ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 3046-5— 2004

Двигатели внутреннего сгорания поршневые

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Часть 5

Крутильные колебания

ISO 3046-5:2001
Reciprocating internal combustion engines — Performance — Part 5: Torsional vibrations (IDT)

Издание официальное

БЗ 2—2004/284

Москва
ИПК Издательство стандартов
2004

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Задачи, основные принципы и правила проведения работ по государственной стандартизации в Российской Федерации установлены ГОСТ Р 1.0—92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения» и ГОСТ Р 1.2—92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки государственных стандартов»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Центральным научно-исследовательским дизельным институтом (ЦНИДИ)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 235 «Дизели судовые, тепловозные и промышленные»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Госстандарта России от 9 марта 2004 г. № 113-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 3046-5:2001 «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 5. Крутильные колебания»

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателе «Национальные стандарты, а текст этих изменений — в информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе «Национальные стандарты»

© ИПК Издательство стандартов, 2004

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативная ссылка 1
3 Термины и определения 1
4 Расчет крутильных колебаний и напряжений 2
5 Измерения крутильных колебаний 3
6 Общие требования 4

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Двигатели внутреннего сгорания поршневые

ХАРАКТЕРИСТИКИ

Часть 5

Крутильные колебания

Reciprocating internal combustion engines — Performance — Part 5: Torsional vibrations

Дата введения — 2005—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на установки с поршневыми двигателями внутреннего сгорания судовыми, тепловозными и промышленными двигателями (далее — двигатели).

Стандарт устанавливает расчет и методы измерения крутильных колебаний в валопроводах установок (далее — установки).

Настоящий стандарт не распространяется на установки, используемые для привода тракторов, строительно-дорожных и землеройных машин, автомобилей и самолетов.

2 Нормативная ссылка

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на ГОСТ 10150—88 Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Общие технические условия

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по указателю «Национальные стандарты», составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **установка:** Совокупность механизмов, включающая в себя один или несколько двигателей и приводимых ими устройств

3.2 **валопровод (система валов):** Совокупность элементов установки, соединение которых допускает возможность их вращения.

Примечание — В расчетах крутильных колебаний валопровод рассматривают как единое целое.

3.3 **крутильные колебания:** Колебательные угловые деформации (скручивание) валопровода при вращении.

3.4 **амплитуда крутильных колебаний:** Максимальное угловое перемещение, замеренное в сечении, перпендикулярном оси вала, между рассматриваемым и некоторым произвольным угловым положением, принимаемым за начало отсчета.

3.5 **частота собственных колебаний:** Параметр, который может быть рассчитан при решении уравнения движения недемпфированной системы.

Примечание — Частоту собственных колебаний демпфированной системы, как правило, не рассчитывают.

3.6 **вектор свободных колебаний:** При наличии колебаний системы с частотой собственных колебаний — амплитуда колебаний данного сечения, отнесенная к амплитуде колебаний некоторого произвольного сечения (являющегося точкой отсчета), принятой за единицу.

Издание официальное

3.7 **упругая линия (форма колебаний):** Огибающая векторов свободных колебаний по всем сечениям.

3.8 **узел крутильных колебаний:** Точка упругой линии валопровода, в которой относительная амплитуда вектора свободных колебаний равна нулю.

3.9 **форма свободных крутильных колебаний:** Форма крутильных колебаний, характеризующаяся определенной частотой собственных колебаний и соответствующей упругой линией.

Примечание — Примерами являются первая (одноузловая) или вторая (двухузловая) формы крутильных колебаний.

3.10 **возмущающий крутящий момент:** Периодический крутящий момент, возникающий при работе двигателя и/или приводимого устройства, который вызывает крутильные колебания валопровода.

3.11 **гармоника**: Каждый член ряда синусоидальных составляющих (ряда Фурье), в который может быть разложен крутящий момент.

Примечание — Любая из этих гармоник теоретически может вызвать резонанс при соответствующей частоте вращения валопровода. Составляющие ряда Фурье записывают в порядке возрастания частоты. Первая гармоника соответствует первому члену ряда (даже если ее амплитуда равна нулю) и т. д. Постоянная составляющая представляет собой значение среднего крутящего момента.

3.12 **порядок колебаний:** Частота колебаний за один оборот, соответствующая каждой из гармоник.

Примечание — Для двухтактного двигателя имеют место только целые порядки (1, 2, 3 и т. д.), а для четырехтактного двигателя — целые и половинные порядки (0,5; 1; 1,5; 2 и т. д.).

3.13 **резонансная частота вращения:** Частота, при которой валопровод входит в резонанс (т. е. частота возмущающего крутящего момента одной из гармоник становится равной частоте одной из форм собственных колебаний).

3.14 **суммарное напряжение в данной точке:** Напряжение крутильных колебаний в данном сечении валопровода под действием всех гармонических составляющих возмущающего крутящего момента с учетом амплитуды и фазы напряжения, создаваемых каждой гармоникой.

Примечание — При расчетах суммарного напряжения не учитывают напряжение от среднего крутящего момента.

3.15 **дополнительное напряжение от крутящего момента:** Напряжение, вызванное крутильными колебаниями данной гармоники, наложенное на напряжение скручивания от среднего крутящего момента, приложенного к данной части валопровода.

3.16 **запретная зона:** Диапазон частоты вращения, в котором напряжения, вызванные крутильными колебаниями, превосходят значения, допускаемые для длительной работы.

Примечание — Несмотря на то, что длительная работа в этом диапазоне запрещена, переход через него допустим при условии, что он не представляет опасности для валопровода.

4 Расчет крутильных колебаний и напряжений

4.1 По динамическим характеристикам валопровода можно вычислить:

- частоту и формы свободных колебаний;
- реакции системы на возмущения.

Поставщик установки несет ответственность, если это оговорено в контракте, за расчеты крутильных колебаний с использованием одного из общепринятых методов, согласованного между заинтересованными сторонами, а также, при необходимости, за допустимые упрощения, принятые при расчетах.

4.2 Метод расчета

4.2.1 Свободные колебания

Рассчитывают частоты свободных собственных колебаний и собственных векторов линейной системы уравнений, описывающей недемпфированный валопровод.

4.2.2 Вынужденные колебания

Решают систему дифференциальных уравнений с правой частью, описывающей возмущающий крутящий момент от двигателя и, при необходимости, от других элементов валопровода, для которых этот момент не может считаться пренебрежимо малым.

4.3 Исходными данными для расчета крутильных колебаний являются: полярный момент инерции, крутильная жесткость каждого из элементов, возмущающий крутящий момент, диапазон частоты вращения и параметры рабочих режимов, а также, при необходимости, характеристики демпфирования крутильных колебаний.

4.4 В результате расчетов определяют:

- частоты собственных колебаний, формы свободных колебаний и резонансные частоты вращения;
- напряжения скручивания в соединениях валопровода;
- моменты от крутильных колебаний в эластичных муфтах и другие параметры, зависящие от этих моментов;
- амплитуды крутильных колебаний на массах валопровода;
- тепловую энергию, выделяемую в соединительных муфтах и других демпфирующих элементах;
- допускаемые напряжения (моменты) всех элементов валопровода для длительных и переходных режимов.

Результаты расчетов могут быть использованы также, при необходимости, для вычисления моментов от крутильных колебаний в зубчатых передачах.

4.5 Напряжения, вызванные крутильными колебаниями в валопроводе установки, не должны превышать допустимые значения в пределах всего рабочего диапазона частоты вращения. Эти допустимые значения различны для длительных и переходных режимов.

4.6 Двигатель не должен иметь запретных зон частот вращения в рабочем диапазоне, обусловленных крутильными колебаниями в соответствии с требованиями ГОСТ 10150.

4.7 В установке при обнаружении запретных зон опасных крутильных колебаний в рабочем диапазоне частоты вращения поставщик установки совместно с изготовителями двигателя и приводимых устройств принимают меры по устранению этих опасных крутильных колебаний или избежанию этих зон.

Переход через запретную зону возможен, если возникающие напряжения не превышают значений, допускаемых для быстрого перехода.

4.8 Поставщик установки обязан представить отчет по результатам расчета крутильных колебаний, если это оговорено по условиям контракта.

В отчет должны быть включены основные характеристики двигателей, конфигурация валопровода, а также результаты расчетов в соответствии с 4.4. Если для выполнения расчета поставщик установки заключил договор с контрагентом, то это должно быть указано в отчете.

5 Измерения крутильных колебаний

5.1 Поставщик установки должен выполнить измерения крутильных колебаний валопровода, если это указано в условиях контракта, с целью проверки результатов расчетов. В контракте должны быть указаны вид измерения и точки валопровода, в которых определяют амплитуды колебаний.

5.2 В качестве датчика крутильных колебаний могут быть использованы следующие устройства:

- вихретоковый датчик (бесконтактный);
- тензодатчик;
- оптический дешифратор.

По согласованию между заказчиком и поставщиком установки могут быть использованы и другие методы измерения.

5.3 В зависимости от применяемого метода нижеследующие параметры определяют и указывают в отчете об испытаниях:

- частота вращения валопровода;
- мощность двигателя;
- амплитуда крутильных колебаний;
- деформации;
- температура окружающей среды;
- частота собственных колебаний и резонансные частоты вращения.

Дополнительный параметр, который может влиять на крутильные колебания, — порядок вспышек в цилиндрах двигателя.

По согласованию между заказчиком и поставщиком установки номенклатура измеряемых параметров может уточняться.

5.4 Поставщик установки должен представить отчет об испытаниях, если это предусмотрено условиями контракта.

В отчет должны быть включены основные характеристики двигателя, конфигурация валопровода, результаты проведенных измерений, а также характеристики испытательного стенда. В отчете также должны быть указаны тип, точность и метод тарировки измерительных приборов, места установки измерительных датчиков. Если у поставщика в субконтракте предусмотрены измерения крутильных колебаний, это должно быть четко отражено в отчете об испытаниях.

Если условия проведения испытаний отличаются от указанных в контракте, то до начала испытаний должно быть принято соглашение, в котором были бы оговорены влияние изменения условий и способ соответствующей корректировки результатов измерений.

При наличии существенного расхождения между расчетными и экспериментальными результатами должна быть выполнена корректировка расчета с использованием измеренных параметров.

Если поставщик установки заключил договор с контрагентом для выполнения испытаний, то это должно быть указано в отчете об испытаниях.

6 Общие требования

6.1 Поставщиком установки могут быть заинтересованные стороны, а также третья сторона.

Если покупатель приобретает двигатель у одного изготовителя, а приводимое устройство у другого, то поставщиком установки считают покупателя.

6.2 По требованию заказчика поставщик установки может дать гарантии нормальной работы установки в части крутильных колебаний при условии выполнения инструкции по монтажу, эксплуатации и обслуживанию.

6.3 Если требуется расчет крутильных колебаний всего валопровода установки, то ответственность за такой расчет несет поставщик установки даже в случае, если расчет выполняется контрагентом по договору с поставщиком установки.

6.4 Поставщик установки выбирает методы расчета и измерений по согласованию с заказчиком или с действующей от его имени инспектирующей организацией, или с классификационным обществом.

Поставщик установки несет ответственность за расчеты и измерения крутильных колебаний даже в тех случаях, когда расчеты и измерения выполняет по его заказу поставщик одного из элементов установки.

6.5 При наличии диапазона рабочих частот вращения, опасных с точки зрения возможности повреждений в результате крутильных колебаний, поставщик установки обязан по согласованию с другими сторонами принять необходимые меры для устранения критических крутильных колебаний либо для исключения возможности работы в указанном диапазоне частот вращения.

6.6 Поставщик установки несет ответственность за любые возможные изменения валопровода, которые должны быть согласованы с изготовителями отдельных элементов и другими заинтересованными сторонами.

УДК 621.436:006.354 ОКС 27.020 Г84 ОКП 31 2000

Ключевые слова: судовые, тепловозные и промышленные двигатели: установка; крутильные колебания

Редактор *В.П. Огурцов*
Технический редактор *О.Н. Власова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 08.04.2004. Подписано в печать 28.04.2004. Усл. печ. л. 0,93.
Уч.-изд. л. 0,60. Тираж 240 экз. С 2333. Зак. 496.

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Колодезный пер., 14.
gost.e-ecolog.ru e-mail: gost.e-ecolog.ru
Набрано в Издательстве на ПЭВМ
Отпечатано в филиале ИПК Издательство стандартов — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.
Плр № 080102

gost.e-ecolog.ru