НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ
ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
И КОТЕЛЬНЫХ

ИНСТРУКЦИЯ ПО КОНТРОЛЮ И ПРОДЛЕНИЮ СРОКА СЛУЖБЫ МЕТАЛЛА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТУРБИН И КОМПРЕССОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

РД 34.17.448–97

Москва 1998

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Департаментом науки и техники РАО "ЕЭС России";
Всероссийским теплотехническим институтом (ВТИ);
Научно-производственным объединением по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова (НПО ЦКТИ);
Акционерным обществом "Ленинградский металлический завод" (АО ЛМЗ);
Производственным объединением "Харьковский турбинный завод атомного машиностроения" (ОАО "Турбоатом");
ГРЭС № 3 "Мосэнерго"

ИСПОЛНИТЕЛИ *В.В. Гусев* (РАО "ЕЭС России"), *А.М. Клыпина*, *Л.Д. Чистякова*, *В.Ф. Резинских*, *В.И. Гладштейн*, *В.П. Трушечкин* (ВТИ), *А.И. Рыбников* (НПО ЦКТИ), *С.А. Леонтьев* (АО ЛМЗ), *А.И. Бумарсков*, *Л.Д. Мищенко* (ОАО "Турбоатом"), *В.А. Трифонов* (ГРЭС № 3 "Мосэнерго")

УТВЕРЖДЕН Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО "ЕЭС России" 22.12.1997
Первый заместитель начальника *А.П. Берсенев*

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Периодичность проверки — 5 лет

Ключевые слова: энергетика, тепловые электростанции, газотурбинные установки, контроль металла деталей, нормы и критерии надежности, остаточный ресурс

© ВТИ, 1998

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

ИНСТРУКЦИЯ ПО КОНТРОЛЮ И ПРОДЛЕНИЮ СРОКА СЛУЖБЫ МЕТАЛЛА ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТУРБИН И КОМПРЕССОРОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ГАЗОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК

РД 34.17.448—97

Срок действия установлен
с 1998—01—01
до 2008—01—01

Настоящий руководящий документ распространяется на энергетические газотурбинные установки (ГТУ) с пиковой, полупиковой, базовой нагрузкой, работающие на газообразном и жидком топливе при температуре рабочей среды до 1400 °С, и устанавливает основные требования к организации и проведению контроля за состоянием металла, его периодичность, зоны, методы, объемы и нормы контроля, критерии оценки качества металла основных элементов турбин и компрессоров ГТУ в пределах и по истечении установленного срока службы, а также после аварии.

Положения настоящего нормативного документа подлежат обязательному применению на предприятиях отрасли "Электроэнергетика", расположенных на территории Российской Федерации, и могут быть использованы предприятиями и объединениями предприятий, в составе (структуре) которых независимо от форм собственности и подчинения находятся тепловые станции.

Инструкция может быть распространена на ГТУ, установленные на предприятиях других отраслей.

Издание официальное

Настоящий руководящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения РАО "ЕЭС России" или ВТИ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая инструкция регламентирует порядок, методы, объем, зоны, периодичность для разных режимов и организационную структуру эксплуатационного контроля за состоянием металла деталей действующих энергетических газотурбинных установок (эксплуатирующихся и ремонтирующихся в соответствии с нормативами предприятий-изготовителей ГТУ) в пределах установленного ресурса, а также после аварий и при продлении срока их службы сверх установленного.

Все вопросы, относящиеся к функциональной надежности агрегата, реконструкции, модернизации, экспертно-техническая комиссия (ЭТК) решает с предприятием-изготовителем отдельно до момента продления ресурса металла ГТУ.

Контроль проводится с целью выявления дефектов (трещин, коррозионно-эрозионных язвин, зон перегревов в виде цветов побежалости, сколов, отшелушивания защитных покрытий и др.) в деталях и узлах энергооборудования ГТУ и обеспечения надежной эксплуатации до проведения очередного контроля.

1.2 Ресурс стационарных ГТУ, в том числе в составе ПГУ, указан в ГОСТ 29328, по нему должны обеспечиваться режимы работы в соответствии с классами использования, указанными в таблице 1.

Таблица 1 — **Режим работы стационарных ГТУ**

Класс использования	Время работы, ч/год	Число пусков, пуск/год
Пиковый режим	Свыше 500 до 2000 вкл.	Свыше 200 до 500 вкл.
Полупиковый режим	Свыше 2000 до 6000 вкл.	Свыше 100 до 200 вкл.
Базовый режим	Свыше 6000	Не более 100

Ресурс ГТУ в соответствии с ГОСТ 29328 должен быть не менее указанных в таблице 2.

Таблица 2 — **Ресурс работы стационарных ГТУ**

Ресурс	Режим работы	
	базовый	пиковый
Средний между капитальными ремонтами	Не менее 25000 ч	1000 пусков или 4000 ч работы под нагрузкой
До снятия	100000 ч	5000 пусков

В технических условиях для ГТУ каждого типа указан ограниченный ресурс для некоторых базовых узлов и деталей (например, лопаток, жарового узла камер сгорания и др.). Эти детали имеют срок службы не менее ресурса между капитальными ремонтами или кратный ему.

1.3 При эксплуатации металл контролируется в основном во время плановых остановок оборудования ГТУ. Как и для паровых турбин, он проводится силами лабораторий металлов или службы металлов, ремонтных, специализированных предприятий, имеющих разрешение органов Госгортехнадзора России на выполнение этих работ. Разрешение (лицензия) на проведение работ по контролю и диагностированию выдается организациям органами Госгортехнадзора России на основании экспертного заключения АО "Фирма ОРГРЭС" или ВТИ, утвержденного Департаментом науки и техники РАО "ЕЭС России", кроме организаций, получивших лицензию до выхода настоящей инструкции.

Контроль неразрушающими методами должны проводить специалисты, аттестованные в соответствии с Правилами аттестации специалистов по неразрушающему контролю и имеющие квалификационный уровень не ниже второго.

При диагностировании оборудования ГТУ допускается применение новых методов и средств неразрушающего контроля, не указанных в настоящей инструкции, после их утверждения Департаментом науки и техники РАО "ЕЭС России" на основании положительного заключения ВТИ.

Ответственность за выполнение контроля за металлом, регламентированного инструкцией, анализ его результатов и решение о допуске ГТУ в эксплуатацию в пределах установленного ресурса возлагается на главного инженера электростанции.

1.4 Детали и элементы оборудования считаются пригодными к дальнейшей эксплуатации, если результаты контроля подтвердят, что состояние основного и наплавленного металла, а также защитных антикоррозионных и термобарьерных покрытий удовлетворяет требованиям настоящей инструкции и действующей нормативно-технической документации (Приложения А, Б).

1.5 Если результаты контроля окажутся неудовлетворительными для отдельных ответственных деталей или узлов, для анализа и дополнительного исследования металла привлекаются предприятие-изготовитель, ВТИ и при необходимости другие научно-исследовательские организации. При этом рассматриваются результаты контроля за все время эксплуатации поврежденных деталей или узлов (акты) и другие необходимые документы, анализируются все случаи однотипных повреждений, при необходимости составляется программа исследования, разработанная одной из организаций или совместно перечисленными организациями в соответствии с нормативно-технической документацией.

1.6 Перед началом планового ремонта ГТУ при назначении объема контроля необходимо учитывать температурно-временной режим эксплуатации.

В случае забросов температуры газов выше допустимых, согласно инструкции предприятия-изготовителя ГТУ, проводится внеочередной контроль лопаточного аппарата и других деталей и элементов горячего тракта.

В действующих агрегатах не допускается нагрев выше 1200 °С (3 мин и более) лопаток первых ступеней, выполненных из литых никелевых сплавов, и выше 900 °С (3 мин и более) — выполненных из деформируемых сплавов (штампованные лопатки). При достижении указанных температур металл разупрочняется, его прочностные характеристики не удовлетворяют требованиям ТУ, и возможно разрушение лопаток. При этом необходимо остановить турбину для проведения дефектоскопии и исследования металла лопаток.

1.7 Визуальному контролю подлежат 100 % деталей оборудования. При необходимости можно использовать лупы, эндоскопы и другие оптические средства.

Специальному контролю подлежат элементы энергооборудования ГТУ (лопатки, диски и др.), работающие в режимах, которые могут вызывать возникновение и развитие процессов ползучести, окалинообразования, коррозии, эрозии, усталости, термоусталости, а также изменение структуры и механических свойств под воздействием высоких температур и напряжений, и элементы (корпуса цилиндров, обоймы турбин, коллекторы и др.), работающие в режимах, при которых под влиянием теплосмен протекают процессы коробления вследствие накопления остаточной деформации.

Измерение остаточной деформации деталей проводится ремонтной организацией или лабораторией металлов электростанции в период капитального ремонта по специальным методикам и в сроки, предусмотренные предприятием-изготовителем или НПО ЦКТИ. В данной инструкции эти методики не приводятся.

1.8 Работа каких-либо деталей газовых турбин с трещинами не разрешается. Их необходимо демонтировать или подвергнуть ремонту.

1.9 Рабочие и сопловые (направляющие) лопатки с трещинами должны быть заменены новыми. Если на лопатках повторяются одни и те же характерные повреждения, должна быть заменена вся ступень, а причины повреждения установлены при лабораторных исследованиях на предприятих-изготовителях, в ВТИ или других научно-исследовательских организациях.

Решение о необходимости небольшого ремонта лопаток в условиях электростанции (выборка мелких единичных трещин, рихтовка неболь-

ших забоин, вмятин в ненапряженных зонах лопаток и др.) и последующего контроля в местах ремонта принимается предприятием-изготовителем и главным инженером электростанции.

Вопрос о дальнейшей эксплуатации всей ступени лопаток решается после анализа причин повреждения (трещины, язвины и др.) хотя бы одной лопатки.

1.10 Все обнаруженные при контроле трещины в корпусах цилиндров турбин и компрессоров и других ответственных деталей (коллекторов, пламенных труб и др.) должны быть выбраны абразивным инструментом. Полноту выборки контролируют методом ЦД и МПД. В зависимости от глубины выборки место выборки заваривают или оставляют без заварки.

Структура металла по результатам металлографических исследований вырезок, реплик (корпуса цилиндров турбин, роторы и др.) не должна иметь аномальных изменений по сравнению с исходным состоянием.

Механические свойства и микроструктура металла направляющих и рабочих лопаток после длительных наработок должны удовлетворять требованиям технических условий или критериев надежности .

1.11 Все виды неразрушающего контроля, измерения, определение механических свойств, исследование микроструктуры металла, расчеты на прочность следует проводить в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, заводских или отраслевых инструкций, перечисленных в справочном приложении Б.

Аппаратура, ее чувствительность, методики и эталоны настройки, применяемые для контроля, должны соответствовать требованиям нормативных документов к конкретным видам контроля и пройти проверку в установленные сроки.

1.12 Для ответственных деталей небольших размеров (лопатки, крепеж и др.) предусматривается периодическое изъятие их для проведения исследования металла в лабораторных условиях для оценки состояния металла после эксплуатации и определения остаточного ресурса. Исследование проводится предприятием-изготовителем, ВТИ и другими привлеченными при необходимости научно-исследовательскими организациями.

1.13 После исчерпания ГТУ установленного ресурса (100000 ч или 5000 пусков, см. таблицу 1) или после 7500 пусков, как указано в проектах новых агрегатов, допускается кратковременная эксплуатация сверх указанного срока в пиковом режиме не более 400 ч и 100 пусков, в полупиковом режиме — не более 5000 ч и 100 пусков, в базовом режиме — не более 10000 ч.

Возможность дальнейшей эксплуатации ГТУ определяет экспертно-техническая комиссия (ЭТК) (Приложения В, Г).

Решение ЭТК по представлению ВТИ, дающего заключение о состоянии металла деталей ГТУ, должно утверждаться акционерным обществом энергетики и электрификации (для предприятий, не входящих в РАО "ЕЭС России") или Департаментом науки и техники (для энергопредприятий и дочерних акционерных обществ, входящих в РАО "ЕЭС России").

1.14 При аварийных остановах с разрушением деталей ГТУ создается экспертно-техническая комиссия, в состав которой входят специалисты предприятия-изготовителя, ВТИ, НПО ЦКТИ и при необходимости других научно-исследовательских организаций. Причины разрушения металла исследуются по совместно разработанной программе. По результатам исследования металла с установлением причин разрушения деталей предлагаются мероприятия по восстановлению ГТУ (ремонт, замена, возможность и сроки дальнейшей эксплуатации).

1.15 Решение о периодичности, объеме и методах контроля, продлении срока службы отдельных элементов энергооборудования, изготовленных из материалов или по технологии, не вошедших в настоящую инструкцию, принимается предприятием-изготовителем, главным инженером электростанции и авторами новой технологии или материала и ВТИ.

1.16 При диагностировании оборудования ГТУ допускается применение новых методов и средств неразрушающего контроля, не указанных в настоящей инструкции, после их утверждения Департаментом науки и техники РАО "ЕЭС России" на основании положительного заключения предприятия-изготовителя и ВТИ.

1.17 Проектировщиками и предприятиями-изготовителями оборудования должны быть предусмотрены площадки, смотровые лючки, реперы или указаны зоны на основных деталях для проведения эксплуатационного контроля.

1.18 При исследовании металла после эксплуатации в ВТИ или в других научно-исследовательских организациях и на предприятии-изготовителе рекомендуется составить программу исследования. При этом предприятие-изготовитель должно предоставить необходимую техническую документацию (технические условия, паспортные данные, чертежи деталей).

1.19 Для определения ресурса и проведения расчетов эквивалентной наработки деталей или ГТУ в целом, а также для разработки рекомендаций о режимах дальнейшей эксплуатации в соответствующих отделах электростанции необходимо хранить следующие данные:

- о продолжительности наработки с дифференциацией по температурным параметрам, общем количестве пусков: холодных, пробных с зажиганиями, со сбоями, ручных, а также об ускоренных нагружениях — разгружениях, аварийных остановах;

- результаты входного и текущего контроля всех основных элементов ГТУ за весь период эксплуатации;

- результаты исследования аварийных отказов;

- сведения о ремонтных работах и замене деталей элементов ГТУ.

1.20 На электростанции должны быть разработаны и утверждены главным инженером исполнительные формуляры по контролю за металлом оборудования согласно настоящей инструкции.

1.21 С вводом в действие настоящей инструкции утрачивает силу ранее разработанные программы работ по контролю за металлом основных деталей ГТУ ГТ-35 в автономном режиме работы и ПГУ-170, ПГУ-250, а также ГТ-100, ГТЭ-150, утвержденные ВТИ и предприятиями-изготовителями.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ, ОБЪЕМЫ, МЕТОДЫ, СРОКИ ПРОВЕДЕНИЯ И ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛА ДЕТАЛЕЙ К КОНТРОЛЮ В ПРЕДЕЛАХ УСТАНОВЛЕННОГО РЕСУРСА

2.1 Перечень элементов ГТУ, контролируемых в период эксплуатации в пределах расчетного ресурса, приведен в таблице 3.

2.2 Расчетная температура металла, с которой следует начинать контроль элементов ГТУ, дана в графе 4 таблицы 3. Объем контроля элементов, назначенный с учетом особенностей напряженного состояния конструкций и условий эксплуатации и включающий зоны наиболее вероятного образования дефектов, указан в графе 5 таблицы 3, методы контроля указаны в графе 6 и периодичность проведения контроля — в графах 7, 8. режим работы — в графе 9 этой таблицы .

2.3 Срок проведения контроля определяется достижением продолжительности эксплуатации или определенного количества пусков. Продолжительность эксплуатации и количество пусков действуют независимо.

2.4 Периодичность контроля металла деталей назначена исходя из опыта длительной эксплуатации газотурбинных установок ГТ-35 и ГТ-100. Она может быть изменена при вводе новых типов ГТУ и накоплении опыта их эксплуатации.

2.5 На основании настоящей инструкции допускается разработка электростанцией, предприятием-изготовителем производственных инструкций на обследование металла конкретного оборудования ГТУ, которые при необходимости могут ужесточить требования инструкции в части объема и периодичности. Производственная инструкция вступает в силу после согласования с ВТИ.

Во время эксплуатации до исчерпания установленного ресурса допускается смещение сроков контроля (25 пусков или 100 ч для пиковых, 20 пусков или 1000 ч для полупиковых и 3000 ч для базовых ГТУ по сравне-

Таблица 3 — **Объемы, методы и сроки проведения контроля основных элементов ГТУ**

Объект контроля	Тип агрегата	Примененные материалы	Расчетная температура среды, °С	Объем контроля	Методы контроля*	Периодичность проведения контроля		Режим работы ГТУ	Примечание
						через каждые тыс. ч (не более)	количество общих пусков (не более)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Корпусные детали и сварные соединения турбин и компрессоров									
Корпуса цилиндров (верхние и нижние половины с горизонтальными или вертикальными разъемами, выхлопные части), промежуточные корпуса турбин и компрессоров, корпуса диафрагм турбин и компрессоров сварнолитой, литой или сварной конструкции из листового проката, корпус опорного венца	ГТ-25, ГТ-35, ГТЭ-45, ГТ-100 (ТВД-КВД, ТНД-КНД), ГТГ-110, ГТЭ-115, ГТЭ-150, ГТУ-170П в автономном режиме или в ПГУ	12ХМФЛ, 20ХМФЛ, 12ХМ, 20 ХМ, ЭП417 (Х23Н18), ЭИ402МЛ, ЭП609 (07Х12НМБФ), 15Х1М1ФЛ, 08ГДНФЛ, 20ГСЛ, 20К, 25Л, 20Л, 20, ст.3	540 и ниже	100 % поверхности (внутренние, зоны радиусных переходов, поверхности разъемов, наружные поверхности у фланцев, свободные от изоляции).	ВК	1,2 15 30	300 300 50	Пиковый Полупиковый Базовый	Для корпусов компрессоров периодичность контроля увеличить в 1,5 раза
				100 % внутренних и наружных поверхностей радиусных переходов, посадочных мест диафрагм, плоскости горизонтальных и вертикальных разъемов и в подозрительных местах. На внутренних	МПД, ЦД	5 60 60	1200 1200 100	Пиковый Полупиковый Базовый	

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				корпусах цилиндра — пояски под первые диафрагмы. Сварные швы. Вырезки образцов для оценки надежности металла горячих зон корпусов цилиндров (по эскизам и по согласованию с конструкторами предприятия-изготовителя)		При наличии трещин глубиной 40 % толщины стенки и более			Определение соответствия их нормам ТУ
Входной направляющий аппарат (ВНА) компрессора с направляющими лопатками	ГТЭ-45, ГТ-100, ГТЭ-150, ГТГ-110 (поворотный), ГТЭ-115	20Х13(КП60), 12Х13(КП45), 15Х12ВНМФ (КП60), ВНЛ5 ЭП497Щ, 20	20	100 % направляющих лопаток, поверхность обода в доступных местах, лопатки спрямляющего аппарата	ВК	1,2 15	300 300	Пиковый Полупиковый	
				100 % направляющих и спрямляющих лопаток (входные и выходные кромки, галтели)	МПД, ЦД	5 60	1200 1200	Пиковый Полупиковый	
Лопатки спрямляющего аппарата	ГТ-35, ГТЭ-45, ГТЭ-115	12Х13М5Г, 12Х13, 15Х12ВНМФ, 20	20	100 % лопаток	ВК,МПД ЦД	30 60	600 100	Полупиковый Базовый	

gost.e-ecolog.ru