

**ИНСТРУКЦИЯ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ
ВЫХОДНЫХ КРОМОК РАБОЧИХ ЛОПАТОК ТУРБИН**

Ключевые слова: рабочие лопатки, выходные кромки лопаток, ультразвуковой контроль.

Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области промышленной безопасности установлены Законом Республики Беларусь от 05.01.2016 №354-З «О промышленной безопасности»

1 РАЗРАБОТАН ОАО «БЕЛЭНЕРГОРЕМНАЛАДКА»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом государственного производственного объединения электроэнергетики «БЕЛЭНЕРГО» от ДД.ММ.ГГГГ № _____

3 В настоящем стандарте реализованы положения Закона Республики Беларусь от 05.01.2016 №354-З «О промышленной безопасности»

4 ВВЕДЕН ВЗАМЕН СТП 34.17.409 «Инструкция по ультразвуковому контролю лопаток паровых турбин»

Настоящий стандарт не может быть тиражирован или распространен без разрешения ГПО «Белэнерго»

Издан на русском языке

Содержание

1 Область применения.....	4
2 Нормативные ссылки.....	4
3 Термины и определения, обозначения и сокращения.....	5
4 Общие требования.....	5
5 Требования к аппаратуре, средствам и вспомогательным приспособлениям.....	6
6 Подготовка к контролю.....	7
7 Настройка уровней чувствительности.....	7
8 Проведение ультразвукового контроля лопаток.....	9
9 Оценка качества металла лопаток.....	10
10 Оформление результатов ультразвукового контроля.....	10
11 Техника безопасности.....	11

СТАНДАРТ ГПО «БЕЛЭНЕРГО»

ИНСТРУКЦИЯ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ
ПАРОВЫХ ТУРБИН

ЛОПАТОК

Дата введения ГГГГ-ММ-ДД

1 Область применения

Настоящий стандарт является обязательным для организаций, входящих в состав ГПО «Белэнерго».

Настоящий стандарт распространяется на рабочие лопатки паровых турбин и регламентирует порядок, аппаратуру, технологию ультразвукового контроля и определение качества выходных кромок рабочих лопаток.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА):

ТКП 054-2007 Техническое диагностирование и продление назначенного ресурса (назначенного срока службы) безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений. Общие положения

СТБ ISO 9712-2016 Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала в области неразрушающего контроля

СТБ ЕН 583-1-2005 Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод. Часть 1. Общие положения

СТБ ЕН 583-2-2005 Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод. Часть 2. Настройка чувствительности и длительности развертки

ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 34497-2018 Лопатки паровых турбин. Основные требования по замене

ГОСТ 23269-78 Турбины стационарные паровые. Термины и определения

СТП 09110.17.400-15 Инструкция по контролю металла и продлению срока эксплуатации основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых ТЭС ГПО «Белэнерго»

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ТНПА по каталогу, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим указателям, опубликованным в текущем году.

Если ссылочные ТНПА заменены (изменены), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененными (измененными) ТНПА. Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины с соответствующими определениями, а также обозначения и сокращения:

3.1.1 лопатка: Рабочая деталь ротора турбины

3.1.2 выходная кромка лопатки: Грань лопатки со стороны выхода пара

3.1.3 специализированная организация по диагностированию:

Организация, имеющая специальное разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности в области промышленной безопасности в части выполнения работ и (или) услуг по диагностированию технических устройств, имеющая в штате экспертов по соответствующему типу технических устройств, для которых работа в данной организации является основной, а также имеющая собственную лабораторию, аккредитованную в установленном порядке.

3.2 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применяют следующие обозначения и сокращения:

УЗК – ультразвуковой контроль;

ОК – объект контроля;

СО – государственный стандартный образец по ГОСТ 14782;

ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь;

4 Общие положения

4.1 В ходе эксплуатации турбоагрегатов происходит естественный износ их деталей, особенно лопаток.

Однако визуальный осмотр смонтированных лопаток недостаточен для обнаружения всех дефектов, в том числе опасных и резко снижающих надежность эксплуатации турбины. Визуальный осмотр затруднен вследствие тесного расположения смонтированных лопаток, ограниченного доступа к ним, общей коррозии поверхности, слоев других отложений на лопатках и в плоскостях дефектов.

Для обнаружения эксплуатационных дефектов металла лопаток в условиях ремонта паровых турбин применены ультразвуковые методы контроля, эффективно выявляющие невидимые трещины и скрытые дефекты металла с помощью ультразвуковых дефектоскопов.

4.2 Настоящий стандарт определяет порядок, средства, технологию выполнения работ по ультразвуковому контролю и способ оценки лопатки паровых турбин.

4.3 Периодичность и объем контроля металла лопаток определяется действующими отраслевыми ТНПА нормативными документами.

4.4 Организация и подготовка к проведению работ по контролю лопаток паровых турбин возлагается на владельца турбины.

4.5 Ультразвуковой контроль выполняется специализированными организациями по диагностированию, имеющие специальное разрешение (лицензию) государственного надзорного органа на право осуществления деятельности в области промышленной безопасности в соответствии с требованиями ТКП 054, собственную испытательную лабораторию, аккредитованную в установленном порядке. Область аккредитации испытательной лаборатории должна соответствовать контролируемой продукции, производственному сектору, применяемым при диагностировании методам неразрушающего и разрушающего контроля.

4.6 Выполнение неразрушающего контроля разрешается проводить специалистам, прошедшим специальную теоретическую подготовку, практическое обучение, подтверждение квалификации и сертификацию в соответствии с СТБ ISO 9712.

4.7 По результатам ультразвукового контроля лопаток паровых турбин специалистами по неразрушающему контролю должна быть оформлена первичная документация: заключения, протоколы, формуляры, таблицы, схемы, рисунки, фотографии по форме, соответствующей требованиям Руководства по качеству аккредитованной лаборатории.

5 Требования к аппаратуре

5.1 При настройке параметров и проведении УЗК используются:

- переносные ультразвуковые дефектоскопы;
- государственные стандартные образцы (СО-2 и СО-3), стандартные образцы предприятия для настройки дефектоскопа;
- испытательные образцы;
- прямые и наклонные совмещенные и прямые раздельносовмещенные преобразователи;
- контактная среда;
- вспомогательные приспособления (линейка, маркер и т.п.)

5.2 Ультразвуковые дефектоскопы должны удовлетворять следующим требованиям:

- должен быть сертифицированы и внесены в Государственный реестр средств измерений;
- должны быть поверены (ежегодная поверка/калибровка);
- используемые дефектоскопы должны иметь функцию сохранения настроек УЗК.

5.3 Дефектоскопы: при проведении контроля по настоящему стандарту применяется импульсные ультразвуковые дефектоскопы общего назначения (совместно с ПЭП).

5.4 Для применения допускаются дефектоскопы, имеющие паспорт, техническое описание, инструкцию по эксплуатации и поверенные в установленном порядке.

6 Подготовка к контролю

6.1 УЗК проводится после вскрытия корпуса турбины, выемки ротора и установки его на опоры, имеющие механизм вращения.

6.2 Поверхность сканирования лопаток должна быть очищена от пыли, грязи, следов коррозии и других загрязнений.

6.3 Шероховатость подготовленных поверхностей должна быть не хуже $R_z 40$ мкм по ГОСТ 2789. Ширина зачищенной зоны по всей длине лопатки должна быть не менее 50 мм.

6.4 Температура поверхностей лопаток не должна превышать 40°C .

6.5 Должен быть обеспечен свободный доступ к ОК.

6.6 УЗК проводят контактным способом по поверхности ОК, с нанесением контактной жидкости.

6.7 Контактная жидкость должна обладать достаточной смачиваемостью, вязкостью и однородностью, быть прозрачной для ультразвука, легко удаляться с поверхности ОК и быть пожаробезопасной. В качестве контактной смазки используют аквагель, глицерин, смазку на основе обойного клея и т.п.

7 Настройка уровней чувствительности

7.1 Данный метод контроля позволяет выявлять трещины длиной свыше 0,3 мм. Поверхностная волна позволяет надежно контролировать металл на глубину до 4 мм.

7.2 Для настройки дефектоскопов применяют испытательный образец, изготовленный из участка лопатки турбины в среднем её сечении с выходной кромкой, на котором выполнен угловой эталонный отражатель в виде паза (рисунок 1). Выходная кромка образца не должна иметь следов эрозии.

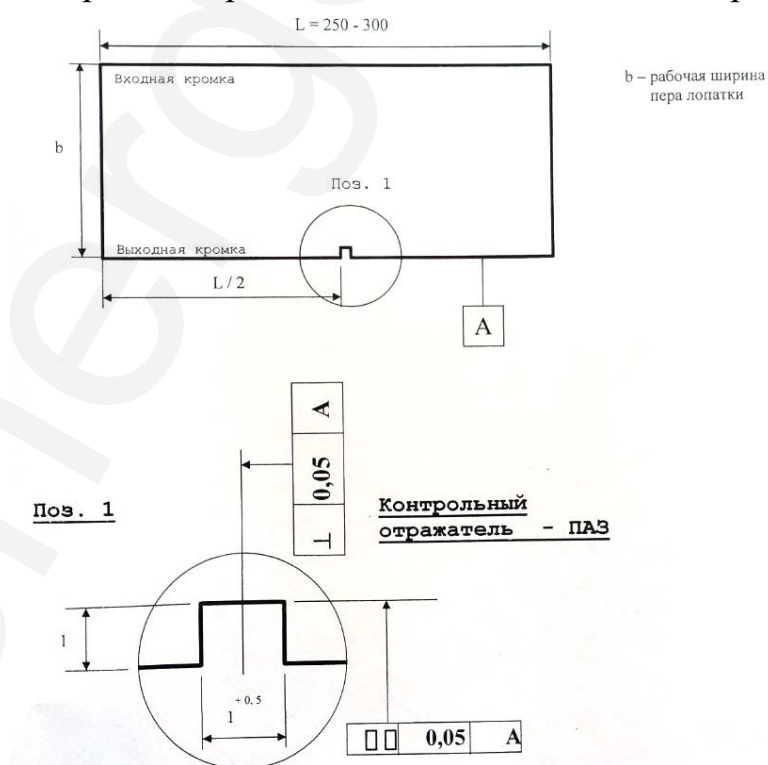


Рисунок 1

7.3 Проверка формы и размеров контрольного отражателя испытательного образца на соответствие требованиям настоящего стандарта производится прямым измерением геометрических размеров.

7.4 В качестве ПЭП используются преобразователи со следующими основными параметрами:

- угол наклона призмы $63^\circ \pm 30'$;
- форма и размер пьезоэлемента – диск диаметром $6 \pm 0,5$ мм;
- частота ультразвуковых колебаний 5 МГц $\pm 10\%$.

7.5 Габаритные размеры ПЭП должны обеспечивать в процессе УЗК возможность его поворота по отношению к выходной кромке лопатки на угол не менее 5° .

7.6 Уровень собственных шумов используемой ультразвуковой аппаратуры и приспособлений должен быть ниже на 6 дБ чем поисковый уровень при настройке чувствительности на контрольном образце.

7.7 Рекомендуемая форма ПЭП для левого и правого направлений вращений лопаток указана на рисунке 2. Проверка формы и размеров ПЭП на соответствие требованиям настоящего стандарта производится прямым измерением геометрических размеров.

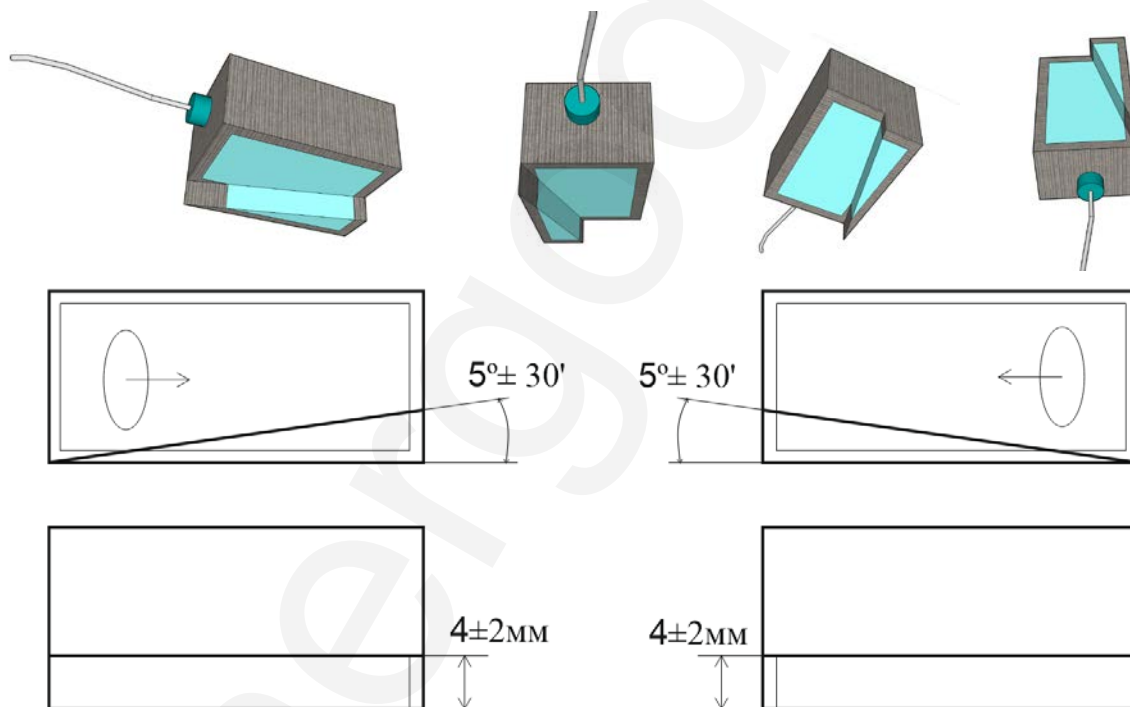


Рисунок 2

7.8 В случае положительных результатов проверки формы и размеров ПЭП и контрольного отражателя испытательного образца выполняют настройку чувствительности и скорости развертки дефектоскопа на испытательном образце.

7.9 Скорость развертки (длину развертки) установить таким образом, чтобы эхо-сигнал от эталонного отражателя с максимальной амплитудой находился вблизи центра экрана используемого прибора. ПЭП при настройке прибора

перемещают по вогнутой стороне добиваясь сигнала с максимальной амплитудой от отражателя на образце.

7.10 При выполнении контроля используют следующие уровни чувствительности:

- браковочный уровень - уровень чувствительности, при котором производят оценку допустимости обнаруженного дефекта по амплитуде эхо-сигнала;

- поисковый, при котором проводится поиск несплошностей и производят оценку измеряемых характеристик дефекта. Поисковый уровень ниже браковочного не менее чем на 10 дБ.

7.11 Браковочный уровень чувствительности равен уровню максимальной амплитуды эхо-сигнала от искусственного отражателя на контрольном образце и настраивается в положение 0 дБ.

7.12 Если чувствительность при использовании имеющихся средств контроля недостаточна для надежного выявления эхо-сигнала от искусственного отражателя либо уровень собственных помех, получаемых на контрольном образце выше требуемых значений, то следует выполнить повторную настройку используемой аппаратуры либо выполнить поочередную замену используемых: контактной жидкости, кабелей, ПЭП, дефектоскопа либо контрольного образца.

7.13 Правильность настройки проверяется путем повторных измерений амплитуды эхо-сигнала от искусственного отражателя и, если измеряемые значения отличаются более чем на 1 дБ, выполнить корректирующие действия по предыдущему абзацу.

8 Проведение ультразвукового контроля лопаток

8.1 Ультразвуковой контроль, поиск несплошностей проводить на поисковом уровне чувствительности.

8.2 Сканирование проводить поступательным движением вдоль всей выходной кромки со стороны лопатки неповрежденной коррозией (как правило, это вогнутая часть лопатки) в направлении от законцовки лопатки к хвостовику со скоростью не более 70 мм/с. При этом угол между проекцией акустической оси искателя на поверхность лопатки и её выходной кромкой должен составлять $5^{\circ} \pm 30'$.

8.3 В процессе сканирования (рисунок 3) расстояние между точкой ввода ультразвукового луча и выходной кромкой должно быть постоянным по всей длине лопатки и таким же, как и при получении максимальной амплитуды эхо-сигнала от искусственного отражателя.

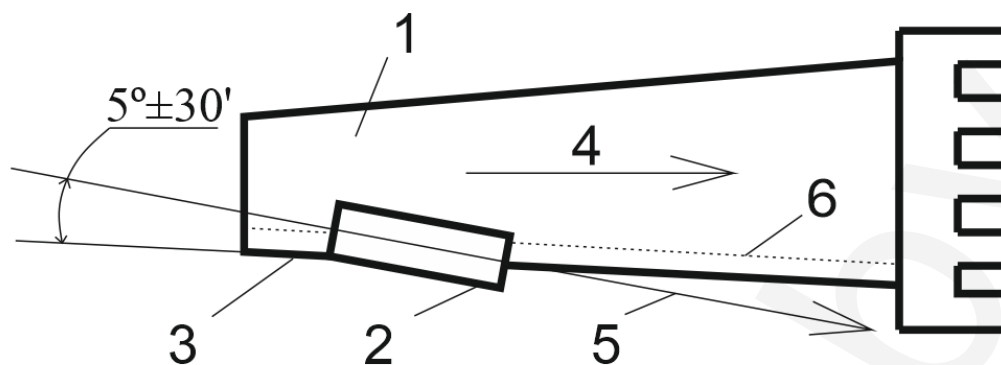


Рисунок 3 – Схема сканирования

1 – контролируемая лопатка, 2 – ПЭП, 3 – выходная кромка, 4 – направление сканирования, 5 – направление прозвучивания (акустическая ось), 6 – траектория движения точки ввода ультразвукового луча.

8.4 Для обеспечения устойчивого акустического контакта рабочую поверхность ПЭП периодически смачивают окунанием в контактную жидкость. Поверхность сканирования, при этом, обрабатывается контактной жидкостью в процессе сканирования, а перед началом контроля поверхность сканирования остается сухой. После окунания рабочей поверхности в контактную жидкость ПЭП возвращают в точку последнего отрыва от поверхности со смещением в сторону начала на длину не менее половины длины ПЭП.

8.5 При появлении в процессе сканирования на экране дефектоскопа эхо-сигналов перемещать ПЭП вдоль выходной кромки возвратно-поступательными движениями до получения максимальной амплитуды. Полученную амплитуду сравнивать с браковочным уровнем.

8.6 При отсутствии эхо-сигналов сигналов от дефектов на экране дефектоскопа в процессе выполнения УЗК следует не реже чем через каждые 30 минут проверять настройку дефектоскопа.

9 Оценка качества металла лопаток

9.1 металл выходных кромок эрозийно-изношенных рабочих лопаток турбин оценивают:

- баллом 1 – «неудовлетворительно»;
- баллом 2 – «удовлетворительно».

9.2 Баллом 1 оценивают металл выходных кромок эрозийно-изношенных лопаток, у которых при УЗК обнаружен хотя бы один участок с амплитудой эхо-сигнала равной амплитуде эхо-сигнала от контрольного отражателя или превышающей ее.

9.3 Баллом 1 оценивают металл выходных кромок лопаток, в которых не обнаружены участки с амплитудой эхо-сигнала, указанной в п.7.11.

10 Оформление результатов ультразвукового контроля

10.1 По результатам УЗК составляется Заключение (протокол) по форме утвержденной в специализированной организации.

10.2 Заключение (протокол) составляется специалистом лаборатории, имеющим сертификат компетентности по ультразвуковому контролю в соответствии с СТБ ISO 9712 не менее 2 уровня, с правом выдачи заключений.

10.3 В Заключении (протоколе) должны быть указаны:

- номер заключения (протокола);
 - дату проведения контроля;
 - номер контролируемой лопатки и номер ступени;
 - наименование документа, регламентирующего необходимость и объем контроля;
 - наименование документа, регламентирующего нормы оценки качества;
 - название, тип и номер применяемых средств контроля;
 - для средств контроля, требующих наличие поверки (калибровки), номер и дату последней поверки (калибровки);
 - параметры контроля (частота, угол ввода)
 - результаты контроля, характеристики и местоположение обнаруженных дефектов;
 - содержать информацию об участках объекта, не подвергшихся контролю;
 - окончательное заключение (протокол) по результатам контроля
- утверждается руководителем лаборатории специализированной организации по диагностированию.

11 Техника безопасности

11.1 К работе по ультразвуковому контролю допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности с регистрацией в специальном журнале.

11.2 Инструктаж проводится в сроки, установленные приказом по предприятию (организации).

11.3 При проведении УЗК специалисты должны соблюдать правила техники безопасности и внутреннего распорядка предприятия.

11.4 В условиях электростанции контроль проводится звеном в составе двух человек по наряду-допуска к производству работ.

11.5 Специалисты должны работать в спецодежде, не стесняющей движения, и головных уборах.

11.6 Запрещается выполнять контроль вблизи места проведения сварочных работ.

11.7 При обнаружении каких-либо неисправностей дефектоскопа работа должна быть прекращена. Запрещается вскрывать дефектоскоп и проводить его ремонт во время проведения УЗК.

11.8 Запрещается оставлять на открытой турбине инструменты и приспособления, после окончания работ необходимо проверить их наличие и в случае нехватки сообщить об этом мастеру для принятия мер по извлечению их из турбины.

11.9 Контактная жидкость после окончания работ должна быть тщательно удалена с поверхности проконтролированной лопатки турбины. Удаление контактной жидкости в обязанности инженера/дефектоскописта не входит.

Приложение А
(обязательное)

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СТП 33240.XX.XXX-XX
БАРАБАНЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ НА ДАВЛЕНИЕ 3,3 МПа
И ВЫШЕ. ПОРЯДОК ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ

СОГЛАСОВАНО

(должность, наименование организации личная подпись расшифровка подписи)

личная подпись расшифровка подписи дата

СОГЛАСОВАНО

(должность, наименование организации личная подпись расшифровка подписи)

личная подпись расшифровка подписи дата