

Вибрация

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ МАШИН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ НА ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛАХ

Газотурбинные агрегаты

Издание официальное

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183 «Вибрация и удар»

2 ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 22 декабря 1999 г. № 660-ст

3 Настоящий стандарт представляет собой аутентичный текст ИСО 7919-4—96 «Вибрация машин без возвратно-поступательного движения. Измерения на вращающихся валах и критерии оценки состояния. Часть 4. Газотурбинные агрегаты»

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

© ИПК Издательство стандартов, 2000

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Госстандарта России

Редактор *Т.А.Леонова*
Технический редактор *В.Н.Прусакова*
Корректор *М.С.Першина*
Компьютерная верстка *А.Н.Золотаревой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 24.01.2000. Подписано в печать 13.03.2000. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-издл. 0,65.
Тираж 268 экз. С 4499. Зак. 153.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Филиал ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 103062, Москва, Лялин пер., 6
Плр № 080102

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Измерение вибрации	1
4 Критерии оценки	2
Приложение А Критерии оценки вибрационного состояния газотурбинных агрегатов при их работе в заданном режиме.	2

Введение

В настоящем стандарте установлены требования к измерениям поперечных колебаний валов газотурбинных агрегатов и приведены критерии, установленные по результатам предшествующей эксплуатации, которые могут быть использованы при оценке вибрационного состояния таких машин.

Общее описание принципов измерений и оценки вибрации валов машин без возвратно-поступательного движения приведено в ГОСТ Р ИСО 7919-1.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вибрация

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ МАШИН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ
НА ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛАХ

Газотурбинные агрегаты

Mechanical vibration of non-reciprocating machines.
Measurements on rotating shafts and evaluation criteria. Gas turbine sets

Дата введения 2000—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает критерии оценки вибрационного состояния газотурбинных агрегатов (далее — агрегаты), работающих в нормальном режиме, по результатам измерений вибрации валов, проводимых внутри или вблизи подшипников этих машин. Оценка вибрационного состояния проводят на основе как абсолютных значений вибрации, так и изменении этих значений.

Настоящий стандарт распространяется на все агрегаты (включая те, в которых используется зубчатая передача) с подшипниками скольжения с жидкостной смазкой выходной мощностью более 3 МВт и частотами вращения от 3000 до 30000 мин⁻¹. Стандарт не распространяется на приводы авиационных двигателей, поскольку они существенно отличаются от обычных промышленных газотурбинных агрегатов как по типу подшипников (подшипники качения), так и по соотношению жесткости и массы для ротора и опоры.

В зависимости от конструкции и режима работы агрегаты относятся к трем основным группам:

- газотурбинные агрегаты с одним валом, вращающимся с постоянной скоростью;
- газотурбинные агрегаты с одним валом, вращающимся с переменной скоростью;
- газотурбинные агрегаты с отдельными системами производства горячего газа и отбора мощности.

В настоящее время оценку вибрационного состояния агрегатов всех трех групп проводят одинаково. Однако в дальнейшем возможно, что для каждой из этих групп потребуется установление своих критериев.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 7919-1—99 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на вращающихся валах. Общие требования

ГОСТ Р ИСО 10816-4—99 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Газотурбинные установки

ГОСТ Р ИСО 10817-1—99 Системы измерений вибрации вращающихся валов. Часть 1. Устройства для снятия сигналов относительной и абсолютной вибрации вращающихся валов

3 Измерение вибрации

Измерительная аппаратура и методы измерений — по ГОСТ ИСО 10817-1 и ГОСТ ИСО 7919-1.

Вибрацию валов агрегатов обычно измеряют относительно их подшипников, поэтому в настоящем стандарте рассматриваются только относительные виброперемещения. Поскольку скорость вращения вала агрегата довольно высока, измерения обычно проводят с помощью бесконтактных датчиков, которые предпочтительны, когда рабочая скорость вращения вала равна 3000 мин⁻¹ и более. Средства измерений, используемые для контроля вибрационного состояния агрегатов, должны обеспечивать измерение общей вибрации в диапазоне частот, верхняя граница которого в 2,5 раза больше максимальной рабочей частоты вращения вала агрегата. Однако если измерения проводятся в целях диагностики, желательно использовать более широкий диапазон частот.

4 Критерии оценки

Критерии оценки вибрационного состояния агрегата по абсолютным значениям и изменениям этих значений и соответствующие ограничения функционирования агрегата приведены в приложении А.

В качестве абсолютного значения, по которому осуществляют оценку, принимают наибольший из двух размахов перемещения, измеренных в заданных взаимно ортогональных направлениях. Если измерения проводят только в одном направлении, необходимо убедиться, что такие измерения обеспечат достаточную информацию о колебаниях вала (ГОСТ Р ИСО 7919-1).

Критерии применяют для агрегатов, работающих в установившемся режиме на заданной номинальной скорости в номинальном диапазоне нагрузок, включая нормальные медленные изменения электрической нагрузки. Эти критерии не применяют при других режимах работы агрегата, а также во время переходных процессов, таких как разгон и выбег с прохождением через критические скорости вращения вала.

Общее решение о вибрационном состоянии агрегата, как правило, принимают на основе результатов измерений как колебаний вала, как определено выше, так и вибрации на невращающихся частях (ГОСТ Р ИСО 10816-4).

ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное)

Критерии оценки вибрационного состояния газотурбинных агрегатов при их работе в заданном режиме

А.1 Общие положения

Для оценки вибрации валов агрегатов по ее измерениям внутри или вблизи подшипников используют два критерия. В одном рассматривают абсолютное значение наблюдаемой широкополосной вибрации вала; во втором — изменения этого абсолютного значения, безотносительно к тому, новышается это значение или понижается.

А.2 Критерий 1. Абсолютные значения вибрации при работе агрегата с номинальной скоростью в установившемся режиме

Данный критерий связан с определением границ для абсолютного значения вибрации вала, установленных из условия допустимых динамических нагрузок на подшипники, допустимых значений радиального зазора в подшипнике и допустимой вибрации, передаваемой в опору и фундамент. Максимальное значение вибрации вала, измеренное для каждого подшипника, сравнивают с границами четырех зон, установленными на основе международного опыта проведения исследований.

А.2.1 Зоны состояния

Для качественной оценки вибрации агрегата и принятия решений о необходимых действиях в конкретной ситуации устанавливают следующие зоны состояния.

Зона А — в эту зону попадает, как правило, вибрация новых агрегатов, вводимых в эксплуатацию.

Зона В — агрегаты, вибрация которых попадает в эту зону, обычно считают пригодными для эксплуатации без ограничения сроков.

Зона С — агрегаты, вибрация которых попадает в эту зону, обычно считают непригодными для длительной непрерывной эксплуатации. Такие агрегаты могут функционировать ограниченный период времени до начала ремонтных работ.

Зона D — уровни вибрации в данной зоне обычно могут вызывать серьезные повреждения агрегатов.

А.2.2 Границы зон состояния

Рекомендуемые значения границ зон, обратно пропорциональные квадратному корню из частоты вращения вала n , мин^{-1} , указаны на рисунке А.1 для размаха перемещения S , мкм, и получены из следующих выражений:

$$S_{(p-p)} = 4800 / \sqrt{n} \text{ — для границы зон А/В;}$$

$$S_{(p-p)} = 9000 / \sqrt{n} \text{ — для границы зон В/С;}$$

$$S_{(p-p)} = 13200 / \sqrt{n} \text{ — для границы зон С/D.}$$

П р и м е ч а н и е — Определение $S_{(p-p)}$ — по ГОСТ Р ИСО 7919-1.

Эти значения не предназначены для их использования в качестве условий испытаний при приемке

продукции. Такие условия должны быть установлены по соглашению между изготовителем машины и потребителем. Однако использование информации об установленных границах зон позволяет избежать ненужных затрат на снижение вибрации и предъявления завышенных требований.

В некоторых случаях специфические особенности конкретного агрегата допускают установление иных границ (более низких или более высоких), например для устанавливаемого (качающегося) подшипника. В случае эллиптического подшипника может потребоваться применение различных критериев в направлениях минимального и максимального зазоров. Необходимо иметь в виду, что допустимая вибрация может быть связана с диаметром подшипника, поскольку, как правило, у подшипников большего диаметра зазор также имеет большие размеры. Как следствие, для различных подшипников одного валопровода допускается устанавливать разные граничные значения. В таких случаях изготовитель, как правило, должен объяснить причину изменения граничных значений и, в частности, подтвердить, что агрегат не будет подвергаться опасности при эксплуатации с более высокими уровнями вибрации.

Повышенные уровни вибрации допускаются в случае, если измерения проводят не в непосредственной близости от подшипника или в условиях работы агрегата в переходном режиме, включая разгон и выбег с прохождением областей критических частот вращения.

А.3 Критерий 2. Изменения значений вибрации

Данный критерий основан на сравнении измеренного значения широкополосной вибрации в установившемся режиме работы агрегата с предварительно установленным значением (базовой линией). Значительное изменение значения широкополосной вибрации в сторону увеличения или уменьшения может потребовать принятия определенных мер даже в случае, когда граница зоны С по критерию 1 еще не достигнута. Такие изменения могут быть быстрыми или постепенно нарастающими во времени и указывают на повреждения агрегата в начальной стадии или на другие неполадки.

Базовая линия для этого критерия представляет собой характерное воспроизводимое значение вибрации, известное по опыту предыдущих измерений в определенных условиях работы. При появлении существенных отклонений уровня вибрации от базовой линии (обычно за существенные изменения принимают те, которые превышают 25 % значения верхней границы зоны В), независимо от того, повысилась вибрация или понизилась, необходимо принять меры для выяснения причин таких изменений. Решение о том, какие меры следует принять и нужны ли они, принимают после рассмотрения максимального значения вибрации с учетом факта, стабилизировалось ли поведение агрегата в новых условиях.

При использовании критерия 2 необходимо, чтобы измерения вибрации проводились при одном и том же положении и ориентации датчиков вибрации в одном и том же режиме работы агрегата.

Следует учитывать, что критерий, основанный на изменении значения вибрации, имеет ограниченное применение, поскольку значительные изменения и скорость этих изменений на отдельных частотных составляющих вибрации не всегда проявляются в сигнале широкополосной вибрации вала (ГОСТ Р ИСО 7919-1). Например, рост трещины в роторе может сопровождаться ускоренным повышением гармоник оборотной частоты, но их амплитуда может оставаться небольшой по сравнению с составляющей на оборотной частоте. Поэтому бывает сложно выявить рост трещины, наблюдая только изменения широкополосной вибрации. Таким образом, хотя контроль изменения широкополосной вибрации и помогает обнаружить некоторые признаки возможных дефектов, для более точного анализа могут потребоваться методы измерений изменений векторов отдельных частотных составляющих вибрации и соответствующая измерительная аппаратура. Измерительная аппаратура и методы анализа результатов могут быть более сложными, чем это требуется для общего контроля вибрации. Установление критериев для подобного рода измерений выходит за рамки настоящего стандарта.

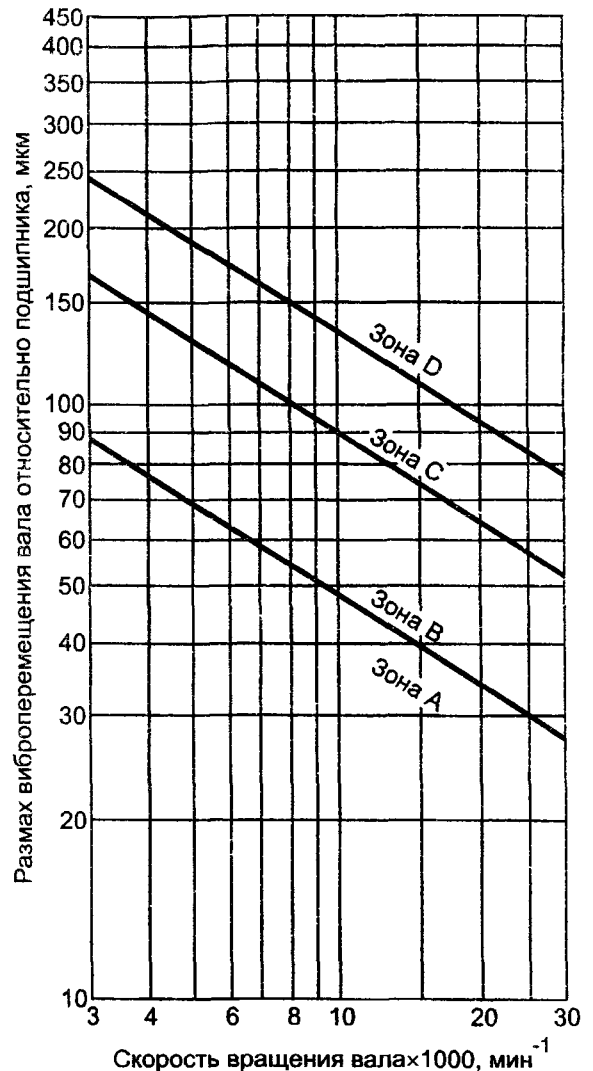


Рисунок А.1 — Рекомендуемые значения максимальных относительных перемещений вала в зависимости от максимальной рабочей скорости вращения вала агрегата

А.4 Ограничения функционирования

При долговременной эксплуатации агрегатов обычно устанавливают ограничения функционирования, связанные с вибрацией. Эти ограничения имеют следующие формы.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — для указания, что вибрация или изменения вибрации достигли определенного уровня, когда может потребоваться проведение восстановительных мероприятий. Как правило, при достижении уровня **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** агрегат можно эксплуатировать в течение некоторого периода времени, пока проводят исследования причин изменения вибрации и определяют комплекс необходимых мероприятий.

ОСТАНОВ — для определения значений вибрации, при превышении которого дальнейшая эксплуатация агрегата может привести к его повреждениям. При достижении уровня **ОСТАНОВ** следует принять немедленные меры по снижению вибрации или остановить агрегат.

Вследствие разницы в динамических нагрузках и жесткостях опор для различных положений и ориентаций датчиков вибрации допускается устанавливать разные уровни **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** и **ОСТАНОВ**.

А.4.1 Установка уровня **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**

Для различных агрегатов уровень **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** может существенно изменяться: возрастать или уменьшаться. Обычно этот уровень устанавливают относительно некоторого базового значения (базовой линии), определяемого для конкретного агрегата и определенного положения и направления измерений по опыту эксплуатации этого агрегата.

Рекомендуется устанавливать уровень **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** выше базовой линии на значение, равное 25 % значения верхней границы зоны В. Если базовое значение мало, уровень **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** может находиться ниже зоны С.

Если базовое значение не определено, например для новых агрегатов, начальную установку уровня **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** следует проводить либо исходя из опыта эксплуатации аналогичных агрегатов, либо относительно согласованного приемлемого значения. Спустя некоторое время по наблюдениям за вибрацией агрегата следует установить постоянную базовую линию и соответствующим образом скорректировать уровень **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**.

Изменение базового значения (например вследствие капитального ремонта агрегата) может потребовать соответствующего изменения уровня **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**. Для разных подшипников машины могут быть установлены разные уровни **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**. Это определяется различиями в динамических нагрузках на эти подшипники и различиями в их жесткости.

А.4.2 Установка уровня **ОСТАНОВ**

Уровень **ОСТАНОВ** обычно связывают с необходимостью сохранения механической целостности агрегата; он может зависеть от различных конструктивных особенностей агрегата, применяемых для того, чтобы агрегат мог противостоять воздействию аномальных динамических сил. Таким образом, уровень **ОСТАНОВ**, как правило, будет одним и тем же для агрегатов аналогичных конструкций и не будет связан с базовой линией.

Вследствие многообразия агрегатов различных конструкций не представляется возможным дать четкое руководство по точному установлению уровня **ОСТАНОВ**. Обычно уровень **ОСТАНОВ** устанавливают в пределах зон С или D.

УДК 621.9:534.1.08:006.354

ОКС 17.160

Т34

ОКП 42 7791

Ключевые слова: вибрация, машины, газотурбинные агрегаты, вращающиеся валы, измерения, оценка, контроль, вибрационное состояние