Приложение 1
к приказу ОАО «РусГидро»
от 14.07.2014 № 563



РусГидро

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ ГИДРОГЕНЕРИРУЮЩАЯ
КОМПАНИЯ-РУСГИДРО»
(ОАО «РУСГИДРО»)

СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ

ГИДРОТУРБИНЫ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ. КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛА ЛОПАСТЕЙ И КАМЕР РАБОЧИХ КОЛЁС. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

СТО РусГидро 02.03.93 – 2013

Издание официальное

Москва – 2013

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а общие положения при разработке и применении стандарта организации – ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения.

Сведения о стандарте

1	РАЗРАБОТАН	Некоммерческим партнерством «Гидроэнергетика России», Открытым акционерным обществом «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева», Научно-производственным объединением по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова».
2	ВНЕСЕН	Департаментом технической политики и методологии стандартизации ОАО «РусГидро» в соответствии с рекомендацией Рабочей группы по техническому регулированию ОАО «РусГидро» (протокол от 03.10.2012 № 53)
3	УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ	Приказом ОАО «РусГидро» от 14.07.2014 № 563.
4	ВВОДИТСЯ	Впервые

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «РусГидро»

Содержание

1 Область применения……....……1
2 Нормативные ссылки……..…….....……2
3 Термины и определения……..…..4
4 Сокращения……...….7
5 Общие положения……..…...8
6 Виды повреждений…….…12
7 Требования к программе контроля……....14
8 Порядок контроля……...16
9 Требования к исполнителям (службам контроля)……...19
10 Требования к средствам контроля…….…….....19
11 Требования к исполнительной документации по результатам контроля..20
12 Установление и выбор браковочных критериев……..…21
13 Алгоритм принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации..21
Приложение А (обязательное) Типовая программа контроля металла рабочих колёс ПЛ-, Пр- и РО-гидротурбин ...……..23
Приложение Б (обязательное) Типовая программа контроля металла камер рабочих колес ПЛ- гидротурбин…..…….. 31
Б.1 Объёмы контроля металлических КРК……...31
Б.2 Визуальный контроль КРК ...……..……31
Б.3 Метод свободных колебаний……...31
Б.4 Гидроопробование КРК ……..…… 32
Б.5 Комплексный инструментальный контроль КРК…….….32
Приложение В (обязательное) Формуляры повреждений металла КРК и РК……..34
В.1 Формуляр зон повреждений металла КРК и примыкаюших зон…….……34
В.2 Формуляр толщинометрии металла зон камеры рабочего колеса (КРК)……...34
В.3 Формуляр кавитационных повреждений металла зон камеры рабочего колеса (КРК)… ……...……..39
В.4 Формуляр повреждений металла лопастей ПЛ-гидротурбины……..…39
В.5 Формуляр повреждений металла лопасти РО- гидротурбины……..……39
Приложение Г (обязательное) Инструкция по визуальному и измерительному контролю при проведении ремонтных работ и техническом контроле рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин……..…44
Г.1 Общие положения и нормы оценки качества……44
Г.1.2 Нормы оценки качества……44
Г.2 Подготовка к контролю…….……...44
Г.3 Методика выполнения контроля……44

Г.4 Оформление результатов контроля……45
Г.5 Требования безопасности……....47
Г.6 Образец карты контроля…….……48
Приложение Д (обязательное) Инструкция по капиллярному контролю при техническом контроле лопастей рабочих колес ПЛ- и РО- гидротурбин……...…..49
Д.1 Общие положения и нормы оценки качества……49
Д.2 Подготовка к контролю…….……..49
Д.3 Методика выполнения контроля.....50
Д.4 Оформление результатов контроля ПВК……...…50
Д.5 Требования безопасности…….……...51
Д.6 Образец карты контроля…….……52
Приложение Е (обязательное) Инструкция по вихретоковому контролю при техническом диагностировании лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин……..……...53
Е.1 Общие положения и нормы оценки качества.....53
Е.2 Подготовка к контролю……...53
Е.3 Методика выполнения контроля.....53
Е.4 Оформление результатов контроля……54
Е.5 Требования безопасности……54
Е.6 Образец карты контроля……..55
Приложение Ж (обязательное) Инструкция по ультразвуковому контролю при техническом контроле лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин…….……56
Ж.1 Общие положения и нормы оценки качества……...…56
Ж.2 Подготовка к контролю……..56
Ж.3 Методика выполнения контроля.....56
Ж.4 Оформление результатов контроля……...57
Ж.5 Требования безопасности……...57
Ж.6 Образец карты контроля…….58
Приложение К (обязательное) Инструкция по ультразвуковой толщинометрии при техническом контроле лопастей рабочих колес РО гидротурбин……...……..59
К.1 Общие положения и нормы оценки качества……59
К.2 Подготовка к контролю……...……59
К.3 Методика выполнения контроля……59
К.4 Оформление результатов контроля……....60
К.5 Требования безопасности……60
К.6 Образец карты контроля……..60

Приложение Л (обязательное) Инструкция по магнитопорошковому контролю при техническом контроле КРК и лопастей рабочих колес ПЛ- и РО- гидротурбин…… 62
Л.1 Общие положения и нормы оценки качества……62
Л.2 Подготовка к контролю……...……62
Л.3 Методика выполнения контроля.....62
Л.4 Оформление результатов контроля……...…63
Л.5 Требования безопасности……63
Л.6 Образец карты контроля……..63
Приложение М (обязательное) Инструкция по измерению твердости металла при техническом контроле лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин……65
М.1 Общие положения и нормы оценки качества……...65
М.2 Подготовка к контролю……..65
М.3 Методика выполнения контроля……65
М.4 Оформление результатов контроля……...65
М.5 Требования безопасности…….……... …..66
М.6 Образец карты контроля…….……66
Приложение Н (обязательное) Проведение гидравлических испытаний камеры рабочего колеса. Технологическая инструкция……68
Н.1 Общие положения……68
Н.2 Подготовка камеры рабочего колеса для проведения работ по гидравлическим испытаниям облицовки КРК……..……..68
Н.3 Оборудование для проведения работ по гидравлическим испытаниям облицовки КРК……....….68
Н.4 Порядок проведения работ по гидравлическим испытаниям КРК…….70
Н.5 Требования безопасности.....70
Приложение П (обязательное) Основные положения и рекомендации по проведению инструментального контроля металла КРК……72
П.1 Основные инструментальные методы контроля металла КРК……..…...72
П.2 Инструментальный контроль металла КРК из литых обечаек…….……73
П.3 Инструментальный контроль металла КРК из сварных обечаек…….……74
Приложение Р (обязательное) Методики лабораторных исследований физико-механических свойств металла……..…….77
Р.1 Методика определения механических свойств гидротурбинных сталей……..77

Р.2 Методика проведения испытаний на циклическую трещиностойкость……..…78
Библиография……..…….…….……82

Введение

Стандарт организации ОАО «РусГидро» «Гидравлические турбины. Контроль металла лопастей и камер рабочих колёс. Методические указания» (далее – Стандарт) разработан в соответствии с требованиями Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Стандарт является нормативным документом ОАО «РусГидро», устанавливающим требования к проведению контроля металла рабочих колес и камер рабочих колёс гидротурбин при технических осмотрах и технических обследованиях, направленные на повышение долговечности, надежности и безопасности работы гидротурбин.

Требования Стандарта дополняют в области его применения общие требования, изложенные в стандартах организации СТО 17330282.27.140.001–2006 «Методики оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций», СТО РусГидро 02.03.77-2011 «Гидроэлектростанции. Продление срока службы основного оборудования в процессе эксплуатации», СТО 17330282.27.140.005-2008 «Гидротурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».

Стандарт предназначен для формирования единых требований к правилам организации работ и к методам оценки состояния рабочих колес и камер рабочих колёс гидротурбин гидроэлектростанций.

Действие стандарта направлено на повышение безопасности и надежности эксплуатации гидротурбин, снижение рисков принятия необоснованных решений по ремонту, восстановлению при износе и повреждениях и замене рабочих колес и камер рабочих колёс гидротурбин и их отдельных конструктивных узлов и деталей.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ТУРБИНЫ. КОНТРОЛЬ МЕТАЛЛА ЛОПАСТЕЙ И КАМЕР РАБОЧИХ КОЛЁС. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Дата введения _____

1 Область применения

1.1 Стандарт устанавливает технические и организационные требования в период эксплуатации к проведению контроля металла рабочих колес и камер рабочих колёс осевых (ПЛ-, Пр-) и радиально-осевых (РО-) гидротурбин как с применением неразрушающих методов штатного контроля так и, при необходимости, при проведении специальных обследований с использованием образцов металла.

1.2 Стандарт предназначен для обязательного применения в ОАО «РусГидро». Дочерние и зависимые общества ОАО «РусГидро» применяют требования Стандарта после утверждения Стандарта в качестве локального нормативного документа дочерних и зависимых обществ ОАО «РусГидро» в установленном порядке.

1.3 Требования Стандарта обязаны выполнять любые сторонние организации и физические лица, выполняющие работы (оказывающие услуги) в области его применения по договорам с ОАО «РусГидро» и (или) с его филиалами, дочерними и зависимыми организациям, если это обязательство отражено в заключаемых с ними договорах.

1.4 Обязательность применения требований и норм Стандарта для всех поименованных выше субъектов ограничена их деятельностью на объектах, расположенных в Российской Федерации, владельцами или инвесторами (застройщиками) которых являются ОАО «РусГидро» и (или) дочерние и зависимые общества ОАО «РусГидро».

1.5 Применение требований Стандарта для целей зарубежной экономической деятельности определяется соответствующим международным соглашением.

1.6 Стандарт не учитывает все возможные особенности исполнения его требований на гидротурбинах конкретных ГЭС с учетом их типа, состава металла, технологий изготовления и ремонта, условий эксплуатации; особенности применения изложенных в Стандарте требований должны быть включены в стандарты предприятия (производственные инструкции) каждой ГЭС.

1.7 При расхождении требований Стандарта с требованиями нормативной и технической документации, выпущенной до утверждения Стандарта, необходимо руководствоваться требованиями Стандарта.

1.8 При введении в действие новых законодательных актов, технических регламентов, нормативных правовых и методических документов, требования которых отличаются от приведенных в Стандарте, следует пользоваться вновь введенными требованиями до внесения в Стандарт соответствующих изменений.

2 Нормативные ссылки

В Стандарте использованы нормативные ссылки на следующие федеральные законы, стандарты:

Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ «О техническом регулировании»

Федеральный закон от 21.07.97 № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»

ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения

ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ Р ИСО 15549-2009 Контроль неразрушающий. Контроль вихретоковый. Основные положения

ГОСТ 22761-77 Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия

ГОСТ 8.398-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Приборы для измерения твердости металлов и сплавов. Методы и средства поверки

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 23667-85 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерения основных параметров

ГОСТ 23049-84 Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Основные параметры и общие технические требования

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 28702-90 Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

ГОСТ 1497-84 Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 25.506-85 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении

ГОСТ 25.502-79 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость

СТО 17330282.27.140.001-2006 Методики оценки технического состояния основного оборудования гидроэлектростанций

СТО 17330282.27.140.005–2008 Гидротурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования

СТО РусГидро 02.03.77-2011 Гидроэлектростанции. Продление срока службы основного оборудования в процессе эксплуатации. Нормы и требования

СТО РусГидро 02.03.79-2013 Гидротурбины. Методические рекомендации по ведению технической документации при выполнении ремонтов

СТО РусГидро 02.03.107-2013 Неразрушающий контроль крепежных элементов ответственных узлов гидроагрегатов. Методические указания

П р и м е ч а н и е – при пользовании Стандартом целесообразно проверить действие ссылочных докуметнов в информационной системе общего пользования, стандартов – на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен

(изменен), то при пользовании Стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В Стандарте применены понятия по Федеральному закону от 27.12.2002 № 84-ФЗ, Федеральному закону от 21.07.97 № 117-ФЗ, термины – по ГОСТ 27.002, ГОСТ 19185, ГОСТ 20911, ГОСТ 2601, СТО 17330282.27.140.001-2006, а также иные термины с соответствующими определениями:

3.1 **браковочный критерий**: В целях Стандарта – значение контролируемого показателя технического состояния объекта, соответствующее недопустимому для его дальнейшей эксплуатации дефекту.

3.2 **визуальный контроль**: Органолептический контроль, осуществляемый органами зрения.

3.3 **включение:** Дефект в металле – полость, заполненная газом, шлаком или инородным металлом; обобщенное наименование пор, шлаковых и вольфрамовых включений.

3.4 **дефект**: Каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям, несоответствие значения любого параметра или характеристики состояния изделия установленным требованиям.

3.5 **задир поверхности основного металла, задир**: Дефект поверхности металла – повреждение поверхности металла, вызванное удалением, путем отрыва, временного технологического крепления.

3.6 **зона термического влияния при сварке**: Участок основного металла, не подвергшийся расплавлению, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке.

3.7 **измерительный контроль**: Контроль, осуществляемый с применением средств измерений.

3.8 **индивидуальная программа:** Программа технического контроля, разрабатываемая применительно к элементу или группе элементов одинаковой конструкции и работающих в одинаковых условиях, учитывающая конкретные условия эксплуатации, повреждения и выполненные ремонт или реконструкцию.

3.9 **контрольный образец чувствительности:** Образец материала, содержащий четко определенные несплошности и используемый для настройки или проверки чувствительности метода, оборудования, аппаратуры или дефектоскопических материалов при заданной технологии контроля.

3.10 **контроль технического состояния объекта:** Проверка соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации и установление степени готовности оборудования к работе.

3.11 **корень шва:** Часть сварного шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности.

3.12 **критическая трещина:** Трещина, при которой происходит практически мгновенный разрыв детали на две части.

3.13 **наработка:** Продолжительность работы объекта, измеряемая в часах.

3.14 **непровар:** Дефект в виде несплавления в сварном соединении вследствие неполного расплавления кромок или поверхностей ранее выполненных валиков сварного шва.

3.15 **несплошность:** Обобщенное наименование трещин, отслоений, прожогов, свищей, пор, непроваров и включений.

3.16 **обод рабочего колеса:** Элемент рабочего колеса радиально-осевой гидравлической турбины, соединяющий лопасти по наружному контуру.

3.17 **органолептический контроль**: Контроль, при котором первичная информация воспринимается органами чувств.

3.18 **основной металл:** Металл подвергающихся сварке соединяемых частей.

3.19 **остаточный ресурс:** Суммарная наработка объекта от момента контроля его технического состояния до перехода объекта в предельное состояние.

3.20 **отказ:** Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

3.21 **отслоение:** Дефект в виде нарушения сплошности плавления наплавленного металла с основным металлом.

3.22 **по́ра в сварном шве (по́ра):** Дефект сварного шва – полость округлой формы, заполненная газом.

3.23 **предельное состояние:** Состояние объекта, при котором либо его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

3.24 **прожог сварного шва:** Дефект в виде сквозного отверстия в сварном шве, образовавшийся вследствие вытекания части металла в процессе выполнения сварки.

3.25 **сварное соединение:** Неразъемное соединение, выполненное сваркой.

3.26 **сварной шов:** Участок сварного соединения, образовавшийся в результате кристаллизации расплавленного металла или в результате пластической деформации при сварке давлением или сочетания кристаллизации и деформации.

3.27 **средства контроля:** Измерительные инструменты, аппаратура и дефектоскопические материалы, используемые для проведения контроля.

3.28 **срок службы:** Календарная продолжительность эксплуатации объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

3.29 **стандартный образец:** Средство измерения, хранящееся и применяемое только в качестве эталона установленной единицы величин для сверки с ним подобных средств измерений, используемых в работе.

П р и м е ч а н и е – Различают государственные стандартные образцы, предусмотренные стандартами с указанием материала и их конструкции, используемые для настройки аппаратуры при контроле широкого ассортимента продукции, и стандартные образцы предприятия, рекомендованные нормативно-техническими документами ведомства или предприятия, предназначенные для проверки и настройки аппаратуры при контроле определенного вида продукции, где государственные стандартные образцы неприменимы или где их применение нецелесообразно.

3.30 **ступица рабочего колеса:** Элемент рабочего колеса радиально-осевой гидравлической турбины, соединяющей лопасти с валом.

3.31 **стыковое соединение:** Сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцовыми поверхностями.

3.32 **тавровое соединение:** Сварное соединение, в котором торец одного элемента примыкает под углом и приварен к боковой поверхности другого элемента.

3.33 **техническое обследование оборудования:** Контроль технического состояния оборудования, включающий измерения, испытания и исследования, проводимые по специальным программам, как правило, с привлечением специализированных организаций по решению технического руководителя эксплуатирующей организации и/или комиссий, производящих периодический осмотр или техническое освидетельствование оборудования.

3.34 **техническое освидетельствование оборудования:** Контроль технического состояния оборудования, осуществляемый комиссией, возглавляемой техническим руководителем гидроэлектростанции или иным назначенным им лицом, с периодичностью, установленной нормативными документами с целью проверки соответствия показателей технического состояния объекта требованиям технической и нормативной документации.

3.35 **технический осмотр, осмотр:** Контроль технического состояния оборудования, осуществляемый, в основном, при помощи органов чувств и, в случае необходимости, средств контроля, номенклатура которых установлена соответствующей документацией.

3.36 **техническое состояние объекта:** Состояние объекта, которое характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями показателей, установленными технической документацией на объект.

Примечание – Различают виды технического состояния в зависимости от значений параметров в определенный момент времени: исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное и т.п.

3.37 **трещина сварного соединения, трещина:** Дефект сварного соединения в виде разрыва металла в сварном шве и (или) прилегающих к нему зонах сварного соединения и основного металла.

3.38 **утонение металла:** Уменьшение толщины металла вследствие чрезмерного его удаления при обработке абразивным инструментом.

3.39 **эксплуатирующая организация:** Организация, имеющая в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении имущество гидроэлектростанции, осуществляющая в отношении этого имущества права и несущая обязанности, необходимые для ведения деятельности по безопасному производству электроэнергии, в соответствии с действующими нормами и правилами. В целях настоящего Стандарта эксплуатирующие организации – филиалы ОАО «РусГидро», дочерние и зависимые организации Общества.

4 Сокращения

В Стандарте применены следующие сокращения:

ВД – вихретоковая дефектоскопия;

КДУР – кинетическая диаграмма усталостного разрушения;

КО – контрольный образец;

КРК – камера рабочего колеса;

ЛГТ – лопасти гидротурбин (лопасти рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин) ;

МК – магнитно-порошковый контроль;

МКС – магнитные измерения коэрцитивной силы;

НК – неразрушающий контроль;

НКНА – нижнее кольцо направляющего аппарата;

НДС – напряженно-деформированное состояние;

НТД – научно-техническая документация;

ПВК – контроль проникающими веществами (старое название – «цветная дефектоскопия»);

ПЛ- – поворотно-лопастная (гидротурбина);

Пр- – пропеллерная (гидротурбина);

ПЭП – ультразвуковой датчик;

РК – рабочее колесо;

РО- – радиально-осевая (гидротурбина);

РУТ – рост усталостной трещины;

СИ – средства измерения;

СОН – способ остаточной намагниченности;

СО – стандартный образец;

СОП – стандартный образец предприятия;

СП – сопрягающий пояс;

СПП – способ приложенного поля;

ТВ – определение твёрдости металла;

УЗК – ультразвуковой контроль;

УЗТ – ультразвуковая толщинометрия;

ЭМА – электромагнитно-акустический способ возбуждения и приёма сдвиговых колебаний.

5 Общие положения

5.1 Стандарт устанавливает технические и организационные требования к проведению эксплуатационного технического контроля металла РК и КРК осевых (ПЛ-, Пр-) и радиально-осевых (РО-) гидротурбин, как с применением неразрушающих методов контроля так и, при необходимости, специальных обследований с использованием образцов металла.

5.2 Требования Стандарта должны быть использованы эксплуатирующей организацией для получения информации о состоянии металла РК и КРК с целью проведения оценки их технического состояния в соответствии с требованиями СТО 17330282.27.140.001-2006, для определения объема ремонтных работ и для принятия решения о продлении срока службы.

5.3 Эксплуатационный контроль металла РК и КРК необходимо проводить для следующих элементов:

а) ПЛ- и Пр-гидротурбины:

- лопасти РК;
- корпус РК;

- конус обтекателя;
- механизм разворота лопастей (для ПЛ-гидротурбин);
- облицовка КРК;
- отъёмный сегмент;
- сопрягающий пояс;
- крепёжные элементы.

б) РО гидротурбины:

- лопасти РК;
- обод РК;
- ступица РК;
- лабиритные уплотнения.

5.4 Эксплуатационный контроль металла РК и КРК проводится для оценки изменения состояния металла, предотвращения развития процессов эрозионно-коррозионных повреждений, учета деградации физико-механических свойств материала перечисленных элементов с целью обеспечения их безопасной работы.

5.5 Процедуры контроля металла, регулируемые Стандартом, должны быть использованы при:

- периодических технических осмотрах выведенных из работы гидротурбин;
- технических обследованиях гидротурбин ;
- выполнении ремонтных работ по восстановлению РК и КРК.

Результаты контроля металла следует использовать при технических освидетельствованиях. Если данных, предоставляемых при техническом освидетельствовании, недостаточно для принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации оборудования, должно быть принято решение о проведении технического обследования.

5.6 Контроль металла должен производится специально подготовленными специалистами специализированных подразделений (лабораторий) эксплуатирующей организации, ремонтных организаций или иных привлеченных организаций, аттестованных в установленном порядке.

5.7 Порядок организации контроля оборудования приведен в разделе 8 Стандарта.

5.8 Ответственность и организация работ по подготовке и проведению контроля в объеме и в сроки, указанные в Стандарте, возлагается на технического руководителя эксплуатирующей организации.

5.9 Порядок, объем, периодичность и методы технического контроля состояния металла РК и КРК гидротурбин на действующих ГЭС разрабатываются на основании требований Стандарта с учетом особенностей

эксплуатации гидротурбинного оборудования на каждой конкретной ГЭС, графика проведения ремонтов, результатов предшествующего контроля и отражаются в стандартах ГЭС с указанием следующих сведений:

- объемы, сроки и методы реализации контроля;
- графики, планы и программы технического контроля;
- маршруты и периодичность обходов, осмотров и проверок ;
- правила пользования штатными средствами для контрольных измерений;
- порядок ведения технической документации по контролю технического состояния металла рабочих колёс;
- правила безопасности при осуществлении технического контроля.

5.10 На каждой ГЭС по формам, приведенным в приложениях к Стандарту, необходимо вести техническую документацию, в которой должны быть зарегистрированы все результаты контроля технического состояния металла, в том числе:

- результаты периодических осмотров – в журналах технического обслуживания с приложением актов осмотров, формуляров повреждений согласно приложению В и планов мероприятий, разработанных по зафиксированным результатам осмотров;
- результаты технических обследований – в журналах технического обслуживания и подробно в технических отчетах о проведенных измерениях, испытаниях, исследованиях с приложением утвержденных в установленном порядке программ, формуляров повреждений в соответствии с приведенными в приложении В, актов обследований, всех материалов обследований, включая протоколы испытаний и анализов, и планов мероприятий, разработанных по результатам обследований;
- результаты ремонтных работ по восстановлению РК и КРК – в ремонтной документации в соответствии с СТО РусГидро 02.03.79-2013 с отражением информации об обнаруженных дефектах, объемах проведенного ремонта, использованных при ремонте материалах и технологии, результатах контроля металла после проведения ремонта.

Результаты технических освидетельствований должны быть внесены в паспорта каждой из освидетельствованных единиц оборудования с приложением актов освидетельствований и планов мероприятий по зафиксированным результатам освидетельствований.

5.11 В процессе контроля металла РК и КРК гидротурбин при периодических осмотрах должны быть обнаружены явные, видимые дефекты

состояния металла: протяженные трещины, значительные кавитационные разрушения, существенное изменение геометрии РК и КРК и т.д.

5.12 В результате контроля металла РК и КРК гидротурбин при техническом обследовании или при ремонте должны быть обнаружены все дефекты и повреждения в доступных для контроля зонах. Перечень дефектов приведен в разделе 6 Стандарта.

5.13 По результатам контроля металла РК и КРК гидротурбин при техническом обследовании должны быть назначены технические мероприятия по восстановлению надежной и безопасной эксплуатации РК и КРК гидротурбин.

5.14 В эксплуатирующей организации должен быть организован учет и анализ информации о результатах контроля и повреждениях металла, отказах, нештатных (опасных) ситуациях в работе РК и КРК, вызванных ухудшением состояния металла, для разработки мероприятий по обеспечению их безопасной эксплуатации. По каждой единице оборудования должны вестись журналы и/или базы данных по указанной информации.

5.15 Для обеспечения сравнимости и унификации при оформлении результатов контроля, необходимо использовать стандартные бланки и формуляры в соответствии с приведенными в приложении В и в СТО РусГидро 02.03.79-2013.

5.16 Вся ведущаяся в эксплуатирующей организации документация, в которой регистрируются результаты контроля металла РК и КРК и содержится информация об их отказах, повреждениях, нештатных ситуациях, должна храниться до списания оборудования (элемента оборудования).

5.17 Контроль технического состояния РК и КРК требует оснащения ГЭС средствами измерений (СИ) и соблюдения правил по обеспечению единства измерений согласно рекомендациям [1,2].

5.18 Комплекс мероприятий по обеспечению единства измерений, выполняемый каждой эксплуатирующей организацией при организации контроля технического состояния металла рабочих колёс гидротурбин, должен включать:

- своевременное представление в поверку СИ, подлежащих государственному контролю и надзору, согласно рекомендациям [1];
- организацию и проведение работ по калибровке СИ, не подлежащих поверке, согласно рекомендациям [2];
- использование аттестованных методик выполнения измерений;
- обеспечение соответствия точностных характеристик применяемых СИ требованиям к точности измерений технологических параметров.

5.19 Периодичность калибровки СИ устанавливает лицо, в установленном порядке уполномоченное выполнять в эксплуатирующей организации функции в области метрологии, по согласованию с ее технологическими подразделениями, и утверждает технический руководитель эксплуатирующей организации.

5.20 Результаты калибровки СИ удостоверяют отметкой в его паспорте, калибровочным знаком, наносимым на СИ, или сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационной документации.

6 Виды повреждений

6.1 Гидроагрегат работает в широком диапазоне переменных во времени нагрузок, которые при длительных сроках эксплуатации могут вызывать различные дефекты и повреждения в элементах РК и КРК.

6.2 Эти дефекты и повреждения оказывают решающее влияние на эксплуатационную надёжность РК и КРК и, в случае несвоевременного выявления, приводят к значительному увеличению времени, объемов и стоимости необходимого восстановительного ремонта, а также к следующим возможным событиям:

- образование критической трещины с дальнейшим вырывом куска металла лопасти РК или облицовки КРК;
- задевание лопастей РК о металл КРК с возможным вырывом лопасти РК;
- разрушение крепёжных элементов РК и КРК;
- вырыв отъемного сегмента КРК;
- отрыв лопасти РК;
- задир облицовки КРК с последующим отрывом металла облицовки;
- повреждение других элементов гидротурбины.

6.3 Задачей эксплуатационного контроля состояния металла РК и КРК является своевременное выявление дефектов и повреждений, которые могут привести к указанным в пункте 6.2 событиям.

6.4 Наиболее часто встречающиеся и наиболее опасные дефекты и повреждения РК и КРК, которые необходимо выявлять при эксплуатационном контроле состояния металла РК и КРК, следующие.

6.4.1 Рабочее колесо:

- трещины в лопастной системе РК (особенно у ступицы и обода на входной и выходной кромках для радиально-осевых рабочих колес, в

корневом сечении и в зоне пересечения периферийного сечения и выходной кромки для поворотно-лопастных и пропеллерных рабочих колес);

- отрыв части лопастей РК;
- трещиноподобные и округлые дефекты, определяющие процесс развития повреждения вплоть до зарождения усталостной трещины или образования магистральной трещины при достижении критического значения величины коэффициента интенсивности напряжений;
- коррозионные и эрозионные повреждения;
- кавитационные разрушения;
- механические повреждения, связанные с попаданием посторонних предметов;
- повреждения болтов крепления к фланцу лопастей рабочих колес ПЛ- и Пр-турбин;
- изменение физико-механических свойств металла, связанных с проведением ремонтно-восстановительных работ (сварка, наплавка, термическая обработка) и деградацией свойств материала при длительной эксплуатации в коррозионно-опасной среде (развитие усталостных явлений в металле лопастей, изменение предела коррозионно-усталостной прочности, твердости и т.п.);
- изменение, относительно проектных, геометрических характеристик РК, в том числе зазоров «камера – лопасть» и зазоров в лабиринтных уплотнениях, в процессе эксплуатации или в результате выполненных ремонтных работ.

6.4.2 Камера рабочего колеса:

- наличие пустот за облицовкой или отсутствие сцепления бетона с облицовкой вследствие низкого качества бетона, плохой проработки бетона, усадки бетона, выноса бетона по фильтрационным ходам, фильтрационного и кавитационного выпора облицовки и т.п.;
- недостаточная жесткость конструкции КРК за счёт некачественного её раскрепления в бетонном блоке;
- значительное несоответствие (уменьшение) реальной толщины металла облицовки проектной, полученное в результате обработки КРК на заводе и/или в процессе монтажа на ГЭС для обеспечения допустимого зазора между лопастями РК и облицовкой или уменьшение её толщины при ремонте, а также за счёт выноса металла с больших площадей вследствие кавитационной эрозии;
- стыковое соединение различных участков облицовки не на рёбрах жесткости;
- наличие надрезов и иных дефектов металла облицовки;

- наличие трещин в металле до монтажа облицовки в блок гидроагрегата, а также после проведения ремонтных работ на облицовке;
- несоответствие физико-механических характеристик металла принятым при проектировании;
- некачественная подгонка листов металла к рёбрам жесткости при ремонте;
- непровары стыков листов из-за неполной разделки металла под сварку при проведении ремонтных работ;
- трещины в сварных швах;
- наличие сквозных отверстий в панелях облицовки вследствие некачественной заварки инъекционных отверстий или местных разрушений металла кавитационной эрозией;
- отслоение защитного (противоэрозионного) слоя нержавеющей стали от основного металла облицовки;
- ослабление крепления отъёмного сегмента с последующим его сдвигом, деформацией прилегающей металлической облицовки, уменьшением зазора между облицовкой и лопастями турбины вплоть до их отрыва.

7 Требования к программе контроля

7.1 Контроль металла РК и КРК гидротурбин проводится согласно программе контроля металла РК и КРК, проводимого при осмотрах и технических обследованиях. К разработке программы целесообразно привлекать специализированные организации, имеющие опыт работы в данной области и владеющими методиками оценки развития дефектов,

7.2 Программа контроля металла РК и КРК гидротурбин составляется на основе типовых программ, приведенных в приложениях А и Б, с учётом местных особенностей и условий и дополняется, при необходимости, зонами, где проводились ремонтные работы (сварка, наплавка, выборка дефектов) или ранее уже обнаруживались дефекты. Программа утверждается техническим руководителем эксплуатирующей организации.

7.3 Основанием для выбора объёмов и методов контроля металла РК и КРК являются:

- анализ сведений, содержащихся в проектной документации;
- анализ эксплуатационной документации за весь период эксплуатации;
- анализ ремонтной документации за весь период эксплуатации;

- текущее техническое состояние конструкций;
- статистика отказов, повреждений и выявленных дефектов РК и КРК на данной турбине и на турбинах с аналогичными конструкциями РК и КРК и схожими эксплуатационными условиями;
- результаты предыдущих осмотров, технических обследований и освидетельствований.

7.4 В программе контроля металла РК и КРК гидротурбин отражаются следующие данные:

- зоны контроля;
- объемы контроля;
- методы контроля;
- сроки выполнения работ по контролю металла (периодичность).

7.5 Для целей, связанных с контролем металла, проектная документация должна содержать чертежи РК и КРК (завод-изготовитель, заводской номер), сертификаты на основные и сварочные материалы, документы о согласовании отступлений от чертежей при сборке и монтаже, документы о проведенном контроле качества сварных соединений, акты на приемку РК и КРК из монтажа.

7.6 Эксплуатационная документация в части, касающейся задач по контролю металла, должна содержать паспорт конструкции и технологический регламент, данные о наработке и режимах эксплуатации оборудования (суточные ведомости), информацию о количестве пусков/остановов и сбросов нагрузок гидротурбины, продолжительность работы на переходных режимах, журнал технического обслуживания, формуляры повреждений, выявленных при предыдущих контролях металла за весь срок эксплуатации.

7.7 Ремонтная документация в части информации о состоянии металла оборудования должна содержать акты дефектации элементов РК и КРК, данные об обнаруженных дефектах и повреждениях, информацию о проведенных ремонтах, примененных технологиях ремонта, сварочных, наплавочных материалах и материалах, используемых для заполнения подплитных полостей КРК, о результатах послеремонтного контроля металла, принятых технических решениях по устранению дефектов, препятствующих дальнейшей эксплуатации оборудования.

7.8 В случае утраты необходимых для целей оценки состояния металла разделов прокетной, эксплуатационной и ремонтной документации эксплуатирующая организация недостающую документацию должна восстановить.

7.9 Допускается при отсутствии необходимой эксплуатационной и/или ремонтной документации за весь срок эксплуатации проводить анализ документации для составления программы контроля на основании данных о последнем капитальном ремонте турбины и за последний межремонтный период, но не менее 5 лет.

7.11 Программа, разработанная после анализа проектной, эксплуатационной и ремонтной документации КРК или РК с учетом статистики отказов при эксплуатации однотипных конструкций, является техническим документом, регламентирующим периодичность, объемы, зоны и методы контроля металла при технических осмотрах, технических обследованиях или при ремонтах данного типа КРК или РК на данной ГЭС.

7.12 Для проведения периодических осмотров может быть применена единая программа и типовая карта контроля. Порядок, объем и периодичность контроля определяются требованиями пунктов 5.10 и 5.12 настоящего Стандарта.

8 Порядок контроля

8.1 Настоящий раздел регламентирует порядок проведения контроля металла РК и КРК, включая методы, периодичность и объем контроля основного металла и сварных соединений (сварных швов и наплавок), при ремонте в процессе эксплуатации, при реконструкции, периодических осмотрах, техническом обследовании РК и КРК гидротурбин.

8.2 Вследствие недоступности РК и КРК гидротурбин во время работы гидроагрегата для непосредственного контроля и отсутствия специальной контрольно-измерительной аппаратуры в узлах и механизмах контроль металла РК и КРК необходимо производить:

- на работающем оборудовании – по косвенным признакам (повышенная вибрация, посторонние шумы);
- на остановленном гидроагрегате – при осушенном проточном тракте по данным периодических осмотров, технических освидетельствований, технических обследований (испытаний).

8.3 Осмотр с помощью специальных автономных средств без осушения проточного тракта может быть произведен только в исключительных случаях (авария, невозможность осушения).

8.4 Предусматриваются следующие виды контроля металла на остановленном гидроагрегате при осушенном проточном тракте:

- визуальный контроль при периодических осмотрах;

− визуальный и измерительный контроль без продолжительного вывода гидроагрегата из эксплуатации;

− комплексный контроль, требующий длительного вывода из эксплуатации гидроагрегата и проведения в дополнение к визуальному и измерительному контролю необходимого комплекса исследований и измерений (УЗК, УЗТ, МК, ПВК, ВД, измерение твёрдости, определение физико-механических свойств металла).

Примечание – ПВК, МК или ВД – применяются для обнаружения поверхностных дефектов; УЗК – для обнаружения подповерхностных и внутренних дефектов; УЗТ – для определения толщины элемента.

8.5 Визуальный контроль при периодических осмотрах РК и КРК не требует применения аппаратуры и аттестации специалистов. Его проводит эксплуатационный персонал ГЭС или персонал подрядной организации, привлеченной для технического обслуживания оборудования, в период плановых и неплановых остановов на выведенном из работы гидроагрегате при осушенном проточном тракте, но не реже одного раза в год, с целью обнаружения явных, видимых визуально, дефектов состояния металла РК и КРК: протяженных трещин, значительных кавитационных разрушений, существенного изменения геометрии лопастей и камеры и т.д. Для КРК дополнительно необходимо проводить простукивание обечайки КРК молотком (метод свободных колебаний).

Периодичность проведения данного вида контроля может быть изменена по рекомендациям специализированной организации на основании результатов технического обследования.

В случае обнаружения при осмотрах повреждений необходимо провести восстановительный ремонт или привлечь специализированную организацию для проведения технического обследования с целью принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации.

8.6 Визуальный и измерительный контроль следует проводить:

без продолжительного вывода гидроагрегата из эксплуатации – в доступных местах специально подготовленными специалистами специализированных подразделений (лабораторий) эксплуатирующей организации, ремонтных организаций или иных привлеченных организаций, аттестованных в установленном порядке для проведения данного вида контроля;

при плановых и неплановых остановах гидроагрегата на выведенном из работы гидроагрегате при осушенном проточном тракте – так же подготовленными специалистами в объеме, соответствующем требованиям

типовой программы контроля, приведенным в приложениях А и Б в части визуального и измерительного контроля, с учетом особенностей эксплуатации данного гидроагрегата и ранее проведенных ремонтно-восстановительных работ.

Контроль необходимо проводить по инструкции согласно приложению Г. Периодичность контроля определяется графиками ремонтов, но не реже, чем один раз в 25 000 часов календарного времени.

В случае обнаружения недопустимых дефектов необходимо провести восстановительный ремонт или провести техническое обследование с целью принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации.

8.7 Комплексный контроль должны проводить специально подготовленные специалисты специализированных подразделений (лабораториями) эксплуатирующей организации, ремонтных организаций или иных привлеченных организаций, аттестованных в установленном порядке для проведения всех используемых видов контроля.

Комплексный контроль необходимо проводить по программе контроля, составленной в соответствии с требованиями раздела 7, при техническом освидетельствовании или техническом обследовании РК и КРК, как правило, при капитальном ремонте турбины, но не реже, чем один раз в 50 000 часов календарного времени.

Карту и схему расположения зон контроля согласно приложениям А и Б следует заполнять при разработке программы контроля. По результатам первичного визуального контроля при обнаружении дефектов в карту контроля вносятся необходимые дополнения по контролю дефектных зон, проверке геометрической формы лопастей РК, симметричности их расположения, состояния кромок лопастей РК, геометрической формы КРК у ПЛ- и Пр-гидротурбин, размеров и равномерности зазоров в лабиринтных уплотнениях РО-гидротурбин.

По результатам комплексного контроля должны быть приняты технические решения по восстановлению надежной и безопасной эксплуатации РК и КРК гидротурбин.

8.8 Требования к подготовке и проведению каждого вида контроля, а также образцы карт контроля приведены в приложениях Г – Р по каждому виду контроля.

8.9 Организация, эксплуатирующая оборудование, должна обеспечить возможность проведения контроля металла РК и КРК (останов гидроагрегата и осушение проточной части), а также, при привлечении к проведению контроля сторонних организаций, при заключении договора зафиксировать, кто (эксплуатирующая организация или подрядчик) будет осуществлять

подготовку и создание условий (установку помостей, зачистку поверхности металла, обеспечение освещения, необходимых влажности и температуры) для проведения контроля элементов РК и КРК гидротурбин, оговоренных программой контроля.

8.10 За обеспечение безопасных условий контроля, за инструктаж и допуск к проведению работ отвечает эксплуатирующая организация. За соблюдение правил безопасности отвечает организация-исполнитель работ.

9 Требования к исполнителям работ по контролю

9.1 Организации, выполняющие работы по техническому контролю металла РК и КРК гидротурбин, должны иметь лабораторию неразрушающего контроля, аттестованную в установленном порядке в соответствии с требованиями Правил [3].

9.2 Специалисты, осуществляющие контроль металла, должны быть аттестованы в соответствии с Правилами [4]. При техническом контроле металла РК и КРК гидротурбин они должны выполнять только те виды работ, на которые они аттестованы.

9.3 Для допуска к проведению контроля все лица, участвующие в его выполнении, должны пройти соответствующий инструктаж по правилам безопасности с регистрацией в специальном журнале.

9.4 На период проведения работ приказом эксплуатирующей организации должен быть назначено лицо, отвечающее за соблюдение правил безопасности и графика работ по утвержденной программе.

10 Требования к средствам контроля

10.1 Все используемые средства контроля, включая стандартные образцы и другие эталоны, должны иметь действующие Свидетельства о поверке, выданные уполномоченными органами.

10.2 Срок проведения поверки (калибровки) устанавливается нормативной технической документацией на соответствующие приборы и инструменты.

10.3 Обязательно иметь калибры, стандартные образцы, СОПы, эталоны для поверки и калибровки средств контроля.

10.4 Средства контроля должны надежно выявлять недопустимые дефекты и позволять достоверно проводить распознавание дефекта. Точность и разрешающая способность средств контроля должны удовлетворять требованиям применяемой методики.

10.5 При визуальном и измерительном контроле применяют инструментальные средства, указанные в приложении Г и инструкции [5].

10.6 При капиллярном контроле используют оборудование и реактивы, указанные в Методических рекомендациях [6].

10.7 При УЗК и УЗТ применяют переносные дефектоскопы отечественного или зарубежного производства. Параметры ультразвуковых дефектоскопов должны удовлетворять требованиям, указанным в паспортах заводов-изготовителей. Дефектоскоп должен иметь комплект пьезоэлектрических преобразователей. Требования к дефектоскопам соответствуют ГОСТ 23049.

10.8 Для определения твердости применяют переносные твердомеры, параметры которых должны удовлетворять требованиям ГОСТ 22761.

10.9 Для проведения вихретоковой дефектоскопии используют вихретоковые дефектоскопы и контрольные образцы, требования к которым отражены в [7].

10.10 Для проведения магнитопорошкового контроля используют магнитопорошковые дефектоскопы и дефектоскопические материалы, требования к которым отражены в [8].

10.11 Для определения шероховатости и волнистости поверхности следует применять профилографы или профилометры, аттестованные образцы шероховатости (сравнения), а также другие средства измерения.

11 Требования к исполнительной документации по результатам контроля

11.1 По результатам визуального и измерительного контроля необходимо оформлять:

- журнал учета работ и (или) регистрации визуального и измерительного контроля;
- акт визуального и (или) измерительного контроля;
- протокол измерений.

11.2 Результаты неразрушающих видов контроля (УЗК, УЗТ, МПД, ПВК, ВД и др.) следует оформлять соответствующими заключениями с регистрацией в журнале учета работ.

11.3 Рекомендуемые формы документов, оформляемых по результатам контроля, приведены в приложениях В – П и в СТО РусГидро 02.03.79-2013.

П р и м е ч а н и е – По согласованию с заказчиком (эксплуатирующей организацией) допускается оформление результатов контроля проводить в иных форматах документов, установленных действующей на гидроэлектростанции НТД.

12 Установление и выбор браковочных критериев

12.1 В качестве браковочных критериев можно принимать:

- критерии, принятые при проектировании и изготовлении КРК и РК;
- критерии, принятые при контроле в НТД на аналогичные изделия (отливки, поковки, сварные швы), с учетом близости химического состава и технологии производства РК и КРК и выбранного аналога;
- критерии, полученные расчетными методами с позиций циклической прочности и механики хрупкого разрушения.

12.2 Браковочные критерии для каждого вида контроля РК и КРК принимаются согласно приложениям Г – М.

12.3 К браковочным критериям для металла РК и КРК должны быть отнесены:

- несоответствие механических и физико-химических свойств металла нормативным значениям;
- отклонение геометрических размеров от требований проектной документации и СТО 17330282.27.140.001-2006;
- наличие повреждений (допустимые значения определяются исходя из проектной документации);
- утонение металла в результате эрозии, коррозии и кавитации свыше допустимых значений (допустимые значения определяются, исходя из несущей способности элемента).

12.4 Для определения критерия «допустимый дефект» целесообразно привлекать специализированные организации, имеющие опыт работы в данной области, владеющие методиками оценки развития дефектов при циклическом нагружении под действием эксплуатационных нагрузок и определения критических дефектов с позиции механики разрушения, и (или) завода-изготовителя оборудования.

13 Алгоритм принятия решения о возможности дальнейшей эксплуатации

13.1 При отсутствии дефектов, превышающих браковочный уровень, лопасти РК и КРК допускаются для дальнейшей эксплуатации вплоть до

даты проведения следующего контроля в соответствии с требованиями настоящего Стандарта, СТО 17330282.27.140.001-2006, СТО 17330282.27.140.005-2008 и СТО РусГидро 02.03.77-2011.

13.2 Во время проведении контроля металлов при обнаружении дефектов, превышающих браковочный уровень, необходимо принять решение о проведении соответствующего восстановительного ремонта, или о запрете эксплуатации гидроагрегата, или о разрешении временной эксплуатации с ограничением по режимам работы на основании рекомендаций специализированной организации.

13.3 Решение о разрешении временной эксплуатации принимает технический руководителемь эксплуатирующей организации на основании выполненного специализированной организацией расчетного обоснования для данного РК или КРК с учетом выявленных дефектов и особенностей геометрии, а также на основании анализа режимов работы и результатов проведенного полного контроля с оценкой остаточного ресурса.

Приложение А
(обязательное)
Типовая программа контроля металла рабочих колёс ПЛ-, Пр- и РО-гидротурбин

А.1 Рабочие колеса ПЛ-, Пр- и РО-гидротурбин подвергаются контролю состояния основного и наплавленного металла для выявления повреждений и дефектов, перечисленных в пункте 6.4 Стандарта и оказывающих влияние на эксплуатационную надёжность РК и КРК.

А.2 Типовая программа контроля металла рабочих колёс ПЛ-, Пр- и РО-гидротурбин предусматривает три этапа контроля: первичный визуальный контроль, уточненный обязательный контроль и дополнительный контроль. Объемы и методы контроля для каждого этапа отражаются в карте зон проведения контроля.

А.3 Первичный визуальный контроль проводится с целью уточнения зон проведения контроля, объемов и методов, используемых при уточненном контроле.

А.4 Первичному визуальному контролю подвергается вся доступная поверхность РК, а именно:

а) для ПЛ-, Пр-гидротурбин: лопасти, корпус, конус обтекателя, механизм разворота лопастей (для ПЛ-гидротурбин), болты крепления лопасти к фланцу (при демонтаже лопасти);

б) для РО-гидротурбин: лопасти, обод, ступица, лабиринтные уплотнения.

А.5 Уточненный обязательный контроль проводится в соответствии с картой зон проведения контроля и схемой расположения зон следующими методами и в следующих объемах:

- визуальный осмотр поверхности РК – 100%;
- контроль геометрических характеристик РК, УЗТ лопастей РК – выборочно (по необходимости);
- ПВК, МК или ВД лопастей РК – выборочно на поверхностях, наиболее подверженных разрушениям;
- УЗК лопастей РК – выборочно, в зонах ремонтных заварок;
- определение твердости (ТВ) лопастей РК – выборочно, в зонах наибольших рабочих напряжений и ремонтных заварок;
- определение физико-механических и усталостных свойств металла лопастей РК – выборочно (по необходимости на вырезанных образцах);
- ВК, ПВК, МК, ВД, УЗК крепежных элементов – в соответствии с требованиями СТО РусГидро 02.03.107-2013.

А.6 Размеры и координаты зон контроля, а также объемы и методы контроля при уточненном обязательном контроле отражаются в карте зон проведения контроля.

Карта зон проведения контроля и схема расположения зон заполняются при разработке программы контроля и уточняется по результатам первичного визуального контроля.

А.7 По результатам первичного визуального контроля, уточненного обязательного контроля, а также с учетом анализа ремонтной и эксплуатационной документации при необходимости уточнения формы и размеров обнаруженных дефектов и повреждений или

подтверждения отсутствия дефектов в карту зон проведения контроля должны быть внесены дополнения, определяющие зоны, объем и методы дополнительного контроля.

А.8 Форма карты зон проведения контроля рабочего колеса ПЛ- и Пр-гидротурбины представлена на рисунке А.1. Расположение зон контроля показано на рисунке А.2.

А.9 Форма карты зон проведения контроля рабочего колеса РО-гидротурбины представлена на рисунке А.3. Расположение зон контроля показано на рисунке А.4.

А.10 Формуляры повреждений РК оформляются согласно приложению В.

А.11 Для определения физико-механических и усталостных свойств материала лопастей РК должна быть предусмотрена вырезка образцов металла из различных зон лопасти. Необходимость, количество и размеры вырезок предусматриваются в индивидуальной программе контроля состояния гидротурбины. Порядок определения физико-механических свойств материала должны соответствовать приложению Р.

Карта зон проведения контроля металла рабочего колеса ПЛ-/Пр-гидротурбины _____				
Программа № / Шифр_____				
Первичный визуальный контроль				
Зона		Размер зоны (мм) или объем контроля	Методы контроля	Примечания
лопасти РК	рабочая поверхность (Лр)	вся поверхность	ВК	по результатам контроля уточняются и дополняются зоны для инструментального контроля, ПВК, МК, ВД, УЗК, УЗТ, ТВ
	тыльная поверхность (Лт)	вся поверхность	ВК	
корпус РК		вся поверхность	ВК	
конус обтекателя РК		вся поверхность	ВК	
механизм разворота лопастей (для ПЛ-гидротурбин при полной разборке РК)		равномерность углов установки лопастей, наличие люфтов и провисания лопастей, комбинаторная зависимость, перестановочные усилия	-	без разборки РК по косвенным признакам
		вся поверхность (рычаги, серьги, цапфы)	ВК	в случае полной разборки РК
заглушки болтов крепления лопастей		100%	ВК	проверка наличия заглушек
Уточненный обязательный контроль				
А1р		400×400	ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
А1т		400×400	ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
А2р		400×400	ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
А2т		400×400	ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
А3р		300×500	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А3т		300×500	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А4р		200×L	ВК	
А4т		200×L	ВК	
А5р		200×L	ВК	
А5т		200×L	ВК	
А6р		200×L	ВК	
А6т		200×L	ВК	
А7р		Галтель	ВК	

А7т	Галтель	ВК	
А8р	300×500	ВК	
А8т	300×500	ВК	
болты крепления лопастей	в соответствии с требованиями СТО РусГидро 02.03.107-2013	ВК, ПВК, МК, ВД, УЗК	
геометрические характеристики	форма и размеры лопастей, симметричность их расположения, толщина периферийных кромок, размеры и равномерность зазора «камера-лопасть»	инструментальный контроль, УЗТ	соответствие проектной документации и требованиям СТО 17330282.27.140.001-2006
физико-механические и усталостные свойства металла лопастей	выборочно (по необходимости на вырезанных образцах)	проведение испытаний в соответствии с Приложением Р	необходимость вырезки образцов, а также схемы вырезки и объем контроля определяются индивидуальной программой контроля гидротурбины или гидроагрегата при продлении срока службы или обосновании возможности дальнейшей эксплуатации
Дополнительный контроль			
С1р	ремонтная заварка	ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
Д1р, Д1т	зоны деформации	инструментальный контроль, ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
К1р, К2р, К3т	зоны высокого кавитационного износа	инструментальный контроль, ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, УЗТ, ТВ	
…			

	Организация	Ф.И.О.	Подпись	Дата
Разработал				
Утвердил				

Рисунок А.1 – Карта зон проведения контроля металла рабочего колеса ПЛ- и Пр-гидротурбин

Принятые обозначения:

А1т – А8т – зоны на тыльной поверхности лопасти;

А1р – А8р – зоны на рабочей поверхности лопасти;

С1р – зона ремонтного шва на рабочей поверхности (вносится по результатам анализа ремонтных журналов);

Д1р, Д1т – зоны деформации, обнаруженные при первичном визуальном контроле и запланированные для проведения дополнительного контроля;

К1р, К2р, К3т – зоны высокого локального коррозионного и эрозионного (кавитационного) износа, выявленные при первичном визуальном контроле и запланированные для проведения уточненного контроля.

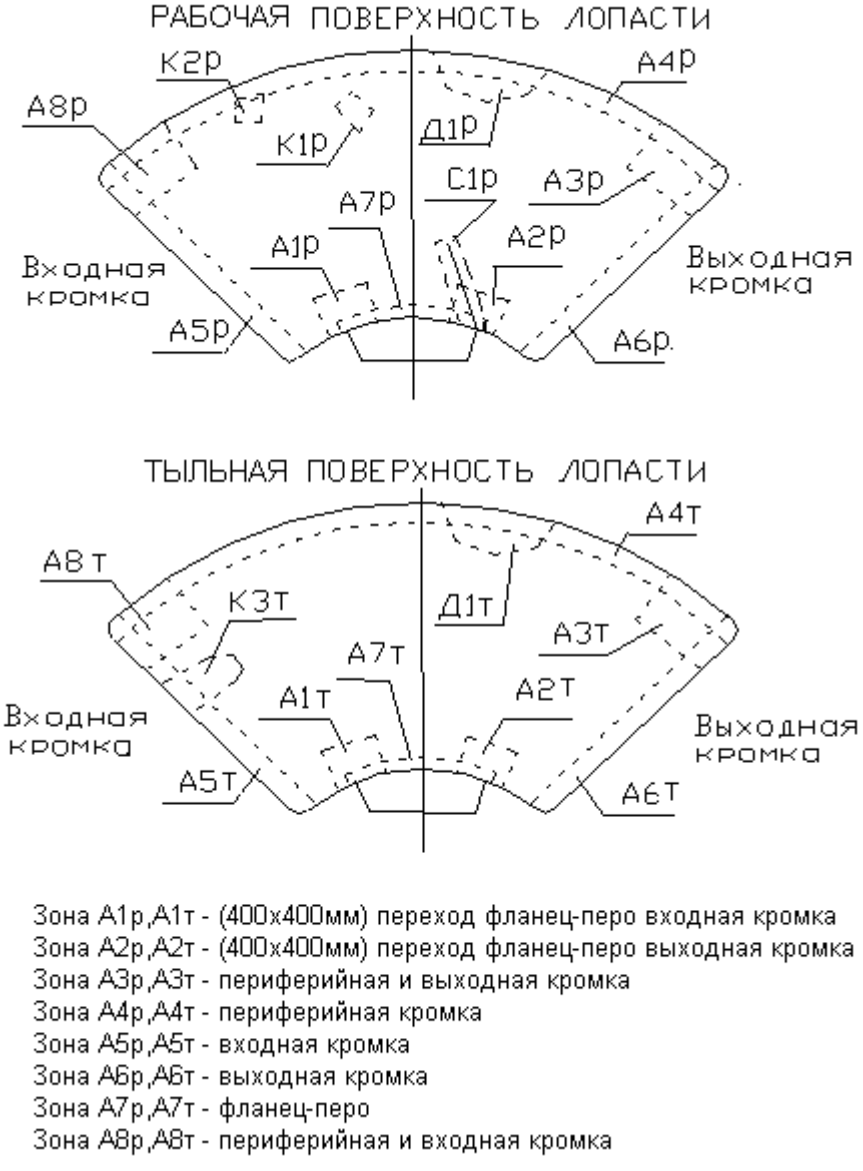


Рисунок А.2 – Схема расположения зон контроля лопасти ПЛ-гидротурбины

Карта зон проведения контроля металла рабочего колеса ПЛ-/Пр-гидротурбины _____				
Программа № / Шифр_____				
Первичный визуальный контроль				
Зона		Размер зоны (мм) или объем контроля	Методы контроля	Примечания
лопасти РК	рабочая поверхность (Лр)	вся поверхность	ВК	по результатам контроля уточняются и дополняются зоны для инструментального контроля, ПВК, МК, ВД, УЗК, УЗТ, ТВ
	тыльная поверхность (Лт)	вся поверхность	ВК	
обод РК		вся поверхность	ВК	
ступица РК		вся поверхность	ВК	
лабиринтные уплотнения		100%	ВК	в случае выемки колеса
Уточненный обязательный контроль				
А1н		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А1в		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А2н		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А2в		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А3н			ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А3в			ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А4н		200×200	ТВ	
А4в		200×200	ТВ	
А5н		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А5в		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А6н		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А6в		500×300	ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А7н			ВК	
А7в			ВК	
А8н			ВК	
А8в			ВК	

А9н		ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
А9в		ВК, ПВК (или МК, или ВД)	
геометрические характеристики	симметричность расположения лопастей, толщина кромок, размеры и равномерность зазоров между РК и неподвижными частями турбины, а также в лабиринтных уплотнениях	инструментальный контроль, УЗТ	соответствие проектной документации и требованиям СТО 17330282.27.140.001-2006
физико-механические и усталостные свойства металла лопастей	выборочно (по необходимости на вырезанных образцах)	проведение испытаний в соответствии с Приложением Р	необходимость вырезки образцов, а также схемы вырезки и объем контроля определяются индивидуальной программой контроля гидротурбины или гидроагрегата при продлении срока службы или обосновании возможности дальнейшей эксплуатации
Дополнительный контроль			
С1р	ремонтная заварка или наплавка	ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
Д1р, Д1т	зоны деформации	инструментальный контроль, ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, ТВ	
К1р, К2р, К3т	зоны высокого кавитационного износа	инструментальный контроль, ВК, ПВК (или МК, или ВД), УЗК, УЗТ, ТВ	
…			

	Организация	Ф.И.О.	Подпись	Дата
Разработал				
Утвердил				

Рисунок А.3 – Карта зон проведения контроля металла рабочего колеса РО гидротурбины

Принятые обозначения:

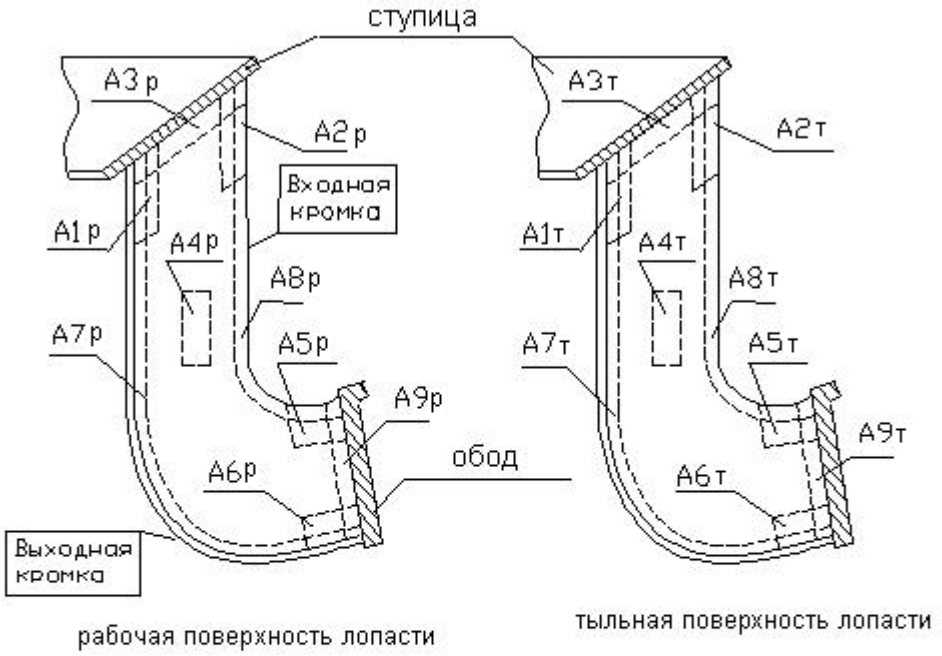
А1т - А9т – зоны на тыльной поверхности лопасти;

А1р - А9р – зоны на рабочей поверхности лопасти;

С1р – зона заварки или наплавки на рабочей поверхности (вносится по результатам анализа ремонтной документации);

Д1р, Д1т – зоны деформации, обнаруженные при первичном визуальном контроле и запланированные для проведения дополнительного контроля;

К1р, К2р, К3т – зоны высокого локального коррозионного и эрозионного (кавитационного) износа, выявленные при первичном визуальном контроле и запланированные для проведения уточненного контроля.



Зона А1р,А1т - (400х400мм) ступица - выходная кромка
Зона А2р,А2т - (400х400мм) ступица - входная кромка
Зона А3р,А3т - ступица - лопасть сварное соединение
Зона А4р,А4т - центральная область лопасти
Зона А5р,А5т - (400х400мм) обод- входная кромка
Зона А6р,А6т - (400х400мм) обод- выходная кромка
Зона А7р,А7т - выходная кромка
Зона А8р,А8т - входная кромка
Зона А9р,А9т - обод - лопасть сварное соединение

Рисунок А.4 – Схема расположения зон контроля лопасти РО- гидротурбины

Приложение Б
(обязательное)
Типовая программа контроля металла камер рабочих колес ПЛ-гидротурбин

Б.1 Объёмы контроля металлических КРК

Эксплуатационные службы эксплуатирующей организации, ремонтные организации или иные привлеченные специализированные организации проводят контроль состояния облицовок КРК в соответствии с утверждённым графиком во время остановок гидроагрегата; при этом должны выполняться следующие виды обследования:

А) Периодический контроль, включающий:

- визуальное обследование;
- простукивание обечайки КРК молотком (метод свободных колебаний).

На основании проведенного контроля должен быть составлен формуляр состояния КРК с нанесенными дефектами и оценена необходимость проведения полного технического обследования для определения объема основных текущих ремонтных мероприятий (согласно приложению В).

Б) Полное техническое обследование:

- гидроопробование (гидравлические испытания) обечайки КРК;
- комплексное инструментальное обследование.

Базовым документом при составлении программы контроля металла и проведении визуального и измерительного контроля КРК рекомендуется данный Стандарт.

Б.2 Визуальный контроль КРК

Во время визуального контроля оценивается общее внешнее состояние КРК и отъемного сегмента. Выявляются видимые дефекты металла (крупные трещины, нарушение сплошности швов секций обечайки, крупные свищи в металле, отслоения с вырывом металла, сдвиг сегмента и т.д.);

При визуальном контроле обращают внимание на дефекты, образующиеся в результате кавитационной эрозии металла. Наличие трещин в металле определяют с помощью лупы 4-х – 7-ми кратного увеличения. Более тщательное обследование проводится отслоившейся восстановительной наплавки путём её удаления и оценки состояния основного металла.

Поверхностные дефекты позволяет обнаружить также ПВК или МК – выборочно на поверхностях, наиболее подверженных разрушениям;

Б.3 Метод свободных колебаний

Простукивание обечайки молотком (метод свободных колебаний) проводится с целью выявления и оконтуривания заоблицовочных полостей и отслоений;

Если обечайка КРК изготовлена из двух металлов основного и наплавленного, то дефекты наплавки и ее сцепление с основным металлом также определяют методом свободных колебаний (простукиванием).

Б.4 Гидроопробование КРК

Гидроопробование (гидравлические испытания) обечайки КРК рекомендуется проводить перед началом ремонтно-восстановительных работ на обечайке КРК и после завершения сварочных работ (в соответствии с приложением Н).

Гидравлические испытания обечайки КРК предназначены для:

- выявления наличия сквозных трещин и свищей в металле тех участков обечайки, которые расположены в зоне заобличовочных полостей и отслоений металла от штрабного бетона, обнаруженных при проведении предварительного обследования состояния КРК;
- проверки качества сварки после проведения ремонтно-восстановительных работ и контроля отсутствия дефектов, незафиксированных при проведении обследования;
- выявления гидравлической связи между отдельными заобличовочными полостями, обнаруженными при проведении предварительного обследования, а также фильтрационных ходов и гидравлической связи полостей с конусом или коленом отсасывающей трубы гидроагрегата.

Гидравлические испытания обечайки КРК производятся путем подачи воды от насосной станции в заобличовочные полости под давлением, не превышающим допустимое для данной КРК по условиям статической прочности и устойчивости ее обечайки.

Технологическая инструкция проведения гидравлических испытаний камер рабочего колеса соответствует приложению Н.

Б.5 Комплексный инструментальный контроль КРК

Комплексный инструментальное обследование проводится специализированными организациями с целью выявления и уточнения параметров скрытых дефектов, при этом согласно приложению П выполняются следующие виды обследования:

- ультразвуковая толщинометрия металла КРК для определения разнотолщинности и остаточной толщины стенки обечайки относительно проектной величины после механической обработки секций и длительного воздействия кавитационной и абразивной эрозии, а также коррозии металла на границе металл-бетон опорного конуса КРК, выявлении зон расслоения металла согласно приложению П;
- ультразвуковая дефектоскопия металла КРК для выявления трещин и других дефектов в металле и сварных швах согласно приложению П;
- магнитные измерения коэрцитивной силы (МКС) для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) стальных конструкций;
- ультразвуковая дефектоскопия бетона для оценки состояния штрабного и монолитного бетона опорного конуса КРК;
- при необходимости оценки состояния металла облицовки КРК проводится макроструктурное и микроструктурное обследование с использованием лабораторного комплекса аналитических приборов и методов.

Абразивный, коррозионный и механический износ металла КРК определяют эхо-импульсным методом с использованием серийно выпускаемых дефектоскопов или толщиномеров.

Скрытые дефекты обнаруживают как эхо-импульсным, так и зеркально-теневым методами с использованием дефектоскопов согласно приложению П.

Поверхностные дефекты позволяет обнаружить также контроль проникающими веществами (ПВК). При этом определяются конфигурация (форма) и размер (поверхностная протяженность) дефекта (согласно приложению Д).

Все обнаруженные дефекты и участки с пониженной, относительно проектной, толщиной металла КРК заносятся в журнал состояния КРК и отмечаются на формуляре состояния.

Приложение В
(обязательное)
Формуляры повреждений металла КРК и РК

При визуальном контроле КРК и РК определяются места и виды повреждений металла названных конструкций. Фиксировать эти повреждения необходимо в соответствующих формулярах.

В.1 Формуляр зон повреждений металла КРК и примыкающих зон

При составлении формуляра зон повреждений металла КРК и примыкающих зон развертка формуляра делится по горизонтали на зоны, соответствующие количеству лопаток направляющего аппарата, с нанесением секторов КРК, секторов НКНА и СП (толстые линии развертки формуляра).

В вертикальном направлении формуляр поделен на 5 областей, что соответствует конструкции самой проточной части агрегата станции, а именно:

область № 1 – нижнее кольцо направляющего аппарата;

область № 2 – верхний пояс КРК без облицовки нержавеющей сталью;

область № 3 – верхний пояс КРК с облицовкой нержавеющей сталью;

область № 4 – нижний пояс КРК с облицовкой нержавеющей сталью;

область № 5 – сопрягающий пояс.

На формуляр наносятся зоны повреждений, полученные в результате визуального обследования и с испытанием металлической облицовки методом свободных колебаний (простукиванием).

«Простукивание» металла проводится в каждом секторе, выявленные дефекты обрисовываются мелом на металле и заносятся на формуляр под своим номером. Размеры – ширина, длина и площадь записываются в таблицу с номером дефекта, трещины фиксируются на формуляре с длиной и глубиной (рисунок В.1).

Все размеры заносятся в мм в таблице на формуляре.

В «Условных обозначениях» указаны возможные виды повреждений металла, а именно:

- отслоение наплавки от основного металла обечайки – это повреждение возможно в областях № 2, № 3, № 4, где имеется наплавка нержавеющей сталью;
- вырыв наплавки от основного металла обечайки, так же в областях с наплавкой нержавеющей сталью;
- полость между основным металлом и штрабным бетоном;
- отрыв основного металла от штрабного бетона;
- трещина в металле;
- участок натира металла.

Кавитационные повреждения заносятся в отдельный формуляр, оформленный в соответствии с разделом В.3.

В.2 Формуляр толщинометрии металла зон камеры рабочего колеса (КРК)

Выборочная толщинометрия металла производится неразрушающими методами ультразвуковой диагностики.

При составлении формуляра толщинометрии металла развертка формуляра делится по горизонтали на зоны, соответствующие количеству лопаток направляющего аппарата, с нанесением секторов КРК, секторов НКНА и СП (толстые линии развертки формуляра).

В вертикальном направлении формуляр поделен на 5 областей, что соответствует конструкции самой проточной части агрегата станции, а именно:

область № 1 – нижнее кольцо направляющего аппарата;

область № 2 – верхний пояс КРК без облицовки нержавеющей сталью;

область № 3 – верхний пояс КРК с облицовкой нержавеющей сталью;

область № 4 – нижний пояс КРК с облицовкой нержавеющей сталью;

область № 5 – сопрягающий пояс

На формуляр наносятся зоны повреждений, полученные в результате визуального обследования и с испытанием металлической облицовки методом свободных колебаний (простукиванием).

Толщинометрия повреждённых зон, где были выявлены отслоение наплавки от основного металла обечайки, вырыв наплавки от основного металла обечайки, отрыв основного металла от штрабного бетона, производится выборочно, без занесения в таблицу, результаты заносятся в формуляре рядом с повреждением.

Выборочная толщинометрия металла неповреждённых зон проводится на каждом секторе под нижним кольцом направляющего аппарата и строго по осям лопаток НА (вне ребер жесткости).

Пять областей, на которые была поделена развертка проточной части, в свою очередь, поделена на зоны замера толщины металла с 8-ю точками «прозвучивания»:

- в области № 1 – точка «прозвучивания» 1 –толщинометрия металла НКНА;
- в области № 2 – точка «прозвучивания» 2 – толщинометрия металла КРК;
- в области № 3 – точки «прозвучивания» 3, 3в, 3н, где индексы «в», «н» означают, что измерения в обечайке проводились соответственно выше или ниже оси разворота лопастей турбины;
- в области № 4 – точки «прозвучивания» 4_1 и 4_2 – в каждом межреберном пространстве области производится толщинометрия облицовки обечайки КРК;
- в области № 5 – точка «прозвучивания» 5 – толщинометрия металла СП.

Результаты толщинометрии заносят в таблицу на формуляре в соответствующую номеру лопатки (по горизонтали) и точке «прозвучивания»(по вертикали) графу. Размеры толщины металла заносятся в мм (рисунок В.2).

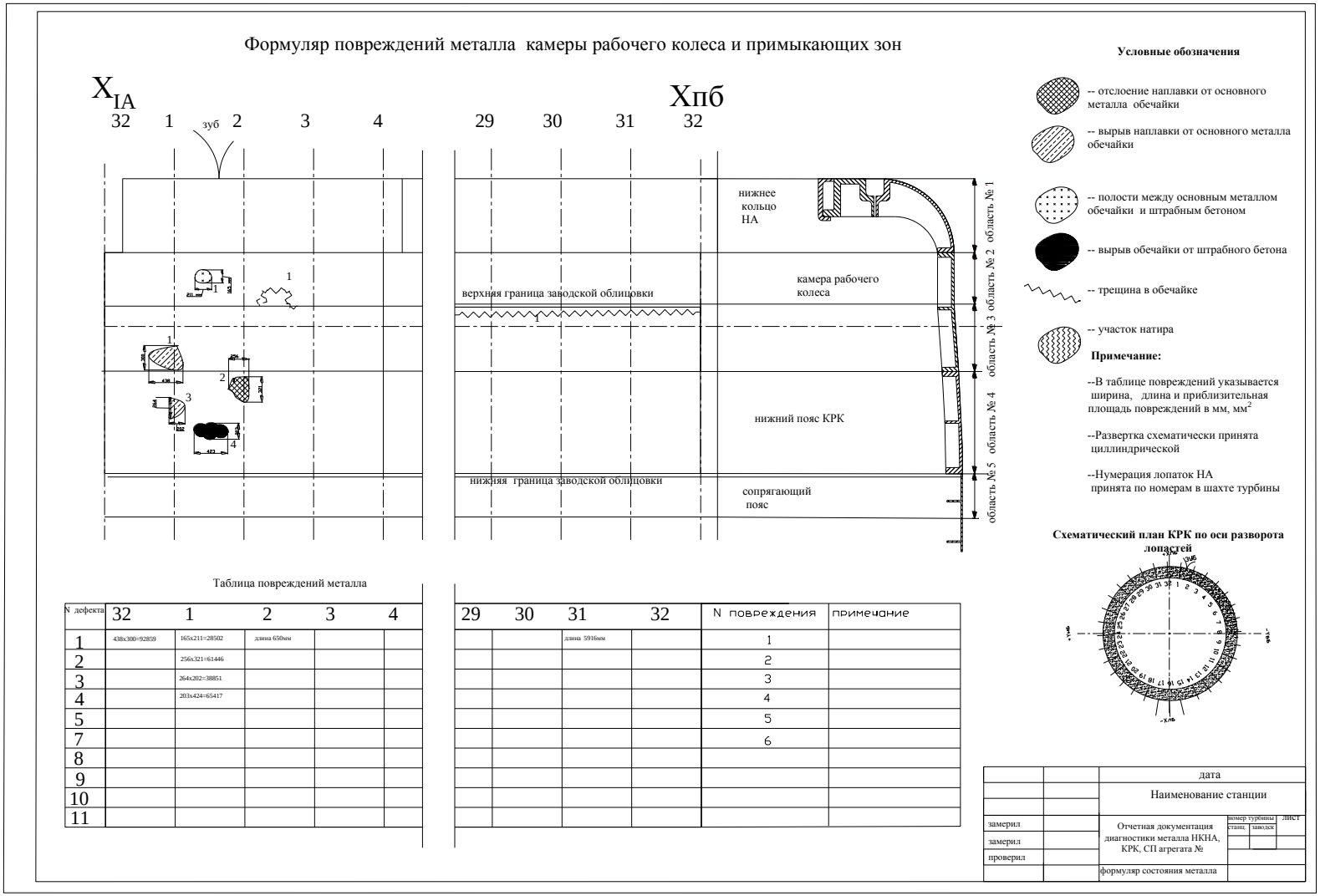
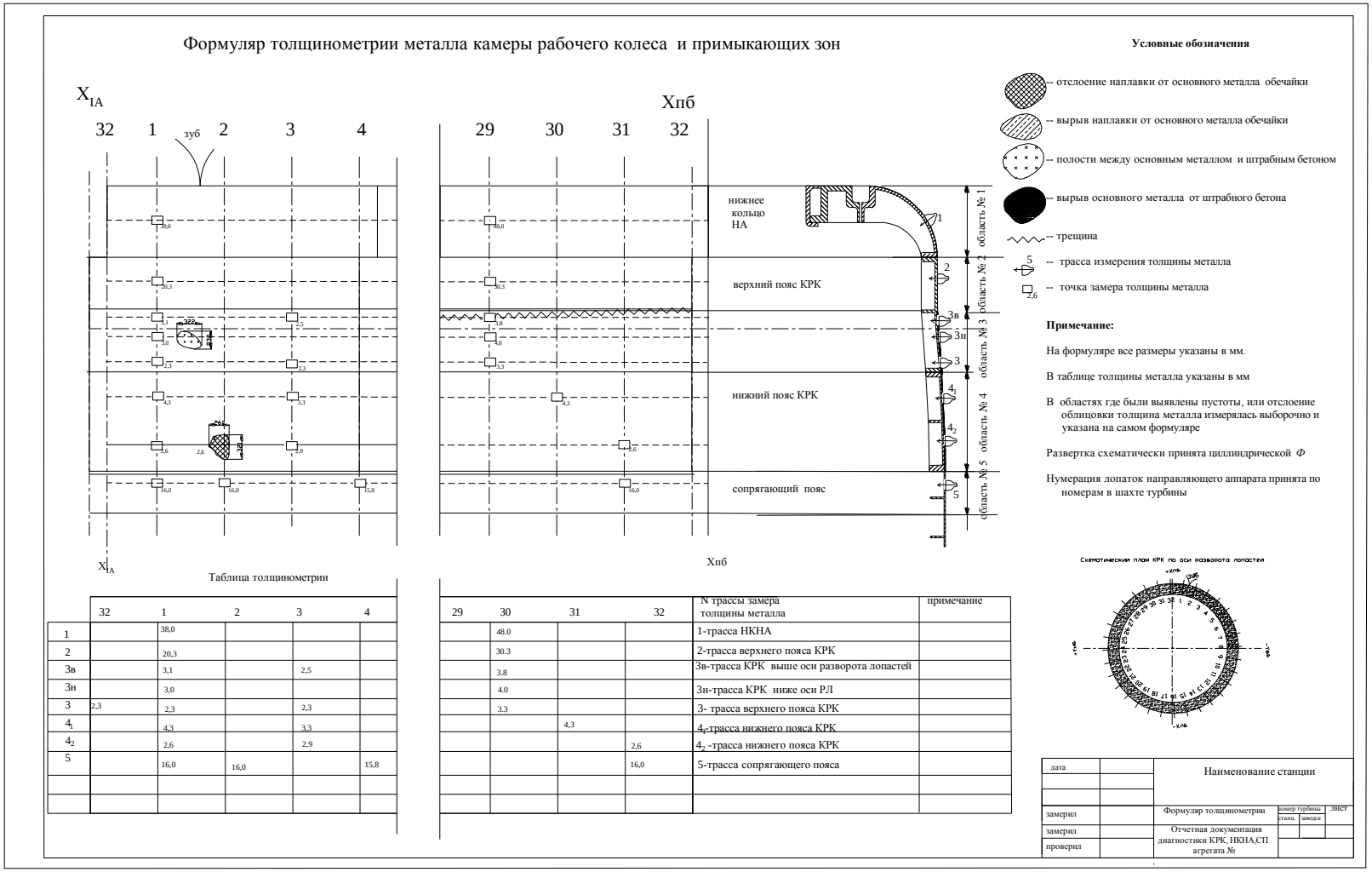


Рисунок В.1 – Формуляр повреждений металла камеры рабочего колеса и примыкающих зон



	32	1	2	3	4
1		38,0			
2		20,3			
3в		3,1		2,5	
3н		3,0			
3	2,3	2,3		2,3	
4_1		4,3		3,3	
4_2		2,6		2,9	
5		16,0	16,0		15,8

29	30	31	32	N трассы замера толщины металла	примечание
	48.0			1-трасса НКНА	
	30.3			2-трасса верхнего пояса КРК	
	3.8			3в-трасса КРК выше оси разворота лопастей	
	4.0			3н-трасса КРК ниже оси РЛ	
	3.3			3- трасса верхнего пояса КРК	
		4,3		4_1-трасса нижнего пояса КРК	
			2,6	4_2 -трасса нижнего пояса КРК	
			16,0	5-трасса сопрягающего пояса	

Рисунок В.2 – Формуляр толщинометрии металла камеры рабочего колеса и примыкающих зон

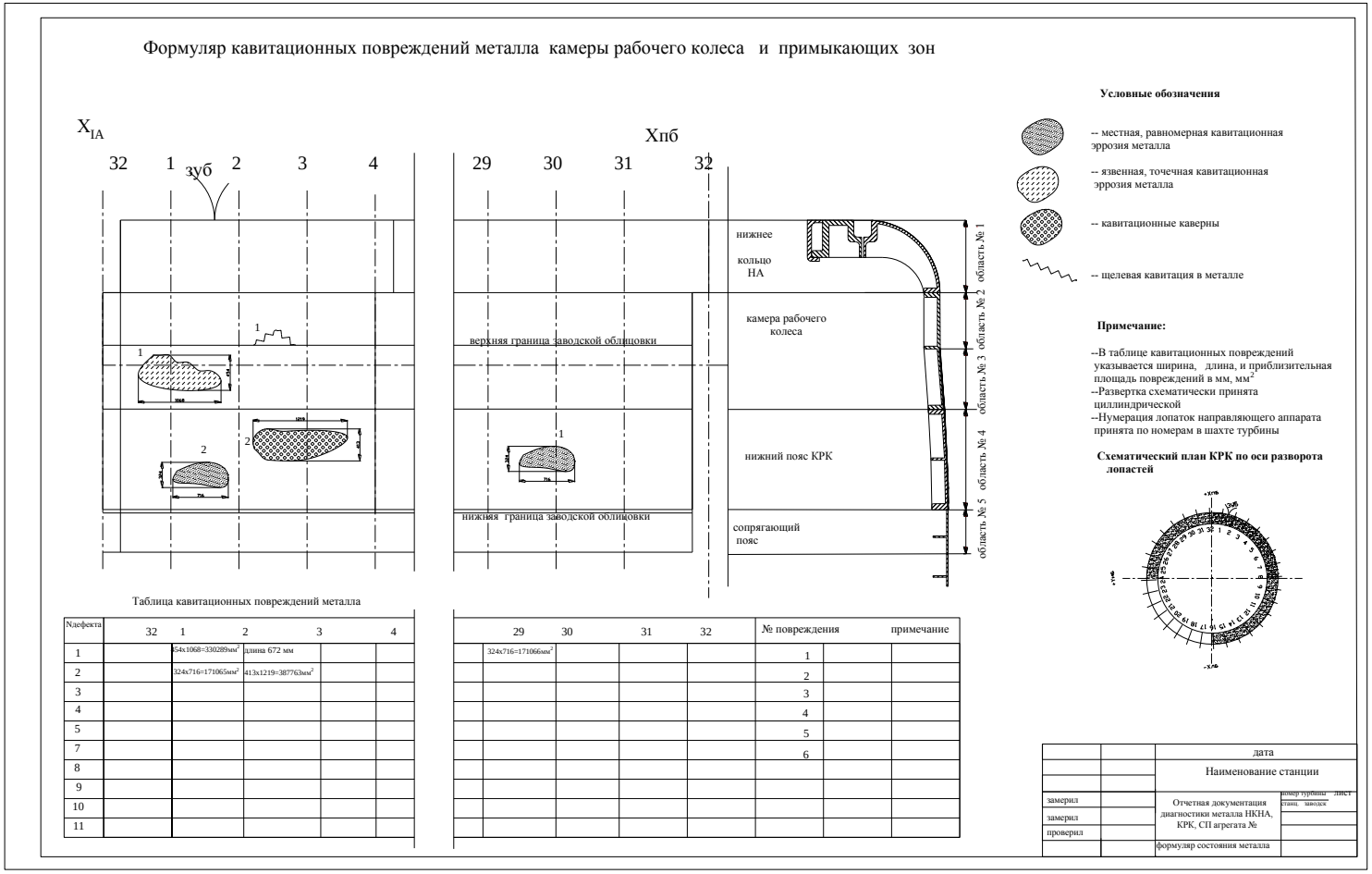


Рисунок В.3 – Формуляр кавитационных повреждений металла камеры рабочего колеса и примыкаюших зон

В.3 Формуляр кавитационных повреждений металла зон камеры рабочего колеса (КРК)

При составлении формуляра кавитационных повреждений металла развертка формуляра делится по горизонтали на зоны соответствующие количеству лопаток направляющего аппарата, в данном примере на 32 части, с нанесением секторов КРК, секторов НКНА и СП (толстые линии развертки формуляра).

В вертикальном направлении формуляр поделен на 5 областей, что соответствует конструкции самой проточной части агрегата станции, а именно:

область № 1 – нижнее кольцо направляющего аппарата;

область № 2 – верхний пояс КРК без облицовки нержавеющей сталью;

область № 3 – верхний пояс КРК с облицовкой нержавеющей сталью;

область № 4 – нижний пояс КРК с облицовкой нержавеющей сталью;

область № 5 – сопрягающий пояс

На формуляр наносятся зоны повреждений, полученные в результате визуального обследования металла, аналогично как при составлении формуляра повреждений металла. Размеры – ширина, длина и площадь записываются в таблицу с номером повреждения, трещины фиксируются на формуляре с длиной и максимальной глубиной.

Все возможные виды кавитационных повреждений указаны на самом формуляре в условных обозначениях (рисунок В.3).

В.4 Формуляр повреждений металла лопастей ПЛ-гидротурбины

Формуляр повреждений металла лопастей представляет собой схематично представленный вид на на рабочую и тыльную поверхность лопасти рабочего колеса.

На формуляр наносятся зоны механических, эрозионно-коррозионных, кавитационных повреждений, полученные в результате визуального обследования металла. Размеры зон кавитационных повреждений – ширина, длина и глубина записываются в таблицу с номером повреждения. В формуляре предусмотрен столбец для определения объема выборки металла (V, см^3). На этот же формуляр наносятся обнаруженные трещины и трещиноподобные и округлые дефекты на поверхности РК, отрывы части лопасти, коррозионные и эрозионные повреждения и иные выявленные механические повреждения РК.

Форма формуляра приведена на рисунке В.4.

В.5 Формуляр повреждений металла лопасти РО гидротурбины

Формуляр повреждений металла лопасти представляет собой схематичную развёртку лопасти рабочего колеса РО гидротурбины.

На формуляр наносятся зоны механических, эрозионно-коррозионных, кавитационных повреждений, полученные в результате визуального обследования металла. Размеры зон кавитационных повреждений – ширина, длина и глубина записываются в таблицу с номером повреждения. В формуляре предусмотрен столбец для определения объема выборки металла (V, см^3). На этот же формуляр наносятся обнаруженные трещины и трещиноподобные и округлые дефекты на поверхности РК, отрывы части лопасти, коррозионные и эрозионные повреждения и иные выявленные механические повреждения РК.

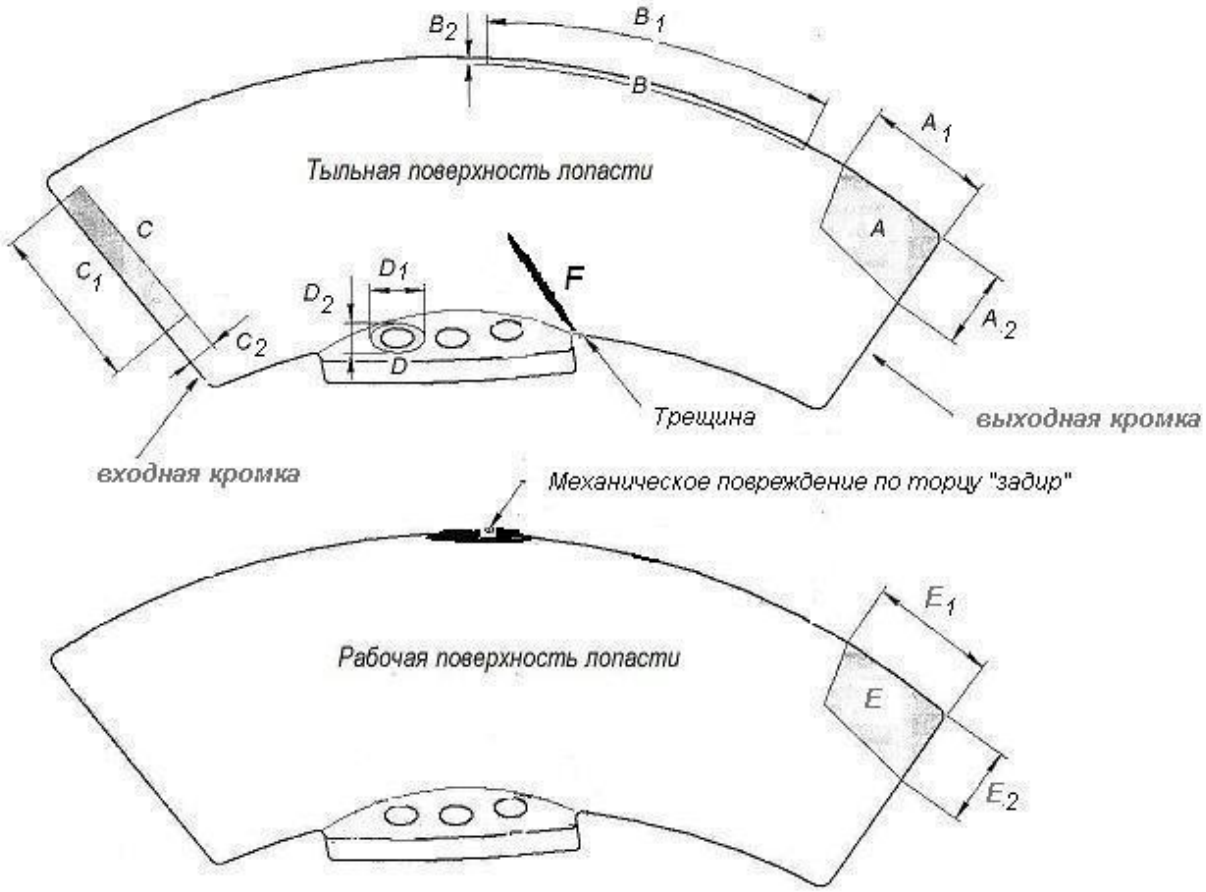
Форма формуляра приведена на рисунке В.5.

Дата: _____

Формуляр

повреждений металла лопастей ПЛ-гидротурбины ст. №_____.

Лопасть № _____



Кавитационные повреждения

№	Размеры, см	V, см^3
A	$A_1 \times A_2 \times A_3$*	
B	$B_1 \times B_2 \times B_3$	
C	$C_1 \times C_2 \times C_3$	
D	$D_1 \times D_2 \times D_3$	
E	$E_1 \times E_2 \times E_3$	

Механические повреждения

№	характерный размер, см
трещина	l_F
задир	

* - глубина повреждения

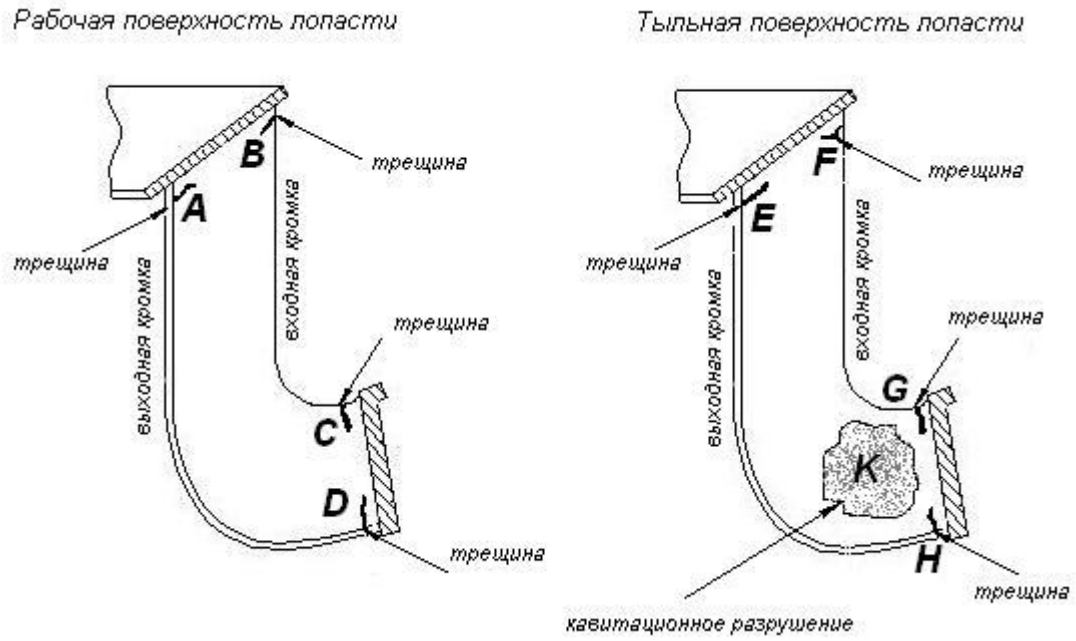
Рисунок В.4 – Формуляр повреждений металла лопастей ПЛ-гидротурбины

Дата: _____

Формуляр

повреждений металла лопастей РО гидротурбины ст. №_____.

Лопасть № _____



Кавитационные повреждения

№	Размеры, см	V, см^3
K	$K_1 \times K_2 \times K_3$*	

Механические повреждения

№	Характерный размер, см
трещина A	l_A
трещина B	l_B
трещина C	l_C
трещина D	l_D
трещина E	l_E
трещина F	l_F
трещина G	l_G
трещина H	l_H

* - глубина повреждения

Рисунок В.5 – Формуляр повреждений металла лопастей РО гидротурбины

Приложение Г
(обязательное)
Инструкция по визуальному и измерительному контролю при проведении ремонтных работ и техническом контроле рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин

Г.1 Общие положения и нормы оценки качества

Г.1.1 Общие положения

Визуальный и измерительный контроль металла лопастей рабочих колес гидротурбин выполняют с целью выявления деформаций, поверхностных трещин, подрезов, прожогов, наплывов, кратеров, свищей, пор, раковин, эрозионно-коррозионных, кавитационных повреждений и других несплошностей, дефектов формы швов, допустимости выявленных деформаций, а также для уточнения формы и размеров зазоров, деталей, узлов и элементов гидротурбин и контроля качества исправленных дефектных участков. Визуальный и измерительный контроль проводится в соответствии с инструкцией, изложенной в рекомендациях [5].

Г.1.2 Нормы оценки качества

По результатам проведения визуального и измерительного контроля к дальнейшей эксплуатации без проведения ремонтно-восстановительных работ не допускаются РК, имеющие следующие дефекты:

- трещины всех видов и всех направлений;
- одиночные механические поверхностные дефекты и включения с характерным размером более 2,5 мм;
- протяженные дефекты любой глубины;
- цепочки дефектов с расстоянием между дефектами менее 25 мм;
- непровары, наплывы, натеки, брызги металла, прожоги и иные дефекты сварных швов и ремонтных заварок.
- неустраненные эрозионно-коррозионные или кавитационные повреждения, при которых геометрические размеры контролируемой детали не соответствуют требованиям конструкторской документации или требованиям СТО 17330282.27.140.001-2006.

Г.2 Подготовка к контролю

Визуальный и измерительный контроль металла РК гидротурбин выполняют до проведения контроля другими методами.

Поверхности изделий и сварных соединений (наплавок) перед контролем очищаются от влаги, шлака, брызг металла, ржавчины и других загрязнений, препятствующих контролю.

Г.3 Методика выполнения контроля

Перед началом проведения контроля необходимо составить карту контроля согласно пункту Г.6 данного приложения.

При визуальном контроле необходимо выявить поверхностные дефекты.

Измерительный контроль выполняется на участках, проконтролированных визуально.

При измерительном контроле применяют:

- лупы;
- линейки измерительные металлические;
- угольники поверочные 90° лекальные;
- штангенциркули, штангенрейсмусы и штангенглубиномеры;
- щупы;
- угломеры с нониусом;
- стенкомеры и толщиномеры индикаторные;
- микрометры;
- нутромеры микрометрические и индикаторные;
- калибры;
- эндоскопы;
- шаблоны, универсальные, радиусные и специальные;
- поверочные плиты;
- плоскопараллельные концевые меры длины с набором специальных принадлежностей;
- штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки).

Рекомендуемые марки и/или модели используемых при измерительном контроле приборов и инструментов приведены в таблице Г.1.

Допускается применение других средств измерительного контроля при условии наличия сертификации и соответствующих инструкций, методик их применения.

Погрешность измерений при измерительном контроле не должна превышать величин, указанных в таблице Г.2, если в рабочих чертежах не предусмотрены другие требования.

Г.4 Оформление результатов контроля

По результатам контроля составляется заключение в котором должно быть указано:

- наименование контролируемого изделия;
- схема проконтролированных участков;
- номер и дата поверки инструментов;
- результаты контроля;
- дата проведения контроля.

Заключение по результатам контроля регистрируется в журнале учета.

Заключение подписывают начальник лаборатории и проводивший контроль специалист, с указанием номера удостоверения и срока действия.

По возможности наиболее характерные или значительные повреждения регистрируются фотографированием с приложением масштабной линейки.

Т а б л и ц а Г.1 - Приборы и инструменты для измерительного контроля

Тип прибора, инструмента	Марка (рекомендуемая)
Профилограф-профилометр	Модель 170311
Люксметр	Ю-116
Образцы шероховатости поверхности (сравнения)	
Угломер с нониусом	М127 УМ4 УМ5
Стенкомер индикаторный	С-2 С-10А С-10Б С-25 С-50
Штангенциркуль двусторонний с глубиномером	ШЦ-1-125
Толщиномер индикаторный	ТР 10-60 ТР 25-60 ТР 50-160 ТР 50-250
Щуп	N 1 N 2 N 3 N 4
Набор радиусных шаблонов	N 1 N 2 N 3
Набор специальных шаблонов	
Набор резьбовых шаблонов	М60 Д55
Универсальный шаблон сварщика	УШС-3
Линейка измерительная металлическая	150 мм 300 мм 500 мм 1000 мм
Метр складной металлический	
Рулетка металлическая	
Угольник поверочный 90° лекальный плоский	УЛП-1-60 УЛП-1-160
Меры длины концевые плоскопараллельные	2-Н7 (2-й класс, набор N 7)
Меры длины концевые плоскопараллельные	2-Н1

Т а б л и ц а Г.2 – Допустимая погрешность измерения при измерительном контроле

Диапазон измеряемой величины, мм	Погрешность измерений, мм
до 0,5 вкл.	0,1
свыше 0,5 до 1,0 вкл.	0,2
" 1,0 " 1,5 "	0,3
" 1,5 " 2,5 "	0,4
" 2,5 " 4,0 "	0,5
" 4,0 " 6,0 "	0,6
" 6,0 " 10,0 "	0,8
" 10,0	1,0

Г.5 Требования безопасности

К выполнению работ по контролю методом визуального и измерительного контроля допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасности, действующим на предприятии, и обязательный медицинский осмотр.

Перед проведением дефектоскопии на высоте, в труднодоступных местах или внутри металлоконструкций дефектоскопист должен пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности работы в этих условиях.

Уровень шума на рабочем месте не должен превышать величин, требуемых по ГОСТ 12.1.003.

Г.6 Образец карты контроля

Образец карты контроля приведён на рисунке Г.1.

Номер		Наименование и содержание операции, перехода	Оборудование, оснастка, материал	Технические требования
операции	перехода			
I		Подготовка к контролю:		
	1.	ознакомление с объектом контроля	см. операции II, III	
	2.	проверка наличия и работоспособности необходимого инструмента		
	3.	проверка готовности поверхности под контроль	люксметр	300Лк
	4.	проверка освещенности контролируемой поверхности		
II		Визуальный контроль:	набор визуального и измерительного контроля	
	1.	проведение контроля		
	2.	оценка качества поверхности для проведения последующего контроля	образцы шероховатости	качество поверхности должно отвечать требованиям, соответствующим виду проводимого последующего контроля
III		Измерительный контроль:	набор визуального и измерительного контроля	
	1.	проведение измерений формы и размеров деталей, узлов и элементов гидротурбины		
	2.	проведение измерений обнаруженных дефектов		
IV		Оформление результатов контроля:		
	1.	занесение результатов контроля в журнал и составление акта о качестве		нормы оценки качества согласно [7]
Утвердил:			Разработал:	

Рисунок Г.1 – Образец карты контроля

Приложение Д
(обязательное)
Инструкция по капиллярному контролю при техническом контроле лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин

Д.1 Общие положения и нормы оценки качества

Д.1.1 Общие положения

Капиллярный контроль (ПВК) сварных соединений и основного металла при контроле состояния металла лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин во время ремонтов производится в соответствии с ГОСТ 18442, основными положениями рекомендаций [6] и настоящего Стандарта.

Д.1.2 Нормы оценки качества

По результатам проведения ПВК к дальнейшей эксплуатации без проведения ремонтно-восстановительных работ или дополнительного контроля не допускаются ЛГТ со следующими обнаруженными дефектами:

- удлиненными индикаторными следами;
- округлыми индикаторными следами с характерным размером более 5 мм;
- при наличии более четырех округлых индикаторных следов, расположенных в линию.

Индикаторным следом округлой формы следует считать рисунок, у которого отношение наибольшего размера проявляющегося следа к его наименьшему размеру меньше или равен трём. В противном случае индикаторный след является удлиненным.

Д.2 Подготовка к контролю

Подготовка к контролю должна складываться из следующих операций:

а) осмотр контролируемого участка и его маркировка (разметка зон контроля);

б) подготовка поверхности контролируемых участков к контролю;

в) проверка качества индикаторной и проявляющей жидкости или проверка работоспособности комплекта аэрозольных баллончиков.

При осмотре контролируемого сварного шва или участка специалист НК должен замаркировать шов или участок и нанести его на схему контроля. Сварные швы маркируются в начале и конце контролируемого шва: контролируемые площади отмечаются маркером, цветным карандашом или мелом по контуру.

Подготовка поверхности контролируемого участка должна обеспечить беспрепятственное проникновение индикаторной жидкости в полости поверхностных дефектов. Технология подготовки зоны ПВК определяется технологической картой (очистка от брызг, нагара, окалины, шлака, ржавчины, лакокрасочных покрытий, различных органических веществ (масел, жиров) и др. загрязнений). Зачистка контролируемой поверхности в обязанности специалиста, выполняющего контроль, не входит. Шероховатость контролируемой поверхности не выше Ra 3,2 (Rz 20).

Дефектоскопические материалы при поступлении следует подвергать входному контролю на соответствие требованиям НТД. Комплект реактивов для ПВК должен иметь сертификат качества и поверен на эталонных образцах. Проверку проводят с

использованием поверенных контрольных образцов, соответствующих классу контроля для данного изделия. Результаты оформляются соответствующим заключением.

Проверку чувствительности рабочих составов должны проводить специалисты лаборатории по неразрушающим методам контроля. Проверка производится в количестве 2% от поступающей партии, но не менее двух комплектов. Результаты проверок чувствительности следует заносить в специальный журнал. На баллончиках или емкостях, в которых приготовлены рабочие составы, делается соответствующая пометка о годности и проставляется дата.

Проверку дефектоскопических наборов производят при поступлении или изготовлении каждой новой партии.

Проверка чувствительности рабочих составов должна производиться с помощью поверенных контрольных образцов. Контрольный образец чувствительности должен быть изготовлен из той же марки металла, что и контролируемое изделие.

Методика ПВК и чувствительность контроля должны соответствовать параметрам, предписанным программой контроля и технологической картой ПВК, но быть не ниже второго класса чувствительности.

Д.3 Методика выполнения контроля

Перед началом проведения контроля необходимо составить карту контроля и провести разметку изделия в соответствии с картой контроля.

Контроль проводится в соответствии с рекомендациями [6] и инструкцией по применению для каждого набора дефектоскопических материалов.

После осмотра следует отметить на изделии недопустимые дефекты и оформить документально результаты контроля.

При проведении контроля дефектоскопические материалы должны обеспечивать второй класс чувствительности.

Д.4 Оформление результатов контроля ПВК

Результаты капиллярного контроля заносят в заключение. Заключение дополняется схемами контроля. Образец карты контроля представлен в разделе Д.6.

В заключении ПВК указывается:

- наименование и тип контролируемого объекта;
- технологии контроля (метод, набор дефектоскопических материалов, класс чувствительности);
- основные размеры выявляемых индикаторных следов;
- наименование и тип используемой рецептуры или комплекта реактивов ПВК;
- НТД, по которой проведен контроль;
- дата и время контроля.

Заключение по результатам контроля регистрируется в журнале учета.

Заключение подписывают начальник лаборатории и проводивший контроль специалист, с указанием номера удостоверения и срока действия.

Д.5 Требования безопасности

К выполнению работ по контролю методом ПВК допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасности, действующим на предприятии. На участках, где проводятся работы по ПВК с применением пожароопасных составов, запрещается в радиусе не менее 10 метров:

- применять открытый огонь, курить;
- проводить сварочные работы;
- размещать горюче-смазочные материалы, баллоны с газами, токсичные и легковоспламеняющиеся вещества, нагревательные приборы.

В помещении, где приготавливают рабочие составы, должна быть приточно-вытяжная вентиляция, обеспечивающая содержание вредных веществ в пределах допускаемых норм.

Количество бензина, органических растворителей, рабочих составов на участке цветной дефектоскопии не должно превышать сменной потребности.

Транспортировку рабочих составов необходимо производить в небьющейся таре с крышкой.

Контроль методом ПВК внутри КРК должен производиться двумя операторами, один из которых ведет наблюдение за соблюдением правил безопасности, обслуживает вспомогательное оборудование.

При контроле внутри КРК должна быть обеспечена подача чистого воздуха путем отбора сжатого воздуха из заводской магистрали, его очистки и редуцирования.

Участок, где проводится ПВК, должен иметь общую освещенность не менее 300 лк. Местное и переносное освещение выполняется во взрывобезопасном исполнении напряжением не более 12В.

Аэрозольные баллончики следует оберегать от ударов и падений и держать вдали от обогревательных приборов и прямых лучей солнца. Температура длительного хранения не должна превышать + 40°С.

Д.6 Образец карты контроля

Образец карты контроля приведён на рисунке Д.1.

<table>
<tr><td colspan="4">Карта капиллярного контроля № _____</td></tr>
<tr><td colspan="2">Наименование объекта контроля</td><td colspan="2">Объем контроля</td></tr>
<tr><td colspan="2">Типоразмер:

Материал:

Чертеж №</td><td colspan="2">Состояние контролируемой поверхности:

Шероховатость поверхности:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Схема проведения контроля:</td><td>Метод контроля:

Класс чувствительности:

Дефектоскопический набор:</td><td>Дополнительные средства контроля:</td></tr>
<tr><td colspan="2">НТД по проведению контроля:

НТД по оценке качества:

Недопустимые дефекты:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Операции контроля:
– визуальный контроль наружной поверхности;
– подготовительные операции;
– проведение контроля.
Оценка результатов контроля (оценка качества).
Заключительные операции:
– очистка средств и приборов НК от загрязнений;
– оформление результатов контроля.

Утвердил: Разработал:</td></tr>
</table>

Рисунок Д.1 – Образец карты контроля

Приложение Е
(обязательное)
Инструкция по вихретоковому контролю при техническом диагностировании лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин

Е.1 Общие положения и нормы оценки качества

Е.1.1 Общие положения

Вихретоковая дефектоскопия (ВД) сварных соединений и основного металла при контроле состояния металла лопастей ПЛ-, Пр- и РО-гидротурбин во время ремонтов, производится в соответствии с ГОСТ Р ИСО 15549 и основными положениями рекомендаций [7].

Е.1.2 Нормы оценки качества

Результаты контроля состояния основного металла, сварных швов и ремонтных заварок ЛГТ по результатам проведения ВД считаются удовлетворительными, если не обнаружены дефекты, имеющие признаки трещины.

Е.2 Подготовка к контролю

Вихретоковый контроль должен проводится при температуре окружающего воздуха согласно паспортным данным по эксплуатации дефектоскопа и преобразователей.

Поверхности, подлежащие вихретоковому контролю, очищают от грязи и для удаления масла тщательно протирают ветошью или салфеткой , смоченными в бензине, ацетоне или растворителе. Места коррозии зачищают до металла, не поврежденного коррозией.

Максимальная чувствительность вихретокового контроля достигается на шлифованных поверхностях. Возможность контроля необработанной поверхности проверяют отдельно для каждого отдельного случая. Максимальная шероховатость контролируемой поверхности определяется типом применяемого преобразователя и рекомендуется не более Ra=2,5мкм.

Е.3 Методика выполнения контроля.

Перед началом контроля необходимо составить карту контроля в соответствии с типоразмером изделия согласно пункту Е.6.

Настройку дефектоскопа следует проводить по контрольным образцам с той же кривизной, что и у поверхности, которая подлежит контролю. При радиусах кривизны менее 5 мм следует использовать насадки, фиксирующие положение преобразователя на объекте контроля.

В процессе контроля следует следить, чтобы величина зазора между преобразователем и контролируемой поверхностью не изменялась. Допустимый зазор между преобразователем и объектом контроля для дефектоскопов со стандартными накладными преобразователями не должен превышать паспортных значений на преобразователи и составляет 0,3 – 0,7 мм. При использовании дефектоскопов, имеющих блок сигнализации об изменении зазора, следует компенсировать влияние изменения зазора в процессе контроля.

Контроль осуществляют последовательным сканированием контролируемой поверхности преобразователем.

Сканирование осуществляют перпендикулярно направлению ожидаемого развития дефекта.

Е.4 Оформление результатов контроля

Результаты контроля фиксируют в заключениях и журналах .

В журнале и заключении указывают:

- наименование и индекс изделия;
- зоны контроля;
- наименование и номер по чертежу (эскизу) узла (детали);
- тип контролируемой поверхности с указанием наличия (толщины) неэлектропроводящих покрытий или их отсутствия;
- объемы контроля;
- документацию, по которой выполнялся контроль;
- тип и заводской номер дефектоскопа;
- тип и заводской номер преобразователя;
- наименование и номер образца, по которому производилась настройка пороговой чувствительности дефектоскопа;
- результаты контроля (обнаруженные дефекты отмечаются как на контролируемых участках конструкций и деталей, так и на эскизах (схемах контроля) с указанием их координат);
- дату проведения контроля и (для заключения) дату оформления заключения;
- фамилию, инициалы и подпись специалиста, проводившего контроль;
- уровень квалификации, номер квалификационного удостоверения специалиста, проводившего контроль;
- фамилию, инициалы и подпись руководителя лаборатории.

Е.5 Требования безопасности

К выполнению работ по контролю методом ВД допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасности, действующим на предприятии, и обязательный медицинский осмотр.

Перед проведением дефектоскопии на высоте, в труднодоступных местах или внутри металлоконструкций дефектоскопист должен пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности работы в этих условиях.

В шумных цехах необходимо использовать средства индивидуальной защиты.

Е.6 Образец карты контроля

Образец карты контроля приведён на рисунке Е.1.

<table>
<tr><td colspan="3">Карта вихретокового контроля № _____</td></tr>
<tr><td colspan="2">Наименование объекта
(тип РК, лопасть № ___):

Материал:

Чертеж №</td><td>Объем контроля:

Методика контроля по:

Оценка качества по:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Схема проведения контроля:</td><td>1. Средства, приборы и параметры контроля:
- Дефектоскоп
- КО 1, КО 2
- Шаг сканирования

2. Требования к поверхности контролируемого изделия
- Шероховатость</td></tr>
<tr><td colspan="3">3. Операции контроля:
3.1. Визуальный контроль наружной поверхности:

3.2. Настройка оборудования:

3.3. Проведение контроля:

3.4. Оценка качества:</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Заключительные операции:
- очистка средств и приборов НК от загрязнений
- оформление результатов контроля</td></tr>
<tr><td colspan="2">Утвердил:</td><td>Разработал:</td></tr>
</table>

Рисунок Е.1 – Образец карты контроля

Приложение Ж
(обязательное)
Инструкция по ультразвуковому контролю при техническом контроле лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин

Ж.1 Общие положения и нормы оценки качества

Ж.1.1 Общие положения

Ультразвуковая дефектоскопия (УЗК) сварных соединений и основного металла при контроле состояния металла лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин во время ремонтов производится в соответствии с ГОСТ 14782, ГОСТ 23667 и основными положениями рекомендаций [9].

Ж.1.2 Нормы оценки качества

Результаты контроля состояния основного металла, сварных швов и ремонтных заварок ЛГТ по результатам проведения УЗК считаются удовлетворительными, если:

- не выявлено протяженных несплошностей;
- выявленные несплошности являются одиночными;
- минимально фиксируемая эквивалентная площадь выявленного дефекта не превышает 3 мм^2 (дефекты меньше 3 мм^2 не фиксируют в документации, настройка аппаратуры проведена на дефект размером 3 мм^2);
- максимальная эквивалентная площадь выявленного дефекта не превышает 10 мм^2;
- максимально фиксируемое количество одиночных несплошностей на длине 100 мм не превышает 10 штук.

Ж.2 Подготовка к контролю

Ультразвуковой контроль должен проводится при температуре окружающего воздуха согласно паспортным данным по эксплуатации дефектоскопа и преобразователей.

Поверхность зоны контроля должна быть очищена от брызг металла, отслаивающейся окалины, ржавчины, грязи, краски. Поверхность не должна иметь вмятин, неровностей, забоев, сильно корродированная поверхность должна подвергаться механической обработке для получения ровной и гладкой поверхности в пределах перемещения ПЭП. Шероховатость поверхности должна быть не более Rz40 по ГОСТ 2789.

Ширина зоны контроля для проведения УЗК сварных швов (ремонтных заварок) должна охватывать сварной шов (ремонтную заварку) и зону термического влияния.

Ж.3 Методика выполнения контроля.

Перед началом контроля необходимо составить карту контроля в соответствии с типоразмером изделия (см. пункт Ж.6).

Перед началом контроля на поверхность изделия необходимо нанести зону перемещения ПЭП в соответствии с картой контроля.

Настройку аппаратуры следует проводить по стандартным образцам СО-1, СО-2, СО-3, СО-4 и СОП, изготовленными на основании норм оценки качества изделия.

В процессе контроля преобразователь плавно перемещают поперечно-поступательными движениями с поворотом преобразователя относительно нормальной оси к опорной поверхности на угол от 10° до 15° влево и вправо.

Шаг построчного перемещения должен быть не более половины ширины пьезопластины, скорость сканирования – не более 75 мм в секунду.

Для достижения необходимого акустического контакта между поверхностью изделия и преобразователем зону контроля необходимо покрывать контактной средой (в зависимости от температуры окружающей среды).

Ж.4 Оформление результатов контроля

По результатам контроля составляется заключение, в котором должно быть указано:

- расположение зоны контроля;
- тип сварного соединения (вид ремонтной заварки);
- номер на схеме;
- длина проконтролированного участка;
- объем контроля;
- тип дефектоскопа и дата поверки;
- рабочая частота;
- инвентарный номер СОП;
- угол ввода ультразвукового луча;
- предельная чувствительность;
- результаты контроля;
- дата проведения контроля;

Дефекты, выявленные по результатам контроля, рекомендуется описывать в соответствии с ГОСТ 14782.

Заключение по результатам контроля регистрируется в журнале учета.

Заключение подписывают начальник лаборатории и проводивший контроль специалист, с указанием номера удостоверения и срока действия.

Ж.5 Требования безопасности

К выполнению работ по контролю методом УЗК допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасности, действующим на предприятии, и обязательный медицинский осмотр.

Перед проведением дефектоскопии на высоте, в труднодоступных местах или внутри металлоконструкций дефектоскопист должен пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности работы в этих условиях.

Параметры ультразвука должны соответствовать ГОСТ 12.1.005. Уровень шума на рабочем месте не должен превышать требуемого по ГОСТ 12.1.003.

В шумных цехах необходимо использовать средства индивидуальной защиты.

Ж.6 Образец карты контроля

Образец карты контроля приведён на рисунке Ж.1.

<table>
<tr><td colspan="2">Карта ультразвукового контроля № _____</td></tr>
<tr><td>Типоразмер:

Материал:

Чертеж №</td><td>Объем контроля:

Методика контроля по:

Оценка качества по:</td></tr>
<tr><td>Схема проведения контроля:</td><td>1. Средства, приборы и параметры контроля:
- Дефектоскоп
- Толщиномер
- ПЭП
- СО, СОП
- Условная чувствит. Sэкв.
- Шаг сканирования
- Контактная жидкость
- Измерительная линейка

2. Требования к поверхности контролируемого изделия
- Шероховатость
- Зона зачистки</td></tr>
<tr><td colspan="2">3. Операции контроля:
3.1. Визуальный контроль наружной поверхности:

3.2. Настройка оборудования:

3.3. Проведение контроля:

3.4. Оценка качества:</td></tr>
<tr><td colspan="2">4. Заключительные операции:
- очистка средств и приборов НК от смазки, и др. загрязнений
- оформление результатов контроля</td></tr>
<tr><td colspan="2">Утвердил: Разработал:</td></tr>
</table>

Рисунок Ж.1 – Образец карты контроля

Приложение К
(обязательное)
Инструкция по ультразвуковой толщинометрии при техническом контроле лопастей рабочих колес РО гидротурбин

К.1 Общие положения и нормы оценки качества

К.1.1 Общие положения

Ультразвуковая толщинометрия (УЗТ) основного металла при контроле состояния металла лопастей рабочих колес РО гидротурбин во время ремонтов производится в соответствии с ГОСТ 28702.

К.1.2 Нормы оценки качества

Замеренные величины толщин должны соответствовать требованиям конструкторской документации.

К.1.3 Зоны контроля

Контроль толщины проводится на выходной кромке всех лопастей на расстоянии 400 мм от обода и ступицы с равным шагом по пять точек.

К.2 Подготовка к контролю

Ультразвуковая толщинометрия должна проводится при температуре окружающего воздуха согласно паспортным данным по эксплуатации толщиномера и ПЭП.

Поверхность зоны контроля должна быть очищена от брызг металла, отслаивающейся окалины, ржавчины, грязи, краски. Поверхность не должна иметь вмятин, неровностей, забоев, сильно корродированная поверхность должна подвергаться механической обработке для получения ровной и гладкой поверхности в пределах перемещения ПЭП. Шероховатость поверхности должна быть не более Rz40 по ГОСТ 2789. Размеры контролируемых участков должны быть не меньше размеров ПЭП.

К.3 Методика выполнения контроля

Перед началом контроля необходимо составить карту контроля в соответствии с типоразмером изделия (см. пункт К.6).

Для достижения необходимого акустического контакта между поверхностью изделия и преобразователем зону контроля необходимо покрывать контактной средой.

Настройку аппаратуры следует проводить по стандартным образцам предприятия, исходя из толщины контролируемого изделия. СОП представляет собой плоскопараллельную пластину, изготовленную из того же материала, что и контролируемое изделие.

В ходе проведения контроля необходимо учитывать дополнительные погрешности толщиномеров, зависящие от температуры проведения контроля, непараллельности поверхностей, шероховатости и радиуса кривизны. Погрешность может составлять от ±0,1 до ±0,3 мм.

Большое значение имеет знание марки стали контролируемого изделия, так как скорость распространения ультразвука в различных материалах различается.

К.4 Оформление результатов контроля

По результатам контроля составляется заключение, в котором должно быть указано:

- наименование контролируемого изделия;
- номер на схеме;
- тип толщиномера и дата поверки;
- рабочая частота;
- инвентарный номер СОП;
- результаты контроля;
- дата проведения контроля.

Заключение по результатам контроля регистрируется в журнале учета.

Заключение подписывают начальник лаборатории и проводивший контроль специалист, с указанием номера удостоверения и срока действия.

К.5 Требования безопасности

К выполнению работ по контролю методом УЗК допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасности, действующим на предприятии, и обязательный медицинский осмотр.

Перед проведением дефектоскопии на высоте, в труднодоступных местах или внутри металлоконструкций дефектоскопист должен пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности работы в этих условиях.

Параметры ультразвука должны соответствовать ГОСТ 12.1.005, уровень шума на рабочем месте не должен превышать требуемого по ГОСТ 12.1.003.

В шумных цехах необходимо использовать средства индивидуальной защиты.

К.6 Образец карты контроля

Образец карты контроля приведён на рисунке К.1.

<table>
<tr><td colspan="3">Карта ультразвуковой толщинометрии № _____</td></tr>
<tr><td>Типоразмер:

Материал:

Чертеж №</td><td colspan="2">Объем контроля:

Методика контроля по:

Оценка качества по:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Схема проведения контроля:</td><td>1. Средства, приборы и параметры контроля:
- Дефектоскоп
- Толщиномер
- ПЭП
- СО,СОП
- Условная чувствит. Sэкв.
- Шаг сканирования
- Контактная жидкость
- Измерительная линейка
2. Требования к поверхности контролируемого изделия
- Шероховатость
- Зона зачистки</td></tr>
<tr><td colspan="3">3. Операции контроля:
3.1. Визуальный контроль наружной поверхности:

3.2. Настройка оборудования:

3.3. Проведение контроля:

3.4. Оценка качества:</td></tr>
<tr><td colspan="3">4. Заключительные операции:
- очистка средств и приборов НК от смазки, и др. загрязнений
- оформление результатов контроля</td></tr>
<tr><td colspan="3">Утвердил: Разработал:</td></tr>
</table>

Рисунок К.1 – Образец карты контроля

Приложение Л
(обязательное)
Инструкция по магнитопорошковому контролю при техническом контроле КРК и лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин

Л.1 Общие положения и нормы оценки качества

Л.1.1 Общие положения

Магнитопорошковая дефектоскопия (МК) сварных соединений, основного металла и наплавок при контроле состояния металла КРК и лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин во время ремонтов производится в соответствии с ГОСТ 21105.

Для обнаружения поверхностных дефектов МК и ПВК являются взаимозаменяемыми методами контроля. Выбор метода контроля зависит от условий проведения контроля (магнитные свойства контролируемого металла, подготовка поверхности, температура и влажность окружающего воздуха).

Л.1.2 Нормы оценки качества

Нормы качества при проведении МК соответствуют нормам качества при проведении ПВК.

Л.2 Подготовка к контролю

С поверхности зоны контроля удаляют масло, шлак, коррозию, окалину, краску. Поверхность не должна иметь вмятин, неровностей, забоев, сильно корродированная поверхность должна подвергаться механической обработке для получения ровной и гладкой поверхности. При использовании водной суспензии производят обезжиривание.

Шероховатость поверхности должна быть не более Ra 10 (Rz 63) по ГОСТ 2789.

Л.3 Методика выполнения контроля.

Перед началом контроля необходимо составить карту контроля в соответствии с типоразмером изделия согласно пункту Л.6 данного приложения.

Проводят разметку изделия в соответствии с картой контроля.

Магнитный индикатор на объект контроля наносят в сухом виде или в виде магнитной суспензии.

При контроле используется продольное (полюсное) намагничивание с помощью соленоидов, электромагнитов или устройств на постоянных магнитах. Для выявления дефектов различного направления объекты контролируют, намагничивая их в двух или более направлениях. При проведении МК применяют два способа контроля:

- способ остаточной намагниченности (СОН);
- способ приложенного поля (СПП).

При контроле СПП суспензию наносят перед включением устройства, а заканчивают до выключения намагничивающего устройства.

При контроле СОН магнитный индикатор наносят после снятия намагничивающего поля.

Для контроля в сложных условиях (потолочное, вертикальное) рекомендуется использовать суспензию в аэрозольных баллонах.

В зависимости от характера контролируемого изделия и средств контроля, необходимо руководствоваться методическими рекомендациями [8].

Л.4 Оформление результатов контроля

По результатам контроля составляется заключение, в котором должны быть приведены:

- наименование контролируемого изделия;
- номер на схеме;
- тип дефектоскопа и дата поверки;
- магнитный индикатор;
- способ контроля;
- схема намагничивания;
- напряженность приложенного поля;
- схема дефектных участков с их координатами;
- оценка качества объекта в соответствии с нормами, указанными в настоящем стандарте;
- дата проведения контроля.

Заключение по результатам контроля регистрируется в журнале учета.

Заключение подписывают начальник лаборатории и проводивший контроль специалист, с указанием номера удостоверения и срока действия.

Л.5 Требования безопасности

К выполнению работ по контролю методом МК допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасности, действующим на предприятии, и обязательный медицинский осмотр.

Перед проведением дефектоскопии на высоте, в труднодоступных местах или внутри металлоконструкций дефектоскопист должен пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности работы в этих условиях.

При работе с дефектоскопами переменного тока подключение дефектоскопа к сети производит электротехнический персонал предприятия-заказчика.

Дефектоскопы с сетевым питанием, относящиеся к первому классу, должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 2,5 мм^2 и иметь исправную цепь заземления.

При организации работ должны соблюдаться правила пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

Л.6 Образец карты контроля

Образец карты контроля приведён на рисунке Л.1.

<table>
<tr><td colspan="3">Карта магнитопорошкового контроля № _____</td></tr>
<tr><td colspan="2">Наименование объекта контроля</td><td>Объем контроля</td></tr>
<tr><td>Типоразмер:

Материал:

Чертеж №</td><td colspan="2">Состояние контролируемой поверхности:

Шероховатость поверхности:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Схема проведения контроля:</td><td>Тип дефектоскопа:

Дата поверки дефектоскопа:

Магнитный индикатор:

Способ контроля:

Схема намагничивания:

Напряженность приложенного поля:</td><td>Дополнительные средства контроля:</td></tr>
<tr><td colspan="2">НТД по проведению контроля:

НТД по оценке качества:

Недопустимые дефекты (схема дефектных участков с их координатами)</td></tr>
<tr><td colspan="3">Операции контроля:
– визуальный контроль наружной поверхности;
– подготовительные операции, настройка оборудования;
– проведение контроля.
Оценка результатов контроля (оценка качества).
Заключительные операции:
– очистка средств и приборов НК от загрязнений;
– оформление результатов контроля.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Утвердил: Разработал:</td></tr>
</table>

Рисунок Л.1 – Образец карты контроля

Приложение М
(обязательное)
Инструкция по измерению твердости металла при техническом контроле лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин

М.1 Общие положения и нормы оценки качества

М.1.1 Общие положения

Контроль проводится для определения качества сварных соединений, основного металла и наплавок при контроле состояния металла лопастей рабочих колес ПЛ- и РО-гидротурбин во время ремонтов, в соответствии с ГОСТ 22761, ГОСТ 2789, ГОСТ 8.398 и руководством по эксплуатации прибора.

М.1.2 Нормы оценки качества

Результаты замеров твердости основного металла, сварных соединений и ремонтных заварок должны соответствовать требованиям конструкторской документации, а также нормативным документам, регламентирующим твердость испытуемых материалов.

М.2 Подготовка к контролю

С поверхности контроля удаляют масло, шлак, коррозию, окалину, краску. Поверхность не должна иметь вмятин, неровностей, забоев, сильно корродированная поверхность должна подвергаться механической обработке для получения ровной и гладкой поверхности. В соответствии с программой обследования подготавливаются участки поверхности изделия размером не менее 100×100 мм, шероховатость поверхности должна быть не более Ra=0,32 мкм. При подготовке участков необходимо избегать их нагрева и наклепа. Для выбора способа измерения твердости (динамический, статический) необходимо знать марку стали изделия и типоразмер.

М.3 Методика выполнения контроля

Перед началом контроля необходимо составить карту контроля в соответствии с программой.

На каждой из подготовленных площадок проводится не менее пяти замеров твердости (разница между максимальным и минимальным значениями НВ должна соответствовать данным, указанным в паспорте прибора). В протоколе указывается среднее значение.

М.4 Оформление результатов контроля

По результатам контроля составляется протокол, в котором должны быть указаны:

- наименование контролируемого изделия;
- схема проконтролированных участков с их координатами;
- тип прибор и дата поверки;
- результаты замеров;
- используемые меры твердости с указанием даты поверки;
- дата проведения контроля.

Протокол по результатам контроля регистрируется в журнале учета.

Протокол подписывают начальник лаборатории и проводивший контроль специалист.

М.5 Требования безопасности

К выполнению работ по контролю методом измерения твердости допускаются лица, прошедшие инструктаж по правилам безопасности, действующим на предприятии, и обязательный медицинский осмотр.

Перед проведением измерений на высоте, в труднодоступных местах или внутри металлоконструкций специалист, проводящий контроль, должен пройти дополнительный инструктаж по технике безопасности работы в этих условиях.

При организации работ должны соблюдаться правила пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

М.6 Образец карты контроля

Образец карты контроля приведён на рисунке М.1.

<table>
<tr><td colspan="3">Карта контроля по измерению твердости металла № _____</td></tr>
<tr><td colspan="2">Типоразмер:

Материал:

Чертеж №</td><td>Объем контроля:

Методика контроля по:

Оценка качества по:</td></tr>
<tr><td colspan="2">Схема проведения контроля:</td><td>Способ измерения твердости (динамический, статический):

Средства, приборы и параметры контроля:
– тип твердомера
– дата поверки твердомера
– используемые меры твердости (с указанием даты поверки)

Требования к поверхности контролируемого изделия:
– зона зачистки
– шероховатость</td></tr>
<tr><td colspan="3">Операции контроля:
- визуальный контроль наружной поверхности;
- подготовительные операции, настройка оборудования;
- проведение контроля.
Оценка результатов контроля (оценка качества).
Заключительные операции:
- очистка средств и приборов НК от загрязнений;
- оформление результатов контроля.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Утвердил:</td><td>Разработал:</td></tr>
</table>

Рисунок М.1 – Образец карты контроля

Приложение Н
(обязательное)
Проведение гидравлических испытаний камеры рабочего колеса. Технологическая инструкция

Настоящая технологическая инструкция распространяется на технологический процесс подготовки камеры рабочего колеса и проведения гидравлических испытаний КРК.

Н.1 Общие положения

Любые изменения в технологическом процессе, обусловленные конкретными эксплуатационными условиями, должны быть согласованы с предприятием-разработчиком.

Технологические оборудование, оснастка и приборы, применяемые при гидравлических испытаниях КРК, должны быть аттестованы и допущены к эксплуатации в соответствии с ГОСТ 12.2.003.

Н.2 Подготовка камеры рабочего колеса для проведения работ по гидравлическим испытаниям облицовки КРК

Местоположение заоблицовочных полостей, подлежащих заполнению жидкостью, определяется по результатам предварительного обследования КРК (простукиванием, неразрушающими методами ультразвукового контроля и т. п.) и отмечается мелом на поверхности облицовки, а также фиксируется на формуляре состояния закладных частей гидроагрегата.

В пределах оконтуренной пустоты в облицовке высверливаются дренажные отверстия. На каждую оконтуренную полость должно быть не менее двух диагонально расположенных отверстий: в нижней и в верхней частях полости (см. рисунок Н.1). Дренажные отверстия оборудуют резьбовыми штуцерами внутренним диаметром от 15 до 25 мм.

Для обеспечения возможности герметизации дренажных отверстий на различных стадиях проведения гидравлических испытаний КРК и ремонтно-восстановительных работ, изготавливается соответствующее количество резьбовых пробок (рисунок Н.2).

Н.3 Оборудование для проведения работ по гидравлическим испытаниям облицовки КРК

Для проведения работ по гидравлическим испытаниям облицовки КРК используется следующее (или аналогичное) оборудование:

- центробежный насос, обеспечивающий напор в диапазоне от 15 до 40 м в.ст. и расход в диапазоне от 1,5 до 6,0 $м^3$/час (для обеспечения возможности использования этого же оборудования при проведении операций очистки заоблицовочных полостей рекомендуется использовать насосы, предназначенные для работы с химически активными жидкостями – маркировки типа КС, П);

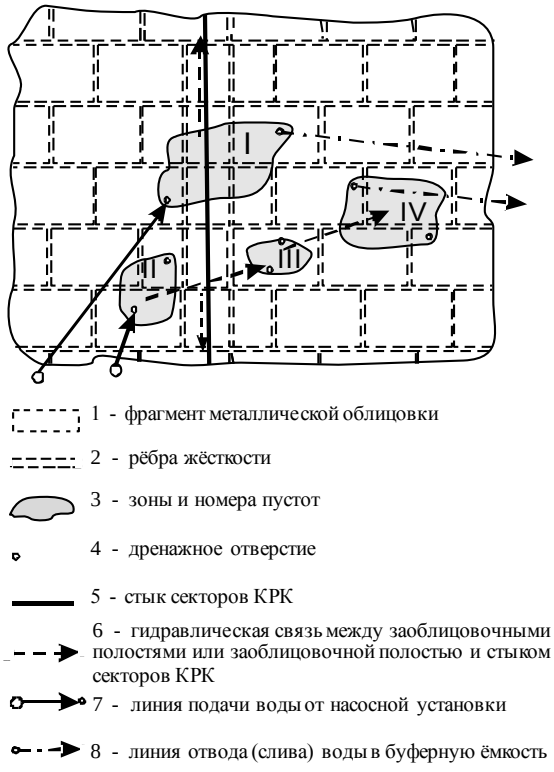
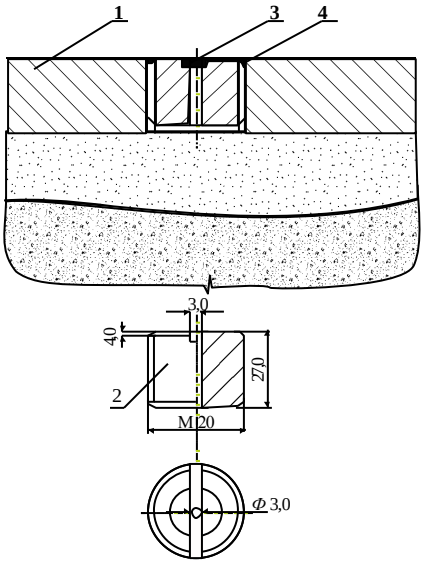


Рисунок Н.1 - Исполнительная схема выявления гидравлической связи



1 - металлическая облицовка

2 - пробка

3 - заделка паза и центрального отверстия пробки сваркой

4 - сварка по контуру отверстия с последующей зачисткой сварного шва

Рисунок Н.2 - Ликвидация дренажных отверстий в облицовке

- сливной бак (буферная емкость) с минимальным объемом от 70 до 80 литров;
- шланги с внутренним диаметром от 20 до 25 мм, выполненные из материала, пригодного для работы под давлением, создаваемым используемым насосом при его работе на закрытую задвижку;
- задвижки Ду25 (шаровые или конусные краны) для установки на нагнетательной и сливной магистралях;
- средства двусторонней связи (телефоны, радиосвязь).

Н.4 Порядок проведения работ по гидравлическим испытаниям КРК

1. Устанавливают насосную установку и сливной бак (буферную емкость). Рекомендуется установка на отметке входа в шахту турбины.

2. С помощью нагнетательного насоса по напорной магистрали подают в заоблицовочную полость воду, которая по сливной магистрали отбирается в буферную емкость (см. рисунок Н.3). В случае выявления гидравлической связи занапоренной полости с соседними полостями (см. рисунок Н.1), сообщающиеся отверстия и пустоты отмечают на формуляре состояния закладных частей гидроагрегата. Для обеспечения возможности одновременного заполнения водой (занапоривания) гидравлически связанных пустот, пустоты объединяют с помощью установки переходных шлангов или (и) заглушек – окончательное решение о схеме соединения гидравлически связанных пустот принимают на основании фактических данных об их геометрических размерах и местоположении.

3. Выявленные в результате гидравлического испытания трещины и свищи в металле облицовки подлежат качественной разделке и заварке электродной массой. После проведения сварочных работ гидравлические испытания должны быть повторены для проверки качества сварки и отсутствия незафиксированных ранее дефектов.

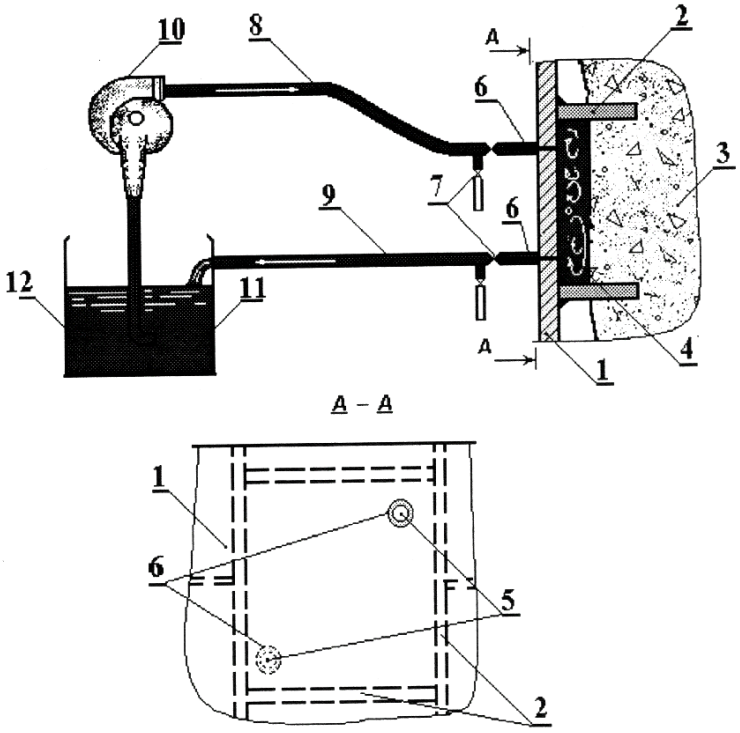
4. На основании гидравлических испытаний КРК делают оценки объемов и площади поверхностей заоблицовочных полостей, необходимые для расчета объемов расходных материалов на последующих стадиях производства ремонтно-восстановительных работ.

Н.5 Требования безопасности.

На основании требований, изложенных в [10], должны быть разработаны и утверждены руководством предприятия, на котором производятся работы, инструкции по технике безопасности.

Рабочие, занятые гидравлическими испытаниями облицовки КРК, должны быть обеспечены спецодеждой и индивидуальными средствами защиты, а также должны быть обеспечены средствами связи (радиотелефоны, радиостанции), обеспечивающими качественную связь между местом расположения насосной установки и местом проведения работ в КРК.

К работам по гидравлическим испытаниям облицовки КРК допускаются лица, достигшие 18 летнего возраста, имеющие право эксплуатации насосных установок, прошедшие медицинский осмотр и инструктаж по технике безопасности.



1 - облицовка
2 - рёбра жёсткости
3 - бетон
4 - заоблицовочная пустота
5 - дренажное отверстие
6 - штуцер
7 - кран-задвижка
8 - напорный шланг
9 - сливной шланг
10 - насос
11 - буферная ёмкость
12 - вода

Рисунок Н.3 – Проведение гидравлических испытаний КРК

Приложение П
(обязательное)
Основные положения и рекомендации по проведению инструментального контроля металла КРК

П.1 Основные инструментальные методы контроля металла КРК

Основными инструментальными методами обследования КРК являются:

- ультразвуковая толщинометрия для оценки коррозионного, механического и абразивного износа металла (ГОСТ 28702);
- ультразвуковая дефектоскопия для выявления скрытых дефектов в металле и сварных швах (для сварных КРК) (ГОСТ 23667);
- магнитные измерения коэрцитивной силы (МКС) для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) стальных конструкций (методика, изложенная в Руководстве по эксплуатации прибора КРМ-Ц-К2М).

Для УЗК (толщиметрии и дефектоскопии) эхо и зеркально-теневым методами на достоверность и точность результатов при проведении контроля металлической облицовки КРК большое влияние оказывает:

- качество подготовки поверхности, через которую будут вводиться ультразвуковые волны;
- правильный выбор контактной жидкости для обеспечения надежного контакта между ультразвуковым преобразователем и металлом КРК;
- правильный выбор частоты вводимых ультразвуковых волн (и, соответственно, частоты преобразователей) и типа преобразователей (прямой совмещенный, прямой раздельно-совмещенный, наклонный);
- правильная настройка чувствительности приборов.

Качество подготовки поверхности ввода ультразвуковых сигналов должно обеспечить максимальное прохождение сигналов. Для этого поверхность освобождают от неплотно прилегающих наслоений (ржавчина, отстающее защитное покрытие) и сглаживают неровности для обеспечения стабильного акустического контакта. Подготовку поверхности проводят вручную (шабером, металлической щеткой, наждачной бумагой) или механическим способом (шлифовальной машиной), добиваясь, чтобы параметр шероховатости поверхности по высоте неровностей Rz был не более 50 мкм.

Толщинометрия, осуществляемая приборами, использующими электромагнитно-акустический (ЭМА) способ возбуждения и приема сдвиговых колебаний в токопроводящем материале через воздушный зазор или непроводящее покрытие (краска, пленка, загрязнения, коррозия металла и т.д.), позволяют измерять толщину материала от 2 мм до 200 мм (для стали) без зачистки поверхности и без применения контактной жидкости, что является актуальным в условиях обследования металлоконструкций гидротехнических сооружений.

Под МКС понимается неразрушающий контроль механических свойств (оценка степени напряженно-деформированного состояния и степени усталости ферромагнитного материала стальных металлоконструкций по измерениям магнитной характеристики металла – коэрцитивной силы).

При реализации данного метода используется свойство металла, обусловленное наличием корреляции между магнитными свойствами металла, а именно – величины коэрцитивной силы, от степени деградации металла (зарождение, развитие и накопления микроповреждений в структуре металла)

В реальных условиях эксплуатации металл подвергается, как правило, сложному двух-трехосному нагружению в сочетании с набором факторов деградации, ускоряющих зарождение, развитие и накопление микроповреждений. В случае металлоконструкций КРК это нагружение является совокупностью статического (постоянного гравитационного и медленно меняющегося гидростатического) нагружения и циклического (с разными частотами и амплитудами, включая вибрацию и гидродинамические силы), При всем множестве причин для деградации металла срабатывает важное упрощающее природное свойство коэрцитивной силы, суммирующее это сложное многообразие, состоящее в том, что величина коэрцитивной силы металла непрерывно и заметно, в разы, растет от начального значения, пока металл проходит стадии от состояния поставки до его конечного состояния – разрушения. Начальное и конечное значения коэрцитивной силы у каждой марки металла – это свои характерные константы. Конечное значение при этом не зависит от того, сколько и каких эксплуатационных факторов привели металл к разрушению. Эти две величины коэрцитивной силы – в начальном состоянии (поставки) и в состоянии предразрушения – такие же значимые параметры для каждой марки стали, как, например, предел прочности и предел текучести.

При проведении обследования металла КРК для измерения коэрцитивной силы можно использовать, например, прибор – структуроскоп КРМ-Ц-К2М. Его отличительной особенностью является малая зависимость точности измерения прибором от зазора, возникающего при установке датчика прибора на исследуемую поверхность, т.е. показания прибора зависят только от свойств металла и не зависят от таких мешающих факторов, как защитное покрытие (краска, пленка, коррозия, загрязнения, шероховатость, кривизна поверхности и т.д.). Допустимый зазор между датчиком прибора и контролируемым металлом – до 6 мм.

П.2 Инструментальный контроль металла КРК из литых обечаек

Для ультразвуковой толщинометрии металла КРК, состоящего из литых обечаек с толщиной основного металла более 50 мм и большим разбросом по толщине (от 70 до 40 мм) частота ультразвуковых волн должна быть не более 2,5 МГц (2,5; 1,8; 1,25).

Донная (обращенная к штрабному бетону) поверхность металла КРК из обычной углеродистой стали, как правило, сильно корродирована, что ослабляет отраженный сигнал. Величина ослабления нестабильна, поэтому рекомендуется настройку чувствительности проводить непосредственно на КРК.

При толщинометрии металла КРК с использованием дефектоскопа следует применять прямые раздельно-совмещенные преобразователи.

При использовании этого ультразвукового метода поверхность обследуемого металла должна быть тщательно подготовлена.

При применении для обследования приборов, использующих электромагнитно-акустический (ЭМА) способ возбуждения и приема сдвиговых колебаний, подготовку поверхности можно не проводить.

Проводить толщинометрию и дефектоскопию на участках с наплавкой (особенно отремонтируемой) проблематично.

П.3 Инструментальный контроль металла КРК из сварных обечаек

Для сварных КРК с толщиной металла до 40 мм, с относительно гладкой поверхностью и отсутствием ржавчины при толщинометрии следует использовать преобразователи ультразвуковых волн на частоту 5 МГц (10 МГц), которые дают более точный результат, а при дефектоскопии позволяют выявить более мелкие дефекты.

При толщинометрии металла с использованием дефектоскопа следует применять прямые раздельно-совмещенные преобразователи, при дефектоскопии возможно использование как прямых, так и наклонных преобразователей.

Контроль сварных соединений КРК следует проводить в соответствии с ГОСТ 14782. Применение ультразвука в целях дефектоскопии сварных швов в обечайках КРК ограничено условиями одностороннего доступа. На практике наиболее часто встречаются следующие схемы сварных соединений:

- стыковые сварные соединения – доступ контроля со стороны сварки;
- тавровые соединения (сварка металла облицовки с ребром жёсткости) – контроль сварки осуществляется «вслепую» со стороны листа;
- сварка двух листов облицовки на ребре жёсткости – доступ контроля со стороны сварки.

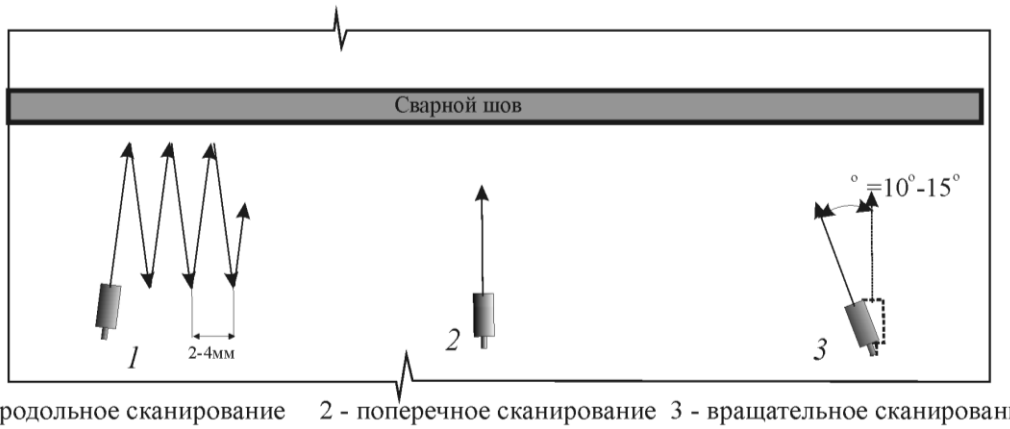
Стыковые сварные соединения контролируют эхо-методом с преобразователем, включённым по совмещённой схеме. При этом, для контроля швов толщиной от 10 до 50 мм используют преобразователи с частотой УЗ сигнала 2,5 МГц, размером пьезопластины от 12 до 15 мм и углом наклона от 40^0 до 50^o. Схемы и траектории сканирования выбирается в каждом конкретном случае исходя из условий доступа и могут быть следующими (рисунок П.1):

- продольное сканирование;
- поперечное сканирование;
- поперечно-продольное сканирование;
- продольно-поперечное сканирование ;
- вращательное сканирование в горизонтальной плоскости.

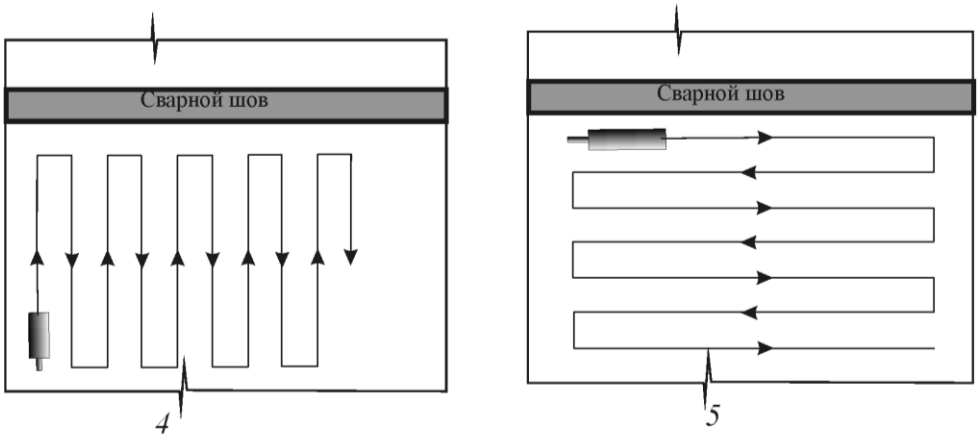
Основные дефекты стыковых сварных соединений: поры, шлаковые включения, непровары, трещины.

Для контроля корня шва и выявления трещин и непроваров в этой зоне шва применяются зеркально-теневой, эхо-зеркальный и эхо методы (рисунок П.2).

Стыковые сварные соединения на ребре жёсткости контролируются по схемам, показанным на рисунке П.2. При выравнивании шва шлифмашиной непровар между корнем шва и ребром жёсткости контролируется эхо-методом с вводом продольных волн прямой головкой. Тавровые сварные соединения контролируются с поверхности металла облицовки: эхо-методом с вводом продольных волн прямой головкой – для определения непроваров ребра жёсткости и металла облицовки и эхо-зеркальным методом – для оценки качества шва.



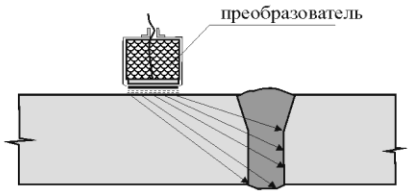
1 - продольное сканирование 2 - поперечное сканирование 3 - вращательное сканирование



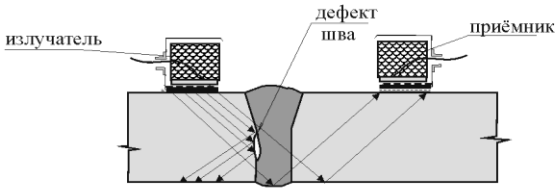
4 - поперечно-продольное сканирование 5 - продольно-поперечное сканирование

Рисунок П.1 – Схемы и траектории сканирования сварных швов

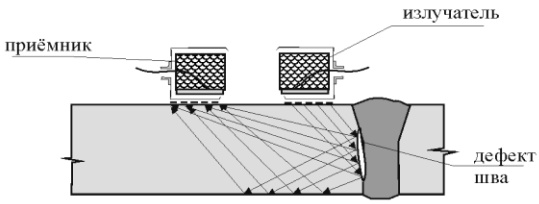
1 Стыковое сварное соединение



контроль эхо-методом

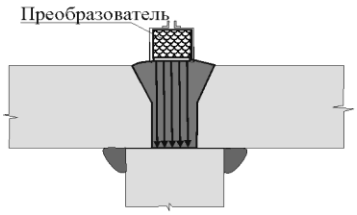


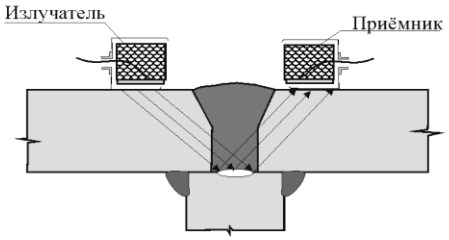
контроль зеркально-теневым -методом

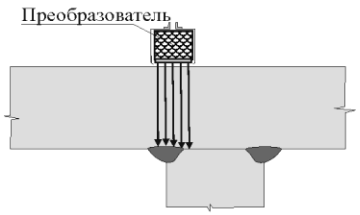


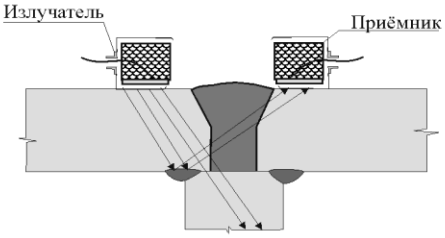
контроль эхо- зеркальным методом

2 стыковое сварное соединение на ребре жёсткости









Контроль эхо-методом *Контроль зеркально-теневым методом*

Рисунок П.2 – Схемы контроля сварных соединений элементов КРК

Приложение Р
(обязательное)
Методики лабораторных исследований физико-механических свойств металла

Р.1 Методика определения механических свойств гидротурбинных сталей

Р.1.2 Общие сведения

При решении вопросов об оценке работоспособности и продлении ресурса рабочих колес и камер гидротурбин необходимы фактические данные о механических характеристиках гидротурбинных сталей. Механические характеристики необходимы для определения состояния материала, а также при оценке изменения характеристик сопротивления усталости.

Основные положения определения механических характеристик металлов при статическом растяжении регламентирует ГОСТ 1497.

Образцы для испытаний вырезают непосредственно из контролируемого элемента конструкции. Вырезку заготовок для образцов рекомендуется выполнять на металлорежущих станках. Допускается вырезать заготовки кислородной, плазменной, анодно-механической и другими методами резки. При кислородной вырезке заготовок их размеры определяют с учетом припуска на последующую механическую обработку, обеспечивающую отсутствие металла, подвергшегося термическому влиянию при резке в рабочей части образцов.

При изготовлении образцов необходимо принимать меры, исключающие возможность изменения свойств металла в результате нагрева или наклепа, возникающих при механической обработке.

При определении механических свойств материала используют плоские или цилиндрические образцы. Предпочтение следует отдавать цилиндрическим образцам, поскольку они позволят снизить погрешности, связанные с возможным внецентренным растяжением образцов. Обычно используют цилиндрические пятикратные образца типа III диаметром 6 или 3 мм в рабочей части. Чертеж образца и его размеры представлены на рисунке Р.1 и в таблице Р.1.

По результатам испытаний определяют:

- условный предел текучести $\sigma_{0,2}$ – напряжение, при котором остаточное удлинение достигает 0,2% длины участка образца на его рабочей части, удлинение которого принимается в расчет при определении указанной характеристики;
- временное сопротивление (предел прочности) $\sigma_в$ – напряжение, соответствующее максимальной нагрузки P_{max}, предшествующей разрыву образца;
- относительное удлинение после разрыва δ – отношение приращения расчетной длины образца (l_k - l_0) после разрушения к начальной расчетной длине l_0, выраженное в процентах;
- относительное сужение после разрыва φ – отношение разности начальной площади F_0 и минимальной площади F_k поперечного сечения образца после разрушения к начальной площади поперечного сечения образца F_0, выраженное в процентах (при определении φ цилиндрического образца после разрыва измеряют минимальный диаметр d_k в двух взаимно перпендикулярных направлениях).

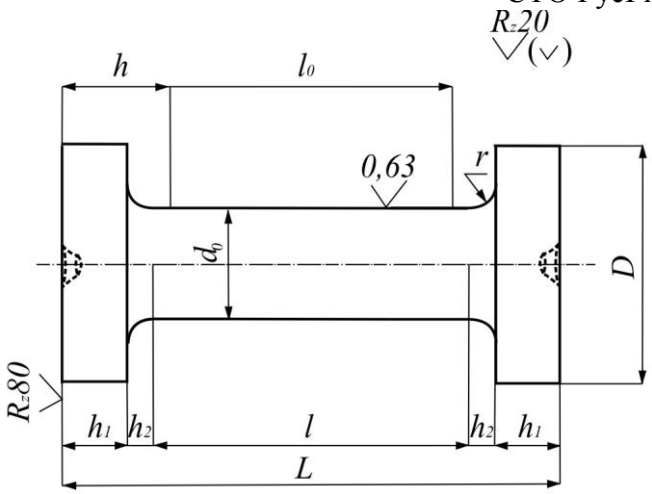


Рисунок Р.1 – Образец для определения механических характеристик гидротурбинных сталей

Т а б л и ц а Р.1 − Размеры цилиндрических образцов типа III

Номер образца	d_0, мм	D, мм	h_1, мм	h_2, мм	r, мм	L, мм	h, мм	Центровые отверстия
5	3	7	7	2,0	1,5	36	10,5	А1 ГОСТ 14034-74
6	6	12	10	2,5	1,5	61	15,5	А1,6 ГОСТ 14034-74

Р.1.2 Условия проведения испытаний и оценка их результатов

Образцы, имеющие отступления от чертежных размеров по чистоте обработки, а также механические повреждения в рабочей части, к испытаниям не допускают и заменяют таким же числом новых образцов.

Если нет других указаний, то испытания проводят не менее, чем на трех образцах.

Результаты по всем видам испытаний определяют как среднее арифметическое результатов, полученных при испытании всех образцов.

Результаты испытаний не учитывают:

− при разрыве образца в захватах испытательной машины или за пределами расчетной длины образца (при определении относительного удлинения δ);

− при разрыве образца по дефектам металлургического производства и получении при этом неудовлетворительных результатов испытаний (для металла в катаном состоянии).

Протокол испытаний должен содержать: марку металла, вид термической обработки (если она выполнялась), индекс образца (по клейму), тип образца, место его отбора, результаты испытаний всех образцов, наличие дефектов в изломе образца.

Р.2 Методика проведения испытаний на циклическую трещиностойкость

Р.2.1 Общие сведения.

Испытания на циклическую трещиностойкость и определение характеристик циклической трещиностойкости проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 25.506. Этот документ распространяется на металлические материалы и устанавливает методы определения скорости роста трещин и характеристик трещиностойкости материала при регулярном циклическом нагружении по простому закону.

Методические указания разработаны для следующих случаев:

- образец, в целом, линейно-упругий, за исключением пластических зон у фронта трещины, малых по сравнению с размерами образца;
- размеры трещины на порядок и более превосходят характерные размеры микроструктуры материала и пластических зон у ее фронта;
- усталостная трещина развивается как трещина отрыва по модели I согласно ГОСТ 25.506;
- распространение трещины определяется локальным напряженно-деформированным состоянием в ее вершине;
- рассматривается установившаяся скорость роста трещин, исключая переходные процессы.

Испытания по определению скорости роста усталостных трещин и характеристик циклической трещиностойкости материала состоят в последовательном измерении, при заданных параметрах цикла нагружения, длины и/или глубины трещины и соответствующих чисел циклов нагружения или времени. На основании полученных данных:

- определяют скорость роста усталостных трещин как средний прирост длины трещины за один цикл нагружения;
- строят кинетическую диаграмму усталостного разрушения в координатах «скорость роста усталостных трещин *dl/dN* – коэффициент интенсивности напряжений (ΔK или K_{max})»;
- определяют характеристики циклической трещиностойкости материала.

Основные испытания, служащие для получения исходных данных о сопротивлении материала развитию трещины при циклическом нагружении, выполняют при атмосферном давлении, в воздухе с относительной влажностью 40-60% и не содержащем активных по отношению к испытываемому материалу примесей, при коэффициенте асимметрии цикла R = 0 – 0,1, частоте нагружения f = 10-20 Гц, синусоидальной форме цикла и температуре 17 – 23°С.

Р.2.2 Оборудование и образцы

Испытания на циклическую трещиностойкость проводят на испытательных машинах, обеспечивающих необходимую точность установления, поддержания и измерения нагрузки согласно ГОСТ 25.502. Испытания можно проводить как на электрогидравлических, так и на электромеханических машинах. Приспособления для крепления и нагружения образцов, различные типы которых приведены в -Приложении 6 ГОСТ 25.506, должны обеспечить реализацию заданной схемы нагружения, центровку образца, а также прочность образца в зоне приложения нагрузки. В связи с этим большим преимуществом обладают машины с гидравлическими захватами, не требующими для большинства образцов дополнительного изготовления приспособлений для крепления.

Для испытаний применяют образцы, форма и размеры которых приведены в ГОСТ 25.506. Наиболее часто применяют компактные прямоугольные образцы с боковой трещиной для испытаний на внецентренное растяжение, а также прямоугольные образцы с центральной или боковой трещиной для испытаний на осевое растяжение.

Надрезы на образцах обеспечивают заданное расположение и ориентацию начальной трещины, а также уменьшают время и нагрузку, необходимые для ее зарождения, поэтому их делают как можно более узкими и острыми. При вырезке и изготовлении образцов необходимо обеспечить минимальные наклеп и уровень

остаточных напряжений. Изменения микроструктуры и фазового состава не допускаются. Эти требования в первую очередь относятся к зонам образцов, по которым ожидается прохождение трещины. Минимальное повреждающее влияние оказывает изготовление надрезов электроэрозионным способом.

Для визуального наблюдения за распространением трещины и определением ее длины образцы в исследуемых зонах подвергаются полировке. Длина трещины измеряется с двух сторон образца с помощью оптических микроскопов.

Формулы для определения коэффициентов интенсивности напряжений с учетом схемы нагружения и вида образцов приведены в ГОСТ 25.506.

Р.2.3 Построение кинетической диаграммы усталостного разрушения и определение характеристик циклической трещиностойкости

По заданию параметров нагружения испытания разделяют на проводимые с изменяющимся значением ΔK (при P = const) и на проводимые с постоянным значением ΔK (при изменяющемся значении усилия P). Первые являются основным видом испытаний, при котором за счет увеличения длины трещины при P = const наблюдается постоянное повышение значений ΔK. К этим испытаниям относятся и испытания в припороговой области, когда для достижения низких значений скоростей РУТ с целью постепенного уменьшения коэффициента интенсивности усилие P уменьшают ступенями или непрерывно.

В этом случае, когда необходимо работать при скоростях роста усталостных трещин менее 10^{-8} м/цикл, первоначально задают значение ΔK, соответствующее примерно скорости РУТ = 10^{-8} м/цикл или несколько выше. Затем нагрузку уменьшают ступенями: в диапазоне скоростей роста трещин $10^{-8} \div 10^{-9}$ м/цикл – на 10 ÷ 20%, в диапазоне $10^{-9} \div 10^{-10}$ м/цикл – на 5 ÷ 10% (в обоих случаях более плавное понижение нагрузки предпочтительнее).

Кинетическую диаграмму строят по результатам испытаний на циклическую трещиностойкость в координатах: dl/dN – ΔK ($K_{\max}$). Как правило, используют координаты dl/dN – ΔK, по $K_{\max}$ строят, в основном, при знакопеременном цикле нагружения. По оси абсцисс и по оси ординат откладывают, соответственно, значения ΔK и dl/dN в логарифмических координатах. В процессе испытания задают значения ΔK , определяемое по формулам расчета для коэффициентов интенсивности с учетом величины нагрузки, коэффициента формы и размеров испытуемого образца. Значение скорости распространения трещины определяют делением разности двух последовательных замеров длин трещин на количество циклов, за которое получен этот подрост трещины. Полученное значение скорости роста трещины относят к среднему значению длины трещины, которое определяют как сумму среднего значения последнего подроста длины трещины и предыдущего значения длины трещины:

$$dl/dN = (l_{i+1} - l_i) / (N_{i+1} - N_i) \quad \text{(Р.1)}$$

$$l_{i+1} = l_i + (l_{i+1} - l_i) / 2. \quad \text{(Р.2)}$$

На кинетическую диаграмму усталостного разрушения (КДУР) наносят значения ΔK и соответствующие им значения dl/dN. Типичная КДУР, построенная в полном объеме в логарифмических координатах, представляет собой S-образную кривую, ограниченную двумя асимптотами: слева K_{th} (ΔK_{th}), справа – K_{fc}.. КДУР состоит из 3-х участков: 1-го – на котором трещина развивается с низкой скоростью, 2-го – среднего участка, на котором

зависимость dl/dN от ΔK (K_{max}) в логарифмических координатах аппроксимируется прямой линией, и 3-го – высокоскоростного участка.

Линейный участок ограничен значениями $\Delta K_{1\text{-}2}$ и $\Delta K_{2\text{-}3}$, которые определяют начало и конец среднего участка КДУР. На линейном участке скорость роста трещин определяется зависимостью

$$dl/dN = C \cdot \Delta K^n \qquad (Р.3)$$

Сопротивление материала развитию усталостных трещин на основе полученных КДУР определяют характеристики циклической трещиностойкости. Ими являются параметры кривой скорости роста усталостных трещин: C и n – коэффициенты уравнения (Р.3); ΔK_{th} – пороговый коэффициент интенсивности напряжений; ΔK_{fc} – циклический критический коэффициент интенсивности напряжений для образца данной толщины или ΔK_{1fc} – циклический критический коэффициент интенсивности напряжений при предельном стеснении пластической деформации. Так как для рабочих колес и камер гидротурбин характерно большое количество циклов нагружения (до 10^9 циклов), то наибольший интерес представляют 1-ый и 2-ой участки кинетической диаграммы.

Расчеты на усталостную прочность лопастей гидротурбин регламентируются нормативными документами [11, 12].

В [11, 12] для ряда гидротурбинных сталей приведены уравнения кривых коррозионной усталости. Они получены на основании результатов испытаний небольшого числа образцов на ограниченной базе нагружения ($N = 5 \cdot 10^7$ циклов). В качестве уравнения кривой усталости принято степенное соотношение $\sigma = aN^{-b}$.

Прогнозирование характеристик сопротивления усталостному разрушению на основании указанных кривых не позволяет сделать надежных заключений о достоверности усталостных характеристиках в области, соответствующей проектному ресурсу ($N = 10^9$ и более циклов). Поэтому обоснование долговечности рабочих колес гидротурбин в соответствии с документами [11, 12] не отвечает современным требованиям обеспечения гарантированной безопасности и надежности конструкций.

Метод построения кривых усталости в коррозионной среде (воде) на больших базах нагружения ($N = 10^9 – 10^{10}$ циклов) (ОАО НПО «ЦНИИТМАШ») базируется на уточненных подходах линейной механики разрушения, адекватно описывающих развитие больших и малых усталостных трещин. Принимается, что материал содержит исходные дефекты, а его характеристики сопротивления усталостному разрушению определяются кинетикой развития наиболее опасного из этих дефектов. Исходные дефекты материала, представляемые в виде начальных трещин протяженностью l_0, определяются на основании усталостных испытаний гладких образцов и кинетической диаграммы усталостного разрушения, устанавливающей связь между коэффициентом интенсивности напряжений K_1 и скоростью развития усталостной трещины.

Библиография

[1] РД 34.11.101-96 Планирование работ по метрологическому обеспечению в отрасли «Электроэнергетика». Организация и порядок проведения

[2] РД 34.11.115-97 Положение о системе калибровки средств измерений в электроэнергетике

[3] ПБ 03-372-00 Правила аттестации и основные требования к лабораториям неразрушающего контроля (утверждены постановлением Федерального горного и промышленного надзора России от 02.06.2000 № 29)

[4] ПБ 03-440-02 Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 23.01.2002 № 3)

[5] РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю (утверждены постановлением Госгортехнадзора РФ от 11.06.2003 № 92)

[6] РД 13-06-2006 Методические рекомендации о порядке проведения капиллярного контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах

[7] РД-13-03-2006 Методические рекомендации о порядке проведения вихретокового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах

[8] РД-13-05-2006 Методические рекомендации о порядке проведения магнитопорошкового контроля технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах

[9] РД 34.15.027-89 Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций (РТМ-1С-93)

[10] РД 153-34.2-31.604-2002 Рекомендации по ремонту и реконструкции камер колес гидроагрегатов с целью повышения их эксплуатационной надежности

[11] РД 24.122.14-89. Методы расчёта на прочность рабочих колёс гидравлических радиально-осевых турбин.

[12] РД 24.122.15-89. Методы расчёта на усталостную прочность лопастей гидравлических поворотно-лопастных турбин.

*

обозначение стандарта

УДК _____ ОКС _____

* *

код продукции

Ключевые слова: гидротурбина, гидроэлектростанция, дефекты, камера, контроль металла, лопасть, методы измерений, рабочее колесо, трещины.

Руководитель организации-разработчика:
Некоммерческое партнерство «Гидроэнергетика России»

Исполнительный директор _____ Р.М. Хазиахметов

Руководитель разработки
Главный эксперт, к.т.н. _____ В.С. Серков

Соисполнители:
ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденееева»

Генеральный директор, д.т.н. _____ Е.Н.Беллендир

Ответственный исполнитель
Ведущий научный сотрудник, к.т.н. _____ С.М.Левина

ОАО «НПО ЦКТИ»

Заместитель Генерального директора
ОАО «НПО ЦКТИ», д.т.н. _____ А.В.Судаков

Заведующий лабораторией прочности
турбин ТЭС,АЭС и ГЭС, к.ф-м.н. _____ Е.В.Георгиевская