РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ТУРБИНЫ ПАРОВЫЕ И ГАЗОВЫЕ

ТЕРМИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ВАЛОВ, ВАЛОВ С ДИСКАМИ И РОТОРОВ

РТМ 108.021.02—85

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ указанием Министерства энергетического машиностроения от 18.06.85 № СЧ-002/4936

ИСПОЛНИТЕЛИ: **А. А. ЧИЖИК**, д-р техн. наук (руководитель темы); **П. Д. ХИНСКИЙ**, канд. техн. наук; **О. А. ВЛАДИМИРСКИЙ**; **А. Н. МИТЮКОВ**

© Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова (НПО ЦКТИ), 1986.

УДК [621.165+621.438]—251:536.5(083.75) Группа Е23

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ТУРБИНЫ ПАРОВЫЕ И ГАЗОВЫЕ

ТЕРМИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ВАЛОВ, ВАЛОВ С ДИСКАМИ И РОТОРОВ

РТМ 108.021.02—85

Взамен РТМ 24.021.02

Указанием Министерства энергетического машиностроения от 18.06.85 № СЧ-002/4936 введен как рекомендуемый

Настоящий руководящий технический материал (РТМ) распространяется на валы, валы с дисками и роторы (в дальнейшем именуемые объектами испытания) паровых и газовых турбин и устанавливает требования к проведению термического испытания. Настоящий РТМ рекомендуется для применения на предприятиях — изготовителях турбин Министерства энергетического машиностроения.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Термическое испытание проводится с целью проверки стабильности оси объекта испытания при нагреве и охлаждении. РТМ распространяется на объекты испытания, работающие при температуре выше 300°С, а также на особо ответственные и напряженные объекты контроля, работающие при температуре ниже 300°С.

Термины, используемые в РТМ, приводятся в справочном приложении 1.

1.2. Термическое испытание состоит в нагреве медленно вращающегося объекта испытания до заданной температуры, выдержке при этой температуре и охлаждении. В процессе нагрева, выдержки и охлаждения периодически измеряется радиальное биение объекта испытания.

Термическое испытание должно проводиться при температуре, превышающей на 25°С температуру металла объекта испытания при эксплуатации. Допускается проведение испытания при более

Издание официальное Перепечатка воспрещена

высокой температуре, однако она должна быть не менее чем на 30°С ниже предшествующего отпуска заготовки объекта испытания.

Указания об условиях термического испытания должны быть установлены техническими требованиями чертежа объекта испытания. Для объектов испытания без осевого отверстия в чертеже также указывается расчетное время прогрева средней части (бочки) объекта испытания до температуры испытания.

2. ПОДГОТОВКА ОБЪЕКТОВ ИСПЫТАНИЯ.

2.1. Термическому испытанию должны подвергаться валы и валы с дисками после окончательной термической обработки на заданные механические свойства и после предварительной механической обработки по чертежу предприятия — изготовителя турбины, но до механической обработки дисков под хвостовики лопаток. Величина припуска в различных местах вала и вала с дисками, в том числе на рабочих шейках, должна обеспечивать возможность в случае необходимости повторить термическое испытание, а также произвести дополнительный отпуск вала или вала с дисками. Величина припуска не должна превышать 5 мм на сторону.

Опорные шейки и места установки индикаторов для измерения биения вала и вала с дисками должны быть проточены и прошлифованы.

2.2. Поверхность той части вала, вала с дисками или ротора, которая помещается в печь, перед термическим испытанием должна быть однородной по цвету, очищенной от грязи, масла и продуктов коррозии. Допускается равномерное покрытие этой поверхности копотью или термостойкой краской.

2.3. Подготовка роторов к термическому испытанию должна производиться по инструкции предприятия-изготовителя.

3. УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ И ПОДГОТОВКА ЕЕ К РАБОТЕ

3.1. Установка для проведения испытаний должна включать следующее оборудование:

станину;

два люнета с роликовыми опорами;

электрическую печь;

электропривод с редуктором;

ручной привод на случай потери электропитания;

гибкую муфту;

средства измерения температуры и радиального биения объекта испытания.

3.2. Печь должна обогревать среднюю часть вала ротора и места расположения на нем концевых уплотнений, оставляя открытыми опорные шейки, упорные гребни, полумуфты и прилегающие к ним места.

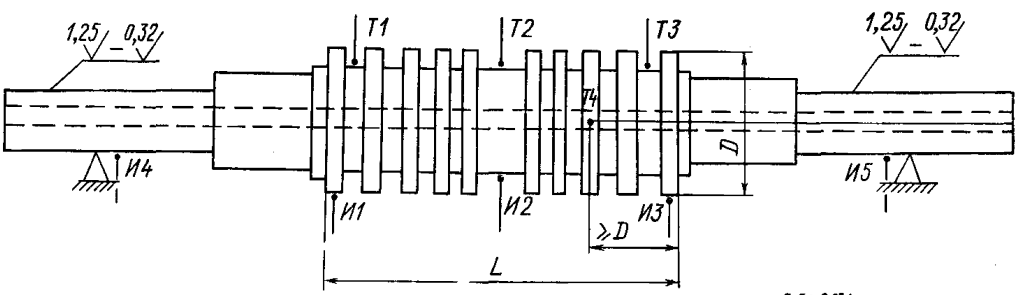
Печь может состоять из наборных секций, количество которых определяется длиной нагреваемой части объекта испытания. В торцевых стенках крайних секций должны быть предусмотрены отверстия для пропуска концов объекта испытания.

Распределение нагревательных элементов должно обеспечивать равномерный нагрев по длине объекта испытания.

Рекомендуется предусмотреть автоматическое управление процессом нагрева, выдержки и охлаждения печи.

3.3. Выполнение заданного температурного режима испытания контролируется средствами измерения, состоящими из термопре-

Схема расположения термопреобразователей и индикаторов биения на объекте испытания



Шероховатость поверхности в местах установки индикаторов И1-И3 $\sqrt{2,5}$ $\sqrt{0,63}$

Т1, Т2, Т3, Т4 — термопреобразователи; И1, И2, И3, И4, И5 — индикаторы радиального биения объекта испытания

образователя типа ТХА по ГОСТ 6616—74, удлиняющих проводов по ГОСТ 1791—67 и приборов по ГОСТ 7164—78 и ГОСТ 9736—80.

Количество термопреобразователей должно соответствовать числу регулируемых зон печи. Горячие спаи термопреобразователей должны находиться на расстоянии 100—150 мм от нагревателей и располагаться вблизи гребней дисков объекта испытания.

При аварийных случаях (исчезновение питающего тока) объект испытания должен продолжать вращаться при помощи ручного привода.

3.4. Расположение термопреобразователей и индикаторов по длине объекта испытания схематически приведено на чертеже. Допускается изменять места установки термопреобразователей и индикаторов вдоль объекта испытания в соответствии с расположением отверстий в имеющихся секциях печей.

Горячие спаи термопреобразователей Т1, Т2, Т3 (см. чертеж) должны находиться на расстоянии не более 5 мм от основания прорезных дисков в средней части объекта испытания. Горячий спай термопреобразователя Т4 должен быть расположен в осевой расточке объекта испытания, в зоне его средней части по длине, на расстоянии от крайнего диска не менее его диаметра.

3.5. На диаграммной бумаге регистрирующих температуру приборов через каждые 4 часа должна производиться отметка времени (число, месяц, час) одновременно с записью величины радиального биения объекта испытания в таблице.

В случае выхода из строя регистрирующего прибора, допускается переключение термопреобразователей на другой прибор в течение не более 30 минут.

3.6. Для измерения радиального биения объекта испытания должны устанавливаться стержни, проходящие через стенку печи, на конце которых укрепляются индикаторы с ценой деления 0,01 мм типа ИЧ02 класса 0 ГОСТ 577—68 или ИТ класса 0 ГОСТ 577—68. Места установки стержней с индикаторами должны быть неподвижными.

3.7. При общей длине объекта испытания более 3 м, индикаторы в количестве не менее трех должны располагаться по длине объекта испытания. Кроме того, два индикатора должны располагаться вне печи в непосредственной близости от люнетов. Если длина части, находящейся в печи, менее 1 м, должны устанавливаться два индикатора на расстоянии примерно 200 мм от стенок печи.

По решению главного конструктора число индикаторов может быть увеличено.

Стержни индикаторов должны устанавливаться в направляющих втулках, позволяющих перемещать их только вдоль радиуса объекта испытания.

Между измерениями радиального биения вала ротора стержни должны отводиться от его поверхности.

3.8. Подлежащий термическому испытанию объект испытания должен ставиться опорными шейками на роликовые опоры и центрироваться с муфтой приводного устройства с радиальным биением не более 0,04 мм. Центрирование должно проверяться при вращении путем измерения радиального биения вала по индикаторам.

3.9. На объект испытания должны устанавливаться секции печи, зазоры между которыми должны уплотняться асбестом. Зазор между шейками объекта испытания и отверстиями в торцевых стенках печи должен быть минимальным.

Расстояние от нагревательных элементов печи до поверхностей вала или до гребня вала с дисками должно быть не менее 200 мм.

3.10. Перед началом термического испытания должна проводиться проверка работы электрической и механической части оборудования, а также средств измерения.

В специальном журнале должны быть сделаны отметки о проверке оборудования соответствующими специалистами, заверенные их личными подписями.

После этого готовность установки в целом должна проверяться отделом технического контроля (ОТК) цеха, представи-

тель которого письменно в этом же журнале дает разрешение на проведение термического испытания объекта испытания.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПЫТАНИЯ

4.1. В течение всего времени термического испытания (нагрев, выдержка, охлаждение) объект испытания должен вращаться со скоростью 2—4 об/мин.

4.2. Нагрев объекта испытания должен вестись со скоростью не более 25°С/ч до температуры, указанной в чертеже. В процессе нагрева допускается делать выдержку при температурах 250—300°С для выравнивания температуры по сечению объекта испытания.

Нагрев объекта испытания диаметром менее 600 мм может производиться со скоростью не более 50°С/ч.

Контроль скорости нагрева должен вестись по термообразователю Т2.

4.3. Началом выдержки следует считать момент, когда выполняются следующие условия:

термопреобразователь Т2 показывает заданную температуру испытания с допустимым отклонением ±10°С в течение 2 часов;

разница показаний термопреобразователей Т1, Т2, Т3 не превосходит 40°С в течение того же времени;

разница показаний термопреобразователей Т2 и Т4 не превосходит 20°С в течение часа.

Для объектов испытания, не имеющих осевой расточки, продолжительность прогрева является расчетной и должна быть указана на чертеже.

4.4. Окончанием выдержки считают момент достижения стабилизации радиального биения объекта испытания по всем индикаторам в течение 4 часов. Под стабилизацией радиального биения понимают получение разницы значений величины радиального биения в течение указанного времени не более 0,02 мм при ежечасном измерении.

Если радиальное биение объекта испытания в течение 4 часов не стабилизировалось, продлевают выдержку еще на 4 часа.

Если и после этого радиальное биение не стабилизировалось, термическое испытание прекращается, а решение о дальнейшем испытании должно приниматься отделом главного металлурга и отделом главного конструктора совместно с центральной заводской лабораторией.

4.5. После окончания выдержки должно производиться охлаждение объекта испытания со следующими скоростями:

при диаметре 1500—2000 мм $\leqslant$15°С/ч;
» 1000—1500 мм $\leqslant$20°С/ч;
» 700—1000 мм $\leqslant$25°С/ч;
» менее 700 мм $\leqslant$30°С/ч.

Контроль скорости охлаждения должен осуществляться по термопреобразователю Т2.

При увеличении радиального биения объекта испытания во время охлаждения должна проводиться дополнительная выдержка до стабилизации радиального биения.

4.6. Охлаждение объекта испытания должно вестись до температуры 25—30°С по внутреннему термопреобразователю Т4 при непрерывном вращении.

Печь может быть снята после достижения температуры 150°С.

5. ИЗМЕРЕНИЕ РАДИАЛЬНОГО БИЕНИЯ ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЯ

5.1. Для снятия показаний радиальных биений на торец объекта испытания, обращенный к муфте, должны быть нанесены буквы *А*, *В*, *С*, *Д*, отстоящие друг от друга по дуге окружности на 90°. Для удобства регистрации биений эти же буквы должны наноситься на муфту или планшайбу установки.

Перед снятием показаний радиального биения индикаторы И1, И2, И3 должны устанавливаться на нуль в точке максимального радиального биения.

Снятие показаний радиального биения по индикаторам И1, И2, И3 должно производиться в момент, при котором линии на образующей объекта испытания, отвечающие клеймам *А*, *В*, *С*, *Д*, пересекаются стержнями индикаторов.

Таким образом, должны регистрироваться четыре показания индикаторов за один оборот объекта испытания.

Клейма *А*, *В*, *С*, *Д* при окончательной механической обработке должны быть сохранены или перенесены на другое место объекта испытания.

Контроль за правильностью переноса клейм должен осуществлять представитель ОТК.

5.2. Во время термического испытания (нагрев, выдержка, охлаждение) не реже чем через 1 ч должны регистрироваться показания радиального биения по индикаторам И1, И2, И3 и показания температуры по регистрирующим термопреобразователям Т1, Т2, Т3, Т4.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ГОДНОСТИ ОБЪЕКТА ИСПЫТАНИЯ

6.1. Объект испытания считается выдержавшим термическое испытание, если величина его биения при заданной температуре выдержки и после охлаждения не превышает 0,1 мм (прогиб не более 0,05 мм) и разность между установившимся прогибом при температуре выдержки и прогибом после полного охлаждения (t=25°С) не превышает 0,025 мм (разность биения не более 0,05 мм).

6.2. Если объект испытания не выдержал термическое испытание, он подвергается ему вторично; при этом может быть допущено увеличение установочного радиального биения до 0,05 мм.

При неудовлетворительных результатах повторного испытания отделом главного конструктора, ЦЗЛ и поставщиком поковки должно приниматься решение о дополнительной термообработке вала или вала с дисками или о его забраковании.

6.3. Допускается производить дополнительный отпуск вала или вала с дисками в печи для термического испытания при условии непрерывного их вращения.

6.4. Результаты термического испытания должны представляться в виде таблицы. Кроме того, представляются результаты регистрации температуры на отрезке диаграммной бумаги прибора.

Заключение о годности объекта испытания по термическому испытанию должно подписываться начальником отдела технического контроля.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Справочное

ТЕРМИНЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РТМ

Термин	Определение
Вал	Деталь, на которую насаживаются турбинные диски
Вал с дисками	Деталь, в том числе сварная, на которую устанавливаются рабочие лопатки
Ротор	Вал с насаженными дисками и установленными на них рабочими лопатками или вал с дисками и установленными на них рабочими лопатками (в обоих случаях — облопаченный ротор)

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ДАНЫ ССЫЛКИ В ТЕКСТЕ РТМ

Обозначение документа	Наименование документа	Номер пункта стандарта
ГОСТ 577—68 (СТ СЭВ 3138—81)	Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия	3.6
ГОСТ 1791—67	Проволока из никелевого и медноникелевого сплавов для удлиняющих проводов к термоэлектрическим преобразователям. Технические условия	3.3
ГОСТ 6616—74	Преобразователи термоэлектрические ГСП. Общие технические условия	3.3
ГОСТ 7164—78	Приборы автоматического следящего уравновешивания ГСП. Общие технические условия	3.3
ГОСТ 9736—80	Приборы электрические прямого преобразования для измерения неэлектрических величин ГСП. Общие технические условия	3.3

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ РТМ 108.021.02—85

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер документа	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

Редактор *Н. М. Суханова*

Технический редактор *А. Н. Крупенева* Корректор *Л. А. Крупнова*

Сдано в набор 17.10.85. Подписано к печ. 20.01.86. Формат бум. 60×90 1/16.

Объем 0,625 печ. л. Тираж 150. Заказ 949. Цена 13 коп.

gost.e-ecolog.ru

НПО ЦКТИ. 194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 24