ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вибрация

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ МАШИН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ НА ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛАХ

Газотурбинные агрегаты

Издание официальное

БЗ 11—99/554

ГОССТАНДАРТ РОССИИ
Москва

gost.e-ecolog.ru

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.Первина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Изд. лиц. № 021007 от 10.08.95. Сдано в набор 24.01.2000. Подписано в печать 21.02.2000. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,65. Тираж 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. Оценку 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 раздельными 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.

Издание официальное

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, повышается 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 вовне на опоры 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:

$S_{(p-p)} = 4800/\sqrt{n}$ — для границы зон A/B;

$S_{(p-p)} = 9000/\sqrt{n}$ — для границы зон B/C;

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

Примечание — 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 устанавливающегося (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.

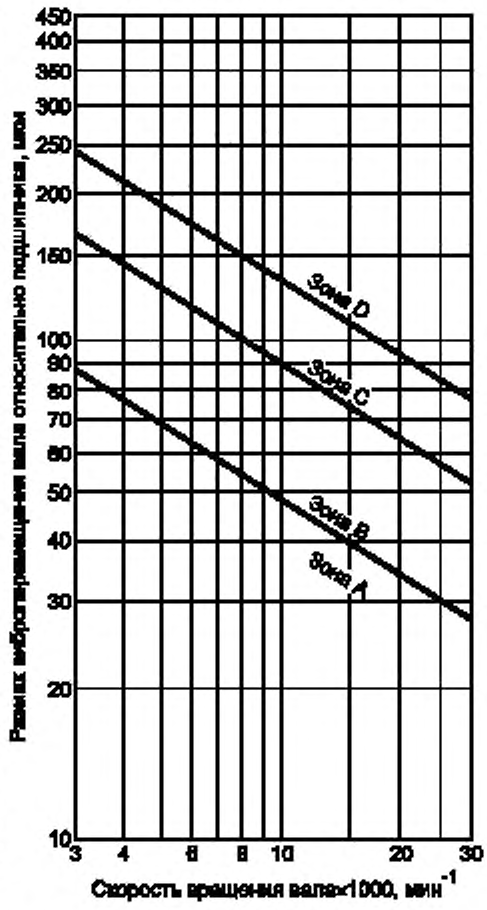

Рисунок А.1 — Рекомендуемые значения максимальных относительных перемещений вала в зависимости от максимальной рабочей скорости вращения вала агрегата

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.

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

gost.e-ecolog.ru