ЕВРАЗИЙСКИЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ (ЕАСС)

EURO-ASIAN COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION (EASC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 30938— 2002

КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ Определение вибрационных характеристик малых и средних поршневых компрессоров и нормы вибрации

(ISO 2372:1974, MOD)

Издание официальное

Зарегистрирован
№ 5745
" 22 " апреля 2008 г.

МГС

Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации
Минск

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Евразийский Совет по стандартизации, метрологии и сертификации (ЕАСС) представляет собой региональное объединение национальных органов по стандартизации государств, входящих в содружество Независимых Государств. В дальнейшем возможно вступление в ЕАСС национальных органов по стандартизации других государств.

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0-92 "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и ГОСТ 1.2-97 "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила, рекомендации по межгосударственной стандартизации. Порядок разработки, принятия, обновления и отмены".

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН: Научно-производственным акционерным обществом «НИКМАС».

2 ВНЕСЕН Госпотребстандартом Украины

3 ПРИНЯТ Евразийским Советом по стандартизации, метрологии и сертификации по переписке (протокол № 22-2002 от 6 ноября 2002 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004-97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Азербайджан	AZ	Азстандарт
Армения	AM	Минторгэкономразвития
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркменистан	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Украина	UA	Госпотребстандарт Украины

4 Настоящий стандарт соответствует международному стандарту ИСО 2372-1974 «Механическая вибрация машин с рабочими скоростями от 10 до 200 об/с. Основные положения разработки аттестационных стандартов» (ISO 2372:1974 “Mechanical vibration of machines with operating speeds from 10 to 200 rev/s – Basis for specifying evaluation standards") в части определения и норм вибрационных характеристик и оценки технического состояния подшипников.

Настоящий стандарт идентичен ДСТУ 3162-95

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных (государственных) стандартов, издаваемых в этих государствах.

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в указателях (каталогах) стандартов, а текст изменений – в информационных указателях стандартов. В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе стандартов.

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории указанных выше государств принадлежит национальным (государственным) органам по стандартизации этих государств.

СОДЕРЖАНИЕ

		С.
1.	Область применения	1
2.	Нормативные ссылки	1
3.	Общие положения	2
4.	Классификация поршневых компрессоров	2
5.	Технические вибрационные характеристики	3
6.	Объем вибрационных испытаний	3
7.	Средства измерения	3
8.	Условия определения вибрационных характеристик	3
9.	Измерение вибрационных характеристик	4
10.	Определение и контроль вибрационных характеристик корпусов подшипников	4
11.	Определение и контроль вибрационных характеристик цилиндров	6
12.	Определение и контроль вибрационных характеристик функциональных трубопроводов компрессора	6
13.	Оформление результатов определения и контроля вибрационных испытаний	8
Приложение А Интенсивность основных виброакустических источников поршневых компрессоров		10
Приложение Б Протокол определения вибрационных характеристик		15

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

КОМПРЕССОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
Определение вибрационных характеристик малых и средних поршневых компрессоров и нормы вибрации

COMPRESING EQUIPMENT
Determination of vibration characteristics
of few and midle piston compressors and norms vibration

Дата введения -

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на малые и средние поршневые компрессоры (далее — компрессоры).

Стандарт устанавливает методы определения и нормы технических вибрационных характеристик компрессоров и их функциональных трубопроводов.

Требования разделов 3, 5 — 11 настоящего стандарта являются обязательными. Другие требования стандарта могут быть использованы как рекомендации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте приведены ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.4.012—83 ССБТ. Вибрация. Средства измерения и контроля вибрации на рабочих местах. Технические требования

ГОСТ 20073—81 Компрессоры воздушные поршневые стационарные общего назначения. Правила приемки и методы испытаний

ГОСТ 25275—82 Система стандартов по вибрации. Приборы для измерения вибрации вращающихся машин. Общие технические требования

ГОСТ 27.202—83 Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготовляемой продукции

ГОСТ 27.410—87 Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность

ГОСТ 30936-2002 Компрессорное оборудование. Определение вибрационных характеристик. Общие требования

ГОСТ 30937-2002 Компрессорное оборудование. Определение вибрационных характеристик центробежных компрессоров и нормы вибрации

ГОСТ 31141-2002 Компрессорное оборудование. Вибрационные характеристики и защита от вибрации. Правила изложения и оформления

Издание официальное

3 Общие положения

3.1 Определение и контроль вибрационных характеристик для оценки вибрационной безопасности компрессорного оборудования — по ГОСТ 30936.

3.2 Определенней контроль технических вибрационных характеристик составных частей компрессорного оборудования (мультипликатора, электродвигателя, осевых вентиляторов системы охлаждения, объемных гидроприводов и систем смазочных) — по ГОСТ 30936.

3.3 Требования к изложению и оформлению технических документов на компрессоры — по ГОСТ 31141.

4 Классификация поршневых компрессоров

4.1 По виброактивности поршневые компрессоры подразделяются на следующие классы:

класс 1 — компрессоры, у которых уравновешены первого и второго порядка опрокидывающий (противодействующий) момент и силы инерции поступательно движущихся масс, а также центробежные силы (установкой противовесов, проведением статической и динамической балансировки);

класс 2 — компрессоры, у которых уравновешены только силы инерции поступательно движущихся масс (первого и второго порядка) и центробежные силы (установкой противовесов, проведением статической балансировки);

класс 3 — компрессоры, у которых уравновешены только силы инерции первого порядка поступательно движущихся масс и центробежные силы.

4.2 По способу установки на основание компрессоры подразделяются на:

— жестко закрепленные;

— установленные на виброизолирующие опоры.

5 Технические вибрационные характеристики

5.1 Для подшипников и цилиндров компрессора устанавливают следующие вибрационные характеристики:

— общие средние квадратические значения виброскорости;

— общие средние квадратические значения виброускорения;

— общие средние квадратические значения виброускорения в третьоктавных полосах частот;

— интенсивность основных виброакустических источников в контрольных точках (по приложению А).

5.2 Для функциональных трубопроводов компрессора устанавливают следующие вибрационные характеристики:

— общие средние квадратические значения виброскорости;

— общие средние квадратические значения виброускорения;

— размах вибросмещения в диапазоне частот до 10 Гц (при наличии низкочастотных колебаний).

6 Объем вибрационных испытаний

6.1 Объем испытаний компрессоров — по ГОСТ 30937.

7 Средства измерения

7.1 Для измерения параметров вибрации необходимо применять средства измерения по ГОСТ 25275 и ГОСТ 12.4.012. Для виброускорения верхняя граница диапазона частот должна быть увеличена до 10 кГц.

7.2 Погрешность измерений параметров вибрации необходимо определять по ГОСТ 30936.

7.3 Применяемые для измерений параметров вибрации средства измерения должны быть проверены органами Госстандарта.

8 Условия определения вибрационных характеристик

8.1 Компрессор должен быть установлен на фундаменте. Крепление компрессора должно соответствовать техническим документам (жесткое или на виброизолирующих опорах).

8.2 При проведении испытаний на заводском стенде необходимо проверить динамическую жесткость фундамента и отсутствие резонанса, связанного с креплением составных частей компрессорного оборудования к основанию.

Если величина виброскорости, измеренная в горизонтальном и вертикальном направлениях у основания компрессорного агрегата, не превышает 50 % величины виброскорости, измеренной в том же направлении для данного подшипника, то динамическая жесткость фундамента и подшипника удовлетворительна.

8.3 Неплоскостность рабочего участка поверхности, на которой закрепляется компрессор, не должна превышать неплоскостность его опорной поверхности. Зазоры между сопрягаемыми поверхностями (очищенными от краски и ржавчины) следует устранять неупругими прокладками общей толщиной не более 1,0 мм. Соединяемые валы составных частей компрессорного оборудования в рабочем его состоянии должны иметь соосность. Для этого необходимо проверить осевое и угловое их смещение и при необходимости сделать выверку составных частей компрессорного оборудования.

8.4 Измерение параметров вибрации необходимо проводить при стационарном режиме работы в соответствии с программой работ или при штатных режимах эксплуатации. Стационарный режим работы определяется стабильностью показаний контрольно-измерительных приборов. Отклонение параметров — по ГОСТ 20073.

Компрессор должен быть прогрет (не менее одного часа) и обкатан.

9 Измерение вибрационных характеристик

9.1 Измерение параметров вибрации следует проводить по ГОСТ 30937.

10 Определение и контроль вибрационных характеристик корпусов подшипников

10.1 Объектом измерения являются все подшипниковые опоры компрессора. При отсутствии доступа к подшипниковым опорам необходимо проводить измерения параметров вибрации на участках корпуса составных частей компрессора, непосредственно примыкающих к подшипникам. Не допускается использовать в качестве точек измерения элементы подшипниковой опоры, не имеющие жесткой связи с вкладышами подшипников. Параметры вибрации должны быть измерены в трех направлениях: вертикальном (В), поперечном (ГО и осевом (О) по отношению к оси вала компрессора.

Точки измерения должны располагаться как можно ближе к оси вала. Рекомендуется вертикальную составляющую вибрации измерять на верхней части крышки подшипника, над серединой ее вкладыша, а поперечную и осевую составляющие вибрации — на уровне оси вала.

10.2 Нумерацию подшипников компрессора рекомендуется проводить от свободного конца вала привода.

10.3 Общие средние квадратические значения виброскорости подшипниковых опор жестко закрепленного компрессора приведены в таблице 1, а для компрессоров, установленных на виброизолирующих опорах, — в таблице 2. Общие средние квадратические значения виброускорения корпусов подшипников компрессорного агрегата приведены в таблице 3.

Таблица 1 — Общие средние квадратические значения виброскорости (мм/с) корпусов подшипников компрессора при жестком креплении

Техническое состояние		Класс компрессора		
Зона	Оценка	1	2	3
A	хорошо	до 4,5 вкл.	до 7,1 вкл.	до 11,2 вкл.
B	приемлемо	св. 4,5 « 7,1 «	св. 7,1 «11,2«	св. 11,2 «18«
C	допустимо	« 7,1 « 11,2 «	« 11,2« 18«	« 18 «28 «
D	недопустимо	«11,2	« 18	« 28

Таблица 2 — Общие средние квадратические значения виброскорости (мм/с) корпусов подшипников компрессора при установке на виброизоляторах

Техническое состояние		Класс компрессора		
Зона	Оценка	1	2	3
A	хорошо	до 7, 5 вкл.	до 11,2 вкл.	до 18 вкл.
B	приемлемо	св. 7 ,1«11,2«	св. 11,2 « 18 «	св. 18 « 28 «
C	допустимо	« 11, 2 «18«	« 18 « 28 «	« 28 « 45 «
D	недопустимо	« 18	« 28	« 45 «

Таблица 3 — Общие средние квадратические значения виброускорения (м/с) корпусов подшипников компрессора

Техническое состояние		Класс компрессора		
Зона	Оценка	1	2	3
A	хорошо	до 5 вкл.	до 7 вкл.	до 11 вкл.
B	приемлемо	св. 5 до 7 вкл.	св. 7 до 11 вкл.	св. 11 до 28 вкл.
C	допустимо	« 7 « 11 «	« 11 « 28 «	« 28 « 71 «
D	недопустимо	«11	«28	«71

10.4 Нормы вибраний составных частей компрессорной установки необходимо определять по ГОСТ 30936.

10.5 При техническом обосновании и после проведения приемочных и определительных испытаний на надежность по ГОСТ 27.410 и ГОСТ 27.202 и определении прогнозированного остаточного ресурса составных частей по ГОСТ 31141 (приложение В) допускается нормы вибрации составных частей компрессорной установки изменять после согласования с головной организацией по компрессоростроению и заказчиком.

10.6 Компрессор рекомендуется остановить, если при стационарном режиме работы произошло внезапное изменение общих среднеквадратических значений виброскорости (на 1 мм/ с и более).

10.7 Определение гарантированных значений вибрационных характеристик более высокого уровня необходимо производить при приемочных и определительных испытаниях опытного образца компрессора и приводить в технических документах по ГОСТ 31141.

10.8 Интенсивность основных виброакустических источников компрессора необходимо определять по приложению А.

11 Определение и контроль вибрационных характеристик цилиндров

11.1 Объектом измерения являются все головки цилиндров. Параметры вибрации должны быть измерены в трех направлениях: вертикальном (В), поперечном (П) и осевом (О) по отношению к оси нагнетательного трубопровода или к оси вала компрессора.

11.2 Нумерацию цилиндров необходимо проводить в соответствии с номером ступени и ряда компрессора.

11.3 Нормы виброскорости цилиндров приведены в таблице 2.

12 Определение и контроль вибрационных характеристик функциональных трубопроводов компрессора

12.1 Точки измерения вибрации фунциональных трубопроводов компрессора определяют следующим образом:

— на прямолинейном участке параметры вибрации должны измеряться в двух направлениях: вертикальном (В) и поперечном (П) относительно оси трубопровода и плоскости пола;

— в углах поворотов трубопроводов вибрацию необходимо измерять в двух сечениях смежных сторон по двум взаимно перпендикулярным направлениям (В и П) в каждом сечении;

— в тройниковых соединениях — в одной точке по трем взаимноперпендикулярным осям.

На прямолинейных участках трубопроводов точки измерения вибрации должны располагаться по возможности равномерно по длине. Количество точек определяется исходя из длины участка между неоднородностями: до 1,5 м — 1 точка, до 3 м — 2 точки, до 4 м — 3 точки и более 4 м — 4 точки.

12.2 Общие средние квадратические значения виброскорости трубопроводов приведены в таблице 4, а размаха вибросмещения — в таблице 5.

Таблица 4 — Общие средние квадратические значения виброскорости (мм/с) трубопроводов

Техническое состояние		Класс компрессора		
Зона	Оценка	I	2	3
A	хорошо	до 7,1 вкл. св.	до 11,2 вкл. св.	до 18 вкл. св.
B	приемлемо	7,1 «11,2« «11,2	11,2 « 18 « « 18	18 «28« « 28 «
C	допустимо	« 18 « «18	« 28 «	45 « « 45
D	недопустимо		« 28	

Таблица 5 — Размах вибросмещения трубопроводов (мкм)

Техническое состояние		Размах вибросмещения
Зона	Оценка	
A	хорошо	до 228 вкл.
B	приемлемо	св. 228 « 446 «
C	допустимо	« 446 « 707 «
D	недопустимо	св. 707

13 Оформление результатов определения и контроля вибрационных испытаний

13.1 После проведения вибрационных испытаний компрессорного агрегата во всем диапазоне режимов его работы необходимо определить интенсивность основных виброакустических источников по приложению А, построить контурные, режимные, смазочные, скоростные и временные технические вибрационные характеристики, оценить техническое состояние составных частей компрессорного оборудования и его вибрационную безопасность.

13.2 Результаты испытаний оформляют отчетом и протоколом определения вибрационных характеристик на номинальном режиме роботы.

13.3 В техническом отчете по испытанию исследуемого образца необходимо привести:

— описание объекта испытания, указав разработчика и изготовителя составных частей компрессорного оборудования;

— газодинамические характеристики;

— результаты совместных газодинамических и виброакустических испытаний (режимную вибрационную характеристику) с указанием характеристик сжимаемого газа;

— результаты определения контурных, смазочных, скоростных и временных (за время, назначенное в программе ресурсных испытаний) характеристик ;

— результаты расчета гарантированных значений вибрационных характеристик ;

— результаты оценки вибрационной безопасности компрессорного оборудования;

— оценку технического состояния и при необходимости обоснование технически достижимых вибрационных характеристик;

— оценку стабильности качества производства первой промышленной партии компрессоров;

— результаты оценки параметров надежности, проводимой по параметрам качества изготавливаемого компрессорного оборудования и по данным испытаний на надежность.

Результаты оценки стабильности качества производства, параметров надежности допускается оформлять отдельным отчетом после проведения исследований на производстве и местах эксплуатации компрессорного оборудования, который должен быть оформлен не позже, чем через два года после постановки продукции на производство и введения компрессорного оборудования в эксплуатацию.

13.4 Протокол определения вибрационных характеристик компрессора при номинальном режиме работы или при плановых режимах его эксплуатации необходимо оформить по приложению Б.

13.5 Вибрационные характеристики (технические и вибрационной безопасности) необходимо приводить в технических документах по ГОСТ 31141.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Интенсивность основных виброакустических источников поршневых компрессоров

А.1 Основные виброакустические источники поршневых компрессоров

А.1.1 Вибрация поршневых компрессоров определяется следующими причинами:

— неуравновешенностью поступательно движущихся масс;

— неуравновешенностью опрокидывающего (противодействующего) момента;

— дисбалансом вращающихся масс;

— несоосностью и перекосом валов;

— газовыми динамическими силами, периодически деформирующими крышки и стенки цилиндров и действующими на каркас компрессора через кривошипно-шатунный механизм;

— трением и ударами поршней о цилиндр;

— перекладкой поршня при возвратно-поступательном движении в цилиндре;

— трением и ударами в сочленениях механизма движения;

— ударами пластин в клапанах;

— колебаниями давления газа в трубопроводах и узлах межступенчатых коммуникаций;

— ударами в подшипниках качения (из-за несоосности — перекоса посадочных мест, отклонений формы наружного и внутреннего колец, разноразмерности тел качения, геометрических погрешностей сепаратора,
отклонений формы посадочных мест валов и корпусов подшипниковых узлов, увеличения радиального зазора);

— резонансами деталей и аэродинамическим резонансом объемов газа, а также резонансными явлениями, связанными с креплением составных частей компрессорного оборудования к основанию;

— динамическими возмущениями, передаваемыми от привода вентилятора, системы охлаждения и маслонасоса.

А.1.2 Вертикальная низкочастотная вибрация вызывается силами инерции поступательно движущихся частей и вертикальной составляющей центробежных сил. Горизонтальная низкочастотная вибрация обусловливается горизонтальной составляющей центробежных сил. Поворотные колебания двигателя относительно продольной оси вызываются переменной составляющей опрокидывающего момента и горизонтальной составляющей центробежных сил. Поворотные колебания компрессора относительно поперечной оси (галлопирование) вызываются моментами сил инерции поступательно движущихся масс и вертикальной составляющей центробежных сил. Поворотные колебания компрессора относительно вертикальной оси (рыскание) вызываются моментом горизонтальных составляющих центробежных сил. Силы инерции поступательно движущихся и вращающихся масс, моменты от этих сил определяются путем геометрического суммирования.

А.1.3 Силы инерции поступательно движущихся масс и их моменты, оставшиеся неуравновешенными, являются источником вибрации компрессора в продольной и поперечной плоскостях на частотах первой, второй и последующих четных гармоник частоты вращения. При наличии крутильных колебаний вала эти силы могут служить источником вибрации и на нечетных гармониках частоты вращения. Наибольшей величины силы инерции поступательно движущихся масс и их моменты достигают на первой и второй гармониках частоты вращения.

Инерционные составляющие опрокидывающего момента действуют в поперечной плоскости компрессора и на тех же частотах, что и инерционные силы, достигая наибольшей величины на второй гармонике частоты вращения.

Сила инерции вращающихся масс и момент этой силы являются источником вибрации компрессора в продольной и поперечной плоскостях только на первой гармонике частоты вращения.

Силы давления газа на поршень уравновешиваются в корпусе компрессора и не являются внешней силой. Однако, вызывая деформацию корпуса, эти силы при определенных условиях могут быть источником вибрации компрессора на частотах, кратных частоте вращения.

Газовые составляющие опрокидывающего (противодействующего) момента являются источником вибрации компрессора в поперечной плоскости на частотах гармонических составляющих спектра, кратных частоте вращения.

Суммарная тангенциальная сила, имеющая газовую и инерционную составляющие, совместно с неуравновешенной силой инерции вращающихся масс приложены к подшипникам коленчатого вала. Эти силы могут возбуждать вибрацию компрессора на частотах, которые определяются типом и конструктивным исполнением коренных подшипников.

Суммарная нормальная сила, прижимающая поршень к стенке цилиндра, в течение одного оборота коленчатого вала меняет направление своего действия, что приводит к ударам. Удары поршней о стенку вызывают вибрацию и шум в широком частотном диапазоне, интенсивность которых зависит от конструктивных и динамических параметров компрессора.

А.1.4 Первые сведения об источниках вибрации могут быть получены в результате определения влияния основных технических параметров компрессора на его вибрации. Для этого необходимо получить режимные и скоростные вибрационные характеристики (зависимости вибрации от давления нагнетания и частоты вращения).

Уменьшение уровня вибрации при снижении частоты вращения свидетельствует о том, что основным источником вибрации уменьшающейся дискретной составляющей являются инерционные силы. Если при уменьшении частоты вращения уровень вибрации остается неизменным, то основным источником вибрации является гармоника опрокидывающего момента.

Уменьшение нагрузки компрессора по давлению нагнетания приводит к соответствующему уменьшению величины гармоник опрокидывающего момента компрессора и уровней дискретных составляющих спектра вибрации на частотах, где этот источник является основным. Исключением может быть вторая гармоника частоты вращения, которая возбуждается силами инерции поступательно движущихся масс второго порядка. При уменьшении давления нагнетания снижается газовая составляющая опрокидывающего момента, а инерционная составляющая остается без изменения.

Сохранение уровней спектральных составляющих вибрации при изменении давления нагнетания свидетельствует о том, что на частотах соответствующих дискретных составляющих источником вибрации являются инерционные силы. Способ изменения режима работы компрессора не всегда обеспечивает достаточную точности, определения источников вибрации в низкочастотном диапазоне и в большинстве случаев позволяет сделать это лишь в первом приближении.

Для идентификации виброакустических источников необходимо использовать методы по ГОСТ 30936.

А.1.5 Для снижения уровня вибрации поршневого компрессора, прежде всего, целесообразно правильно выбрать конструктивную схему компрессора, используя критерии вибрационных свойств и применяя различные устройства для уравновешивания поступательно движущихся масс и противодействующих моментов (первого и второго порядков).

Ужесточение допусков на неравномерность нагрузок по цилиндрам, уменьшение до минимума разновесности деталей шатунно-поршневой группы, а также проведение тщательной статической и динамической балансировок вращающихся деталей позволяют значительно уменьшить амплитуды низкочастотной вибрации.

Уровень вибрации от ударов поршней о цилиндровые втулки зависит от материала втулки, ее массы и жесткости, от характера площади соприкосновения при ударах, величины поверхностей блока.

С колебанием цилиндров и пульсациями давления газа связаны колебания трубопроводов. Для устранения механического резонанса необходимо дополнительное крепление трубопроводов в пучности колебаний. Для устранения аэродинамического резонанса необходимо конструктивное изменение межступенчатой коммуникации, кроме того, ослабить пульсацию давления можно применением буферной емкости и с помощью дроссельной шайбы (диафрагмы) или вентиля, устанавливаемых в точке, где колебательная скорость стоячих волн достигает максимума. Наибольший эффект получается, когда акустическое сопротивление шайбы согласовано с волновым сопротивлением трубопровода. Условие согласования выражается формулой:

$$\frac{d_D}{d} = \sqrt[4]{\frac{c_o}{c}}, \qquad \text{(А.1)}$$

где $c_o = c_o \left(\frac{D}{d}\right)^2$ — средняя скорость газа в трубопроводе;

c — скорость звука;

c_m — средняя скорость поршня;

d_D, d, D — соответственно диаметры отверстий диафрагмы, трубопровода и цилиндра.

Для уменьшения вибрации консольных цилиндров необходимо увеличить жесткость основания и устранить резонансные явления.

А.2 Определение интенсивности основных виброакустических источников

А.2.1 Общие положения метода оценки интенсивности основных виброакустических источников компрессорного агрегата — по ГОСТ 30936.

А.2.2 Для определения интенсивности виброакустических источников в контрольных точках (на корпусах подшипников, цилиндрах) необходимо получить усредненный узкополосный спектр виброускорения и определить интенсивность следующих виброакустических источников:

а) интенсивность сил и моментов первого порядка L_1 (дБ) — выбрать из спектра составляющую первой гармоники частоты вращения;

б) интенсивность сил и моментов второго порядка L_2 (дБ) — выбрать из спектра составляющую второй гармоники частоты вращения;

в) интенсивность сил и моментов высокого порядка L_n (дБ) — выбрать из спектра все составляющие, связанные с частотой вращения, и просуммировать их по формуле (А.2) ;

г) интенсивность локальных экстремумов $L_э$ — выбрать из спектра составляющие, не связанные с частотой вращения, и просуммировать их по формуле (А.2) ;

д) интенсивность сплошных составляющих спектра L_c..

А.2.3 Выбранные дискретные составляющие и локальные экстремумы спектра виброускорения необходимо просуммировать для каждого источника колебаний (А.2.2) по формуле:

$$L = 10\lg\left(\sum_{i=1}^{n} \cdot 10^{0,1L_i}\right), \qquad (А.2)$$

где L_i — средние квадратические значения виброускорения в узкой полосе частот, дБ.

А.2.4 Интенсивность сплошных составляющих спектра L_c (дБ) определяют путем вычитания из общего уровня виброускорения интенсивности всех вышеприведенных виброакустических источников по формуле:

$$L_e = 10\lg(10^{0,1L\Sigma} - 10^{0,1L1} - 10^{0,1L2} - 10^{0,1Ln} - 10^{0,1Lэ}), \qquad (А3)$$

где L_{Σ} — общий уровень виброускорения;

L_1, L_2, L_n — соответственно интенсивность источников первого, второго и высокого порядка;

$L_э$ — интенсивность экстремумов спектра.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ
определения вибрационных характеристик

Предприятие, проводившее испытания — Дата

1 Вибрационные характеристики и метод их определения.

2 Вид и цель испытаний.

3 Источники вибрации (краткое описание компрессорного оборудования и номинальных параметров назначения компрессора).

4 Режим работы.

4.1 Рабочие параметры.

4.2 Характеристики сжимаемого газа.

4.3 Газодинамические характеристики.

5 Условия проведения измерений.

5.1 Атмосферные условия.

5.2 Место проведения испытаний.

5.3 Установка компрессорного оборудования (следует привести характеристику фундамента, опорной рамы и указать способ крепления к ним составных частей, тип виброизоляторов).

5.4 Замечания.

6 Средства измерения.

7 Схема расположения точек измерения вибрации.

8 Результаты определения технических вибрационных характеристик.

9 Результаты оценки вибрационного воздействия на работающих.

10 Выводы.

11 Сведения о тех, кто проводил измерения, оформлял протокол и его проверял (должности, ф. и. о., подписи).

УДК 621.51:658.3.043.4 МКС 23.140 Г89

Ключевые слова: компрессоры, поршневые компрессоры, компрессорное оборудование, вибрация, вибрационные характеристики, методы определения, уровни, оценка, подшипники, цилиндры, трубопроводы

gost.e-ecolog.ru