ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вибрация

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ МАШИН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ НА ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛАХ

Промышленные машинные комплексы

Издание официальное

БЗ 11—99/555

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 23 декабря 1999 г. № 666-ст

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

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Введение

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

Общее описание принципов измерений и оценки вибрации валов машин без возвратно-поступательного движения приведено в ГОСТ ИСО 7919-1—99.

© ИПК Издательство стандартов, 2000

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

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Вибрация

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ МАШИН ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ НА ВРАЩАЮЩИХСЯ ВАЛАХ

Промышленные машинные комплексы

Mechanical vibration of non-reciprocating machines. Measurements on rotating shafts and evaluation criteria. Coupled inductrial machines

Дата введения 2000—07—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает критерии оценки вибрационного состояния промышленных машинных комплексов (далее — машины), 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 изменений этих значений.

Настоящий стандарт распространяется на промышленные машинные комплексы с подшипниками скольжения с жидкостной смазкой с максимальной номинальной скоростью вращения от 1000 до 30000 мин$^{-1}$ без ограничений размера и мощности машин, которые включают в себя:

- паровые турбины;
- турбокомпрессоры;
- турбонасосы;
- турбогенераторы;
- турбовентиляторы;
- электрические приводы вместе с сопряженными устройствами.

Настоящий стандарт не распространяется на крупные стационарные паротурбинные агрегаты электростанций выходной мощностью 100 МВт и более (ГОСТ 27165 и [1]) и машинные агрегаты на гидроэлектрических и насосных станциях выходной мощностью 1 МВт и более [2].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 27165—97 Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений.

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

ГОСТ Р ИСО 10816-3—99 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью свыше 15 кВт и номинальной скоростью от 120 до 15000 мин$^{-1}$

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

3 Измерения вибрации

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

Вибрацию валов машин обычно измеряют относительно их подшипников. Поэтому в настоящем стандарте рассматриваются только относительные виброперемещения. Поскольку скорость

Издание официальное

вращения вала промышленной машины 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 машин, должны обеспечивать измерение общей вибрации в диапазоне частот, верхняя граница которого в 2,5 раза больше максимальной рабочей частоты вращения вала машины. Однако если измерения проводят в целях диагностики, желательно использовать более широкий диапазон частот.

4 Критерии оценки

Критерии оценки вибрационного состояния по абсолютным значениям и изменениям этих значений, а также соответствующие ограничения функционирования машины приведены в приложении А.

В качестве абсолютного значения, по которому осуществляют оценку, принимают больший из двух размахов виброперемещения, 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 машин, работающих в установившемся режиме на заданной номинальной скорости в номинальном диапазоне нагрузок, включая нормальные медленные изменения электрической нагрузки генератора. Эти критерии не применяют при других режимах работы машины, а также во время переходных процессов, таких как разгон и выбег с прохождением через критические скорости вращения вала.

Общее решение о вибрационном состоянии машин, как правило, принимают на основе результатов измерений как колебаний вала, как определено выше, так и вибрации на невращающихся частях (ГОСТ Р ИСО 10816-3).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Критерии оценки вибрационного состояния промышленных машинных комплексов при их работе в заданном режиме

А.1 Общие положения

Для оценки вибрации валов машин по измерениям внутри или вблизи подшипников используют два критерия. По одному рассматривают абсолютные значения наблюдаемой широкополосной вибрации вала; по второму — изменения этого абсолютного значения, безотносительно к тому, повышается это значение или понижается.

А.2 Критерий 1. Абсолютные значения вибрации при работе машины 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 машины и принятия решений о необходимых действиях в конкретной ситуации устанавливают следующие зоны состояния.

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

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

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

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

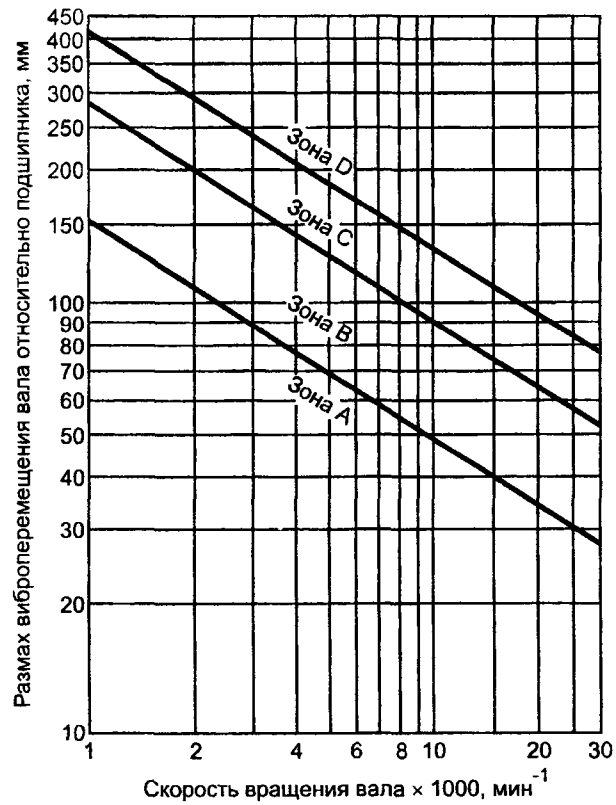

Рисунок А.1 — Рекомендуемые значения максимальных относительных перемещений вала в зависимости от максимальной рабочей скорости вращения вала машины

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 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 конкретной машины 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 изготовителю, как правило, необходимо объяснить причину изменения граничных значений и, в частности, подтвердить, что машина 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 машины 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 машины 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 машины 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 наблюдении 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 машины в новых условиях.

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

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 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 при наблюдении только за изменением широкополосной вибрации бывает сложно выявить рост трещины. 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

Для многих машин, особенно малой мощности или небольших размеров, нет необходимости проводить контроль вибрации в непрерывном режиме. Но если такой контроль проводят, при этом 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 машину можно эксплуатировать в течение некоторого периода времени, пока проводят исследования причин изменения вибрации и определяют комплекс необходимых мероприятий.

ОСТАНОВ — для определения значения вибрации, при превышении которого дальнейшая эксплуатация машины может привести к ее повреждениям. При достижении уровня ОСТАНОВ следует принять немедленные меры по снижению вибрации или остановить машину.

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 машин уровень ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ может существенно изменяться: возрастать или уменьшаться. Обычно этот уровень устанавливают относительно некоторого базового значения (базовой линии), определяемого для конкретной машины и определенного положения и направления измерений по опыту эксплуатации этой машины.

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 машин, начальную установку уровня ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ следует проводить либо исходя из опыта эксплуатации аналогичных машин, либо относительно согласованного приемлемого значения. Спустя некоторое время по наблюдениям за вибрацией машины следует установить постоянную базовую линию и соответствующим образом скорректировать уровень ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.

Изменение базового значения (например вследствие капитального ремонта машины) 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 машины; он может зависеть от различных конструктивных особенностей машины, применяемых для того, чтобы машина могла противостоять воздействию аномальных динамических сил. Таким образом, уровень ОСТАНОВ, как правило, будет одним и тем же для машин аналогичных конструкций и не будет связан с базовой линией.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Библиография

[1] ИСО 7919-2—96 Вибрация машин без возвратно-поступательного движения Измерения на вращающихся валах и критерии оценки состояния Часть 2 Крупные стационарные паротурбинные агрегаты

[2] ИСО 7919-5—97 Вибрация машин без возвратно-поступательного движения Измерения на вращающихся валах и критерии оценки состояния Часть 5 Машинные агрегаты на гидроэлектрических и насосных станциях

УДК 621.9:534.1.08:006.354 ОКС 17.160 Т34 ОКСТУ 0011

Ключевые слова: вибрация, машины, машинные комплексы, вращающиеся валы, измерения, оценка, контроль, вибрационное состояние

Редактор *Т А Леонова*
Технический редактор *Н С Гришанова*
Корректор *М С Кабашова*
Компьютерная верстка *С В Рябовой*

Изд лиц № 021007 от 10 08 95 Сдано в набор 07 02 2000 Подписано в печать 14 03 2000 Усл печ л 0,93 Уч -изд л 0,60
Тираж 291 экз С 4665 Зак 216

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

gost.e-ecolog.ru