включая реализацию товарной продукции (продажа электроэнергии, мощности, оказание системных услуг) и внереализационные доходы);
3. **Расходы** (включая налоги, текущие ремонты, капитальные и сверхнормативные ремонты, прочие затраты на эксплуатацию, неявные затраты (в т.ч. затраты от ущерба при отказе (аварии) оборудования)).

Расчет варианта «Поузловая реконструкция»

Программа поузловой реконструкции оборудования базируется на минимизации совокупных затрат жизненного цикла оборудования путем нахождения оптимального баланса между увеличением предельных издержек на содержание оборудования (например, риски отказа) и выгод от увеличения срока замены оборудования (уменьшение капитальных затрат).

1. Расчет суммы капитальных вложений в инвестиционный проект замены узла.

Общие инвестиции в проект замены одного узла рассчитываются как сумма стоимости строительно-монтажных работ, относящихся к данному узлу и стоимости оборудования по данному узлу требующего монтажа.

2. Расчет среднегодовой стоимости совокупных затрат жизненного цикла узла.

Нахождение оптимального периода замены T^* для базовых узлов (определение оптимального жизненного цикла узлов) происходит через перебор разных по времени периодов ЖЦ и поиск минимума *среднегодовых равномерных совокупных затрат ЖЦ - EAC**.

Для нахождения оптимального года замены базового узла применяется следующий подход – узел необходимо заменять, когда предельные издержки от отсрочки замены на год начинают превышать предельные выгоды (рис. 1).

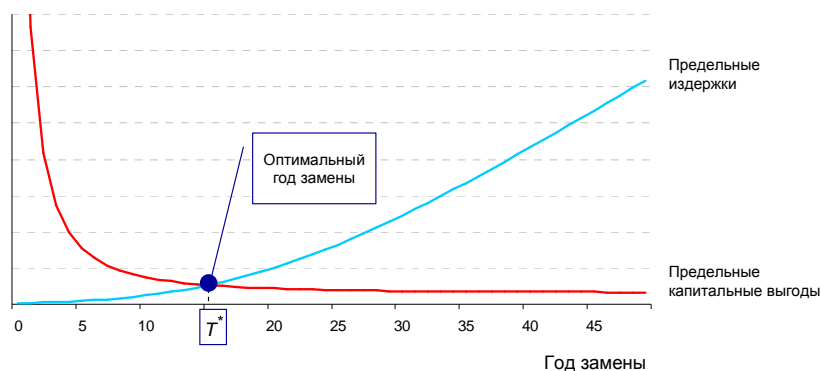


Рис. 1

Определив оптимальный год периода замены оборудования рассчитываются *минимальные среднегодовые совокупные затраты ЖЦ:*

$$EAC_{T_s}^* = \frac{PV_{T_s}^{ЖЦ}}{N} = \frac{\sum_{t=1}^{T_s^*} \frac{Inv_t + R_t}{(1+r)^t}}{N}$$

Данный этап реализован в несколько шагов:

- Рассчитываются накопленные дисконтированные совокупные затраты оборудования к году замены T :

$$R_T^{Cum} = \sum_{t=1}^T R_t = \sum_{t=1}^T p_t \times C_t$$

- Рассчитывается стоимость ЖЦ оборудования путем суммирования накопленных дисконтированных совокупных затрат с капитальными затратами:

$$PV_T^{ЖЦ} = Inv_T + R_T^{Cum}$$

- Вычисляются среднегодовые совокупные затраты ЖЦ для каждого варианта периода замены оборудования:

$$EAC_T = \frac{PV_T^{ЖЦ}}{\sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+r)^t}}$$

- Определяются минимальные среднегодовые совокупные затраты ЖЦ и, следовательно, оптимальный год замены из всех рассчитанных вариантов периода замены:

$$EAC_{T^*}^* = \min_T EAC_T$$

$$T = \arg \min_T (EAC_T)$$

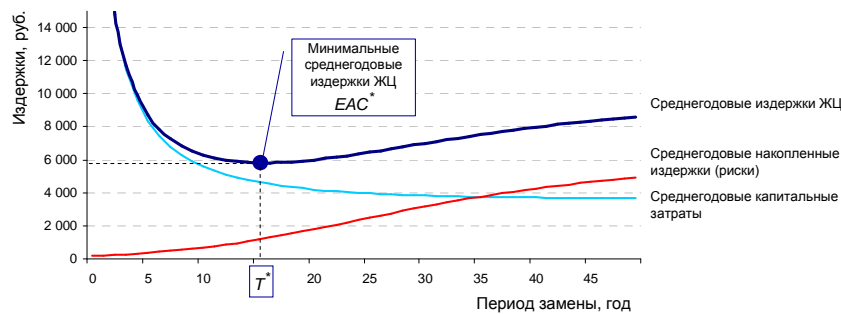


Рис. 2

3. Формирование прогноза вероятности отказа

Каждому значению технического состояния оборудования соответствует значение кривой вероятности отказа оборудования.

Точку, соответствующую искомому значению критерия состояния, обозначается через год \bar{t} и вероятность отказа $p_{\bar{t}}$. Прогноз роста вероятности отказа оборудования строится следующим образом (в качестве текущего года берется год измерения показателя) – рис.3:

$$\begin{aligned} P_{тек.год}^{ex} &= p_{\bar{t}}; \\ P_{тек.год+1}^{ex} &= p_{\bar{t}+1}; \\ &\dots; \\ P_{тек.год+n}^{ex} &= p_{\bar{t}+n}; \end{aligned}$$

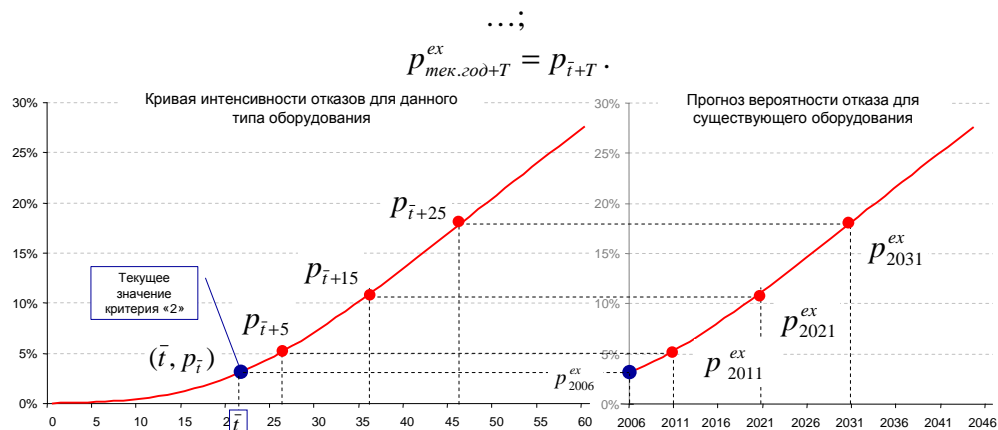


Рис. 3

Далее рассчитываются предельные издержки на каждый год t по формуле:

$$R_{\text{тек.год}+t}^{\text{ex}} = P_{\text{тек.год}+t}^{\text{ex}} \cdot C_{\text{тек.год}+t}$$

4. Определяется оптимальный год замены каждого узла:

- Оборудование не заменяется, если *предельные издержки* существующего оборудования не превышают *минимальные среднегодовые совокупные затраты ЖЦ*;
- Оборудование заменяется в году t , если *предельные издержки* в году t превысили *минимальные среднегодовые совокупные затраты ЖЦ*;
- Оборудование на горизонте планирования не заменяется, если *предельные издержки* не превышают *минимальные среднегодовые совокупные затраты* на всем промежутке планирования;
- Оборудование меняется в первый год, если *предельные издержки* изначально превышают *минимальные среднегодовые совокупные затраты*;

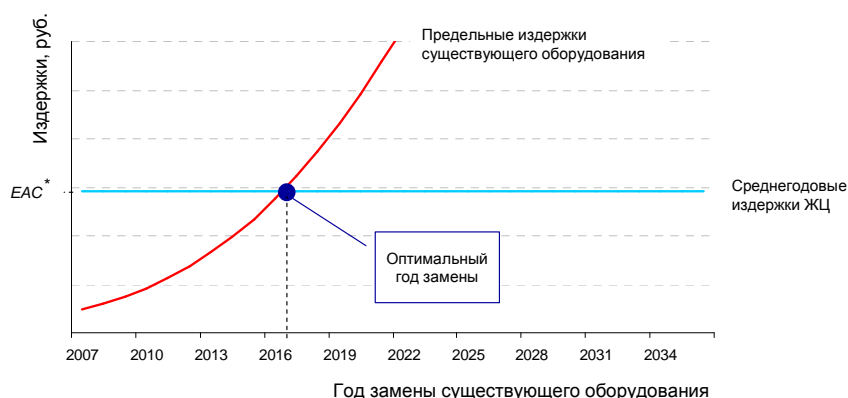


Рис. 4

5. Выбор оптимальной программы замены узла:

Если для узла характерен только один тип отказа, то выбор оптимального года замены узла происходит без изменений в соответствии с пунктами 1-4.

Для узлов с несколькими типами отказа существует одно отличие – *предельные издержки в год t* узла рассчитываются согласно специальной формуле, учитывающей невозможность наступления одного отказа, если оборудование простаивает по причине

наступления другого отказа. Для трех отказов узла формула расчета предельных издержек узла в момент t (R_t^c) принимает вид:

$$R_t^c = \prod_{i=1}^3 p_t^i \cdot \max(R_t^1; R_t^2; R_t^3) + p_t^{-1} \cdot p_t^2 \cdot p_t^3 \cdot \max(R_t^2; R_t^3) + p_t^1 \cdot p_t^{-2} \cdot p_t^3 \cdot \max(R_t^1; R_t^3) + p_t^1 \cdot p_t^2 \cdot p_t^{-3} \cdot \max(R_t^1; R_t^2) + p_t^1 \cdot p_t^{-2} \cdot p_t^{-3} \cdot R_t^1 + p_t^{-1} \cdot p_t^2 \cdot p_t^{-3} \cdot R_t^2 + p_t^{-1} \cdot p_t^{-2} \cdot p_t^3 \cdot R_t^3$$

где: R_t^c – предельные издержки узла в год t , p_t^i – вероятность наступления отказа i в период t , R_t^i – предельные издержки отказа i в период t , p_t^{-i} – вероятность ненаступления отказа i в период времени t .

После расчета предельных издержек узла в год t , выбор оптимального года происходит согласно раздела 1-4.

6. Оптимизация программы замены узлов

Выбор между заменой узлов в один год и заменой узлов каждый в свой оптимальный год зависит от соотношения издержек смещения периода замены узлов, которые объединяются в программу замены и сравнительной экономии от одновременной замены узлов.

Издержки смещения периода замены рассчитываются как разница между предельными издержками существования оборудования в новый период замены за вычетом среднегодовых издержек ЖЦ:

$$C_{dpl} = R_t^c - EAC^*,$$

где C_{dpl} – издержки смещения (от англ. costs of displacement), R_t^c – предельные издержки узла в смещенный период замены.

Издержки при смещении периода замены на более ранние сроки будут называться издержками смещения периода замены «назад», на более поздние сроки – «вперед».

Схематически издержки смещения могут быть изображены в следующем виде:

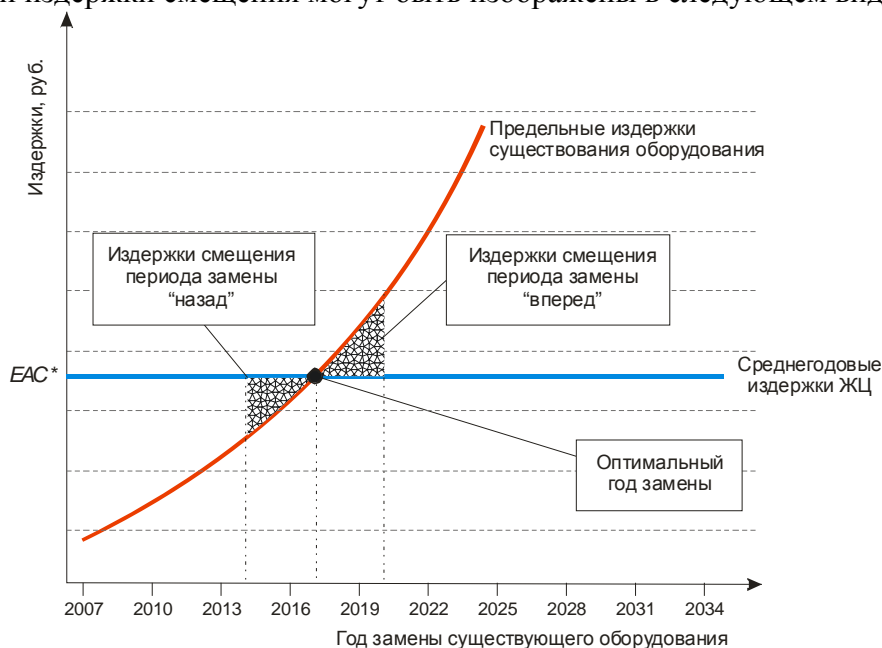


Рис. 5

Под сравнительной экономией от одновременной замены узлов подразумевается экономия на проведении монтажно-демонтажных работ, которые относятся ко всей турбине и

которые должны быть выполнены при замене любого количества узлов¹. Кроме этого при одновременной замене узлов достигается экономия от снижения времени простоя турбины и, следовательно, снижения величины недовыработки.

Соответственно, если *издержки смещения периода замены* как вперед, так и назад меньше *сравнительной экономии от одновременной замены узлов* узлы заменяются в один год.

Данный алгоритм реализуется в несколько этапов:

1. Вычисляются все возможные комбинации одновременной замены узлов²;
2. Среднегодовые равномерные затраты ЖЦ каждого из комбинируемых узлов вычитаются из предельных издержек соответствующих узлов. Берется модуль получившейся функции:

$$F_T = \sum_{c=1}^N |R_i^c - EAC_c^*|,$$

где N – это количество узлов, включаемых в программу одновременной замены.

Исходя из минимума этой функции, находится одновременный год замены узлов, входящих в комбинацию:

$$T = \arg \min_T (F_T)$$

3. Функция F_T дисконтируется, далее из нее вычитается экономия от единовременного монтажа-демонтажа турбины, дисконтированная на период замены узлов, входящих в комбинацию. Кроме этого время простоя турбины сокращается до времени, которое требуется для наиболее длительной замены узла. Полученная экономия также дисконтируется на момент осуществления программы. Итоговая функция принимает вид:

$$F' = F_T / (1 + r)^T - (N - 1) \cdot D / (1 + r)^T - \max(T \circ R) \cdot p_i / (1 + r)^T,$$

где D – стоимость монтажно-демонтажных работ относящихся ко всей турбине, r – ставка дисконтирования, ToR – время замены узла, входящего в программу, p_i – цена на продукцию Общества.

4. Данная функция строится для каждой комбинации, а минимальная из них определяет наиболее экономически выгодную комбинацию замены узлов:

$$\min\{F'\} \Rightarrow C_{1,2,\dots,5},$$

где $C_{1,2,\dots,5}$ – это набор узлов, входящих в наиболее выгодную комбинацию и, соответственно, заменяемых в одно время.

Расчет варианта «Замены единицы оборудования на новое»

Выбор оптимального года замены оборудования на новое полностью совпадает с логикой замены одного узла, с единственной поправкой – риски оборудования рассчитываются как суммарные риски каждого узла:

¹ Данные работы должны проводиться только при замене пяти узлов: рабочего колеса, проточной части, направляющего аппарата, крышки турбины, турбинного подшипника и вала. Два других узла не требует демонтажа всей турбины и, следовательно, не учитываются в оптимизаторе.

² Учитывая то, что всего могут быть объединены пять узлов, количество комбинаций равно 26, включая вариант «без объединения»;

$$R_t^{tur} = \sum_{k=1}^7 R_t^k,$$

где R_t^{tur} - риски турбины, R_t^k - риски узла.