

«УТВЕРЖДЕНО»

Приказом № 04/ОБ от «01» декабря 2025 г.

Генеральный директор

ООО УЦПК «Балтех»  /М.В. Лисицкий/

«01» декабря 2025 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

VBS-300 «ВИБРОДИАГНОСТИКА И ВИБРОНАЛАДКА АГРЕГАТОВ РОТОРНОГО ТИПА (БАЛАНСИРОВКА И ЦЕНТРОВКА РОТОРОВ)»

(полное наименование программы ДПО)

форма подготовки: очная

объем (трудоемкость): 40 ак. часов

Составил:

М.В. Лисицкий

г. Санкт-Петербург

2025 г.



ОГЛАВЛЕНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ	3
1.1 Цель и задачи реализации образовательной программы	3
1.2 Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимые для освоения программы	4
1.3 Планируемые результаты обучения	4
1.4 Трудоемкость, режим занятий, форма обучения и аттестации	5
1.5 Календарный учебный график	5
2 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	6
2.1 Учебный план	6
2.2 Структура и примерное содержание программы	7
2.3. Перечень тем и содержание учебной работы слушателей на практических занятиях	10
3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ	11
3.1 Материально - техническое обеспечение лекционных и практических занятий	11
3.2 Методическое обеспечение программы	13
3.3 Информационное обеспечение обучения	13
4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ	14
5 АТТЕСТАЦИОННЫЙ ТЕСТ	16

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа курса VBS-300 «Вибродиагностика и виброналадка агрегатов роторного типа (балансировка и центровка роторов)» является образовательной программой дополнительного профессионального образования (ДПО), повышения квалификации специалистов на базе среднего профессионального и (или) высшего профессионального образования в области эксплуатации, ремонта, технического надзора и обслуживания промышленного оборудования.

Программа разработана в соответствии с основными нормативно-правовыми документами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

- Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. N 499 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам".

- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС): раздел «Общепрофессиональные квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях» и «Квалификационные характеристики должностей работников, занятых в научно-исследовательских учреждениях, конструкторских, технологических, проектных и изыскательских организациях», утвержденные Постановлением Минтруда РФ от 21.08.1998 № 37.

- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС): раздел «Квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих организаций электроэнергетики», утвержденные Постановлением Минтруда РФ от 29.01.2004 № 4.

- Единый квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих (ЕКС): раздел «Квалификационные характеристики должностей работников организаций атомной энергетики», утвержденный Приказом Минздравсоцразвития РФ от 10.12.2009 № 977.

Предметом изучения дисциплины являются цели, задачи и понятийный аппарат вибродиагностики машин и оборудования, центровки и балансировки роторов, виды систем вибродиагностики и вибромониторинга, методы анализа вибрационного состояния объекта, нормативная база контроля вибрации, центровки и балансировки промышленных машин.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Данная программа является программой дополнительного профессионального образования повышения квалификации на базе высшего и (или) среднего профессионального образования.

1.1 Цель и задачи реализации образовательной программы

Целью освоения учебной дисциплины является ознакомление слушателей с теоретическими основами вибрационной диагностики машин и оборудования, нормативной базой, формирование навыков вибромониторинга и вибродиагностики, кроме того, целью изучения дисциплины также

является формирование комплекса знаний и навыков по основам виброналадки оборудования.

Исходя из поставленной цели, данная программа повышения квалификации рассчитана на решение следующих задач:

- освоение теории и методов измерения и анализа вибрации;
- овладение технологиями вибрационного контроля на соответствие действующим нормам и диагностики причин недопустимого роста вибрации на роторном оборудовании;
- изучение теоретических основ виброналадки роторного оборудования;
- ознакомление со способами балансировки роторов на месте эксплуатации;
- освоение первичных навыков работы с современными многоканальными средствами вибродиагностики и вибромониторинга.

1.2 Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимые для освоения программы

Категория слушателей: лица с высшим или средним-специальным образованием, специалисты занятые в области технического обслуживания, ремонта и эксплуатации роторного оборудования использующие оборудование и системы для вибромониторинга, вибродиагностики и балансировки роторов (главный механик, энергетик, инженер, мастер по ремонту оборудования, инженер по техническому надзору, инженер по эксплуатации оборудования, инженер по наладке и испытаниям, инженер по оборудованию, инженер-электрик, электромеханик, монтажник оборудования, слесарь-наладчик, слесарь).

Наличие высшего и(или) среднего профессионального образования должно подтверждаться документом.

1.3 Планируемые результаты обучения

Слушатель в результате освоения программы данного курса должен:

- знать:

- физические основы вибрации роторного оборудования;
- методы измерения и анализа вибрации;
- нормативную базу контроля вибрации;
- основные источники вибрации роторного оборудования, диагностические признаки распознавания этих источников;
- особенности балансировки гибких и жестких роторов;
- особенности центровки промышленного оборудования;
- современные программно-технические средства контроля и анализа вибрации, балансировки роторов.

- уметь:

- осуществлять контроль вибрации роторного оборудования на соответствие нормам в установившихся и переходных режимах работы;
- выявлять основные причины повышенной вибрации агрегатов по диагностическим признакам;
- выполнять центровку муфтовых соединений;
- выполнять балансировку жестких роторов;
- оформлять отчеты по результатам проведения работ по вибродиагностике, центровке и

балансировке роторов.

1.4 Трудоемкость, режим занятий, форма обучения и аттестации

Код: VBS-300.

Артикул: 109-01.

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе: 40 академических часов.

Формы обучения: очная.

Продолжительность ежедневных учебных занятий: 8 учебных часов в день. Один учебный час составляет 45 мин. Кроме того, в дни, свободные от учебных занятий, предусмотрены факультативные занятия и консультации.

Форма аттестации: по окончании обучения проводится зачет в установленном порядке. По результатам зачета выдается удостоверение, установленного обучающей организацией образца.

1.5 Календарный учебный график

№ п/п	Наименование программы обучения	Часов	Дней	Месяцы года											
				01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1	VBS-300 «Вибродиагностика и виброналадка агрегатов роторного типа (балансировка и центровка роторов)»	40	5	В течение года, по мере набора группы											

Форма обучения	1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	Итого количество часов
Лекции	6	4	4	4	2	40
Практические занятия	2	4	4	4	4	
Итоговая аттестация					2	
Итого	8	8	8	8	8	

2 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1 Учебный план

№	Наименование разделов / модулей	Всего часов	В том числе:		Форма контроля / итоговая аттестация
			Лекции	Практические занятия	
1.	Введение в «Концепцию «Технологии Надежности»	3	3	-	Текущий контроль
2.	Основы вибрационного контроля	7	4	3	Текущий контроль
3.	Измерение и анализ вибрации	10	5	5	Текущий контроль
4.	Центровка роторного оборудования	9	4	5	Текущий контроль
5.	Балансировка роторов в собственных подшипниках	9	4	5	Текущий контроль
6.	Итоговая аттестация	2	2	-	Тестирование в электронной форме
	Всего:	40	22	18	

2.2 Структура и примерное содержание программ

Наименование разделов и тем	Объем часов	
	Лекции	Практические занятия
Раздел 1. Введение в «Концепцию «Технологии Надежности»	3	
Тема 1. Концепция «Технологии Надежности» - основа комплексного подхода к обслуживанию оборудования	1	
Тема 2. Стратегии диагностики и формы технического обслуживания и ремонта (ТОиР)	1	
Тема 3. Введение в направления технической диагностики и неразрушающего контроля	1	
Раздел 2. Основы вибрационного контроля	4	2
Тема 4. Основные характеристики вибрации.	2	
Тема 5. Простейшие колебательные системы. Собственные частоты колебательных систем. Резонанс.	1	
Тема 6. Основные документы, регламентирующие состояние оборудования по вибрационным параметрам. Нормы вибрации.	0.5	
Тема 7. Выбор точек контроля, режимов работы оборудования, периодичности контроля.	0.5	2
Раздел 3. Измерение и анализ вибрации	5	4
Тема 8. Измерительные преобразователи. Виды, типы и конструкции датчиков для измерения относительной и абсолютной вибрации. Способы их крепления, требования к месту установки.	1	1
Тема 9. Анализ формы сигнала. Фильтрация и спектральный анализ. Представление вибрации в частотной и временной форме. Измерение амплитуд и фаз вибрации. Выделение огибающей сигнала вибрации. Спектр огибающей сигнала вибрации. Преобразование Фурье.	2	
Тема 10. Виброметры и виброанализаторы. Многоканальные измерения. Программы вибрационного мониторинга и ведения баз данных. Маршруты измерений.	1	3

Раздел 4. Центровка роторного оборудования

		4	6
Тема 11. Базовые термины и определения		0.5	
Тема 12. Методы измерения и определения несоосности		0.5	2
Тема 13. Нормы по центровке роторного оборудования		0.5	4
Тема 14. Задача центровки муфтовых соединений • Механические методы центровки • Методы центровки на основе часовых индикаторов • Методы центровки на основе лазерных систем		0.5	
Тема 15. Меры безопасности при проведении работ по центровке оборудования		0.5	
Тема 16. Предварительные действия: • Контроль натяжения трубной обвязки • Требования, предъявляемые к соединительным муфтам • Контроль возможных деформаций корпусов, станины и фундамента • Требования к используемому подкладкам. Правила выбора • Учет тепловых расширений при выверке соосности валов и всплытия на масляном клине у подшипников скольжения		0.5	
Тема 17. Правила перемещения механизмов		0.5	
Тема 18. Оценка качества проведенных работ		0.5	
Раздел 5. Балансировка роторов в собственных подшипниках		4	6
Тема 19. Особенности балансировки в собственных подшипниках. Безфазная балансировка роторов.		1	
Тема 20. Особенности балансировки жестких роторов.		1	6
Тема 21. Особенности балансировки гибких роторов.		1	
Тема 22. Программы для балансировки и оборудования для балансировки.		1	
Итоговая аттестация		2	

ИТОГО: 40 ак. часов			22	18
---------------------	--	--	----	----

2.3. Перечень тем и содержание учебной работы слушателей на практических занятиях.

№ п/п	Темы занятий	Содержание учебной работы	Объём в часах
1.	Выбор точек контроля, режимов работы оборудования, периодичности контроля.	Работа на лабораторном стенде с портативными приборами для вибрационного контроля и мониторинга. Способы крепления вибродатчиков, установочный резонанс. Датчики оборотов (фазоотметчики).	1
2.	Измерительные преобразователи. Виды, типы и конструкции датчиков для измерения относительной и абсолютной вибрации. Способы крепления, требования к месту установки.	Работа на лабораторном стенде с портативными приборами для вибрационного контроля и диагностики. Измерение амплитуд и фаз вибрации.	1
2.	Виброметры и виброанализаторы. Многоканальные измерения. Программы вибрационного мониторинга и ведения баз данных. Маршруты измерений.	Работа на лабораторном стенде, имитирующим дефекты. Проведение измерений, сброс данных в базу. Графический анализ результатов измерений, сравнение с порогами, определение возможных причин повышенной вибрации. Составление отчетных документов.	1
3.	Виброналадка оборудования. Центровка валов.	Работа на лабораторном стенде. Проверка соосности валов. Центровка валов с помощью систем лазерной центровки.	5
4.	Виброналадка оборудования. Основы балансировка роторов в собственных подшипниках и на балансировочных станках. Форма отчета. Особенности балансировки в собственных подшипниках. Безфазная	Определение неуравновешенности ротора по параметрам вибрации его опор. Одно и двухплоскостная балансировка ротора на балансировочном стенде. Безфазная балансировка ротора.	5
5.	Основы вибрационной диагностики. Диагностика подшипников качения. Пик-фактор. Метод ударных импульсов. Огибающая высокочастотной вибрации. Технология PeakVue.	Работа на лабораторном стенде. Диагностика подшипников качения. Проведение измерений, сброс данных в базу. Графический анализ результатов измерений, сравнение с порогами, определение возможных причин повышенной вибрации. Составление отчетных документов.	5

3 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1 Материально - техническое обеспечение лекционных и практических занятий

Оснащение лекционного класса

Реализация теоретической части образовательной программы осуществляется с помощью учебного класса и следующих технических средств для организации процесса обучения:

- Персональные компьютеры с программным обеспечением BALTECH-Expert
- Акустическая система,
- Цифровой проектор,
- Проекционный экран,
- Магнитно-маркерная доска,
- Учебно-методические плакаты и информационные баннеры,
- Кулер для воды,
- Кондиционер воздуха,
- Письменные столы и стулья,
- Место преподавателя.

Лекционный класс:



Реализация практической части учебной программы курса осуществляется с помощью учебного класса и следующих технических средств, для организации процесса обучения:

- Столы для размещения учебных стендов,
- Учебные ламинированные плакаты,
- Магнитно-маркерная доска,
- BALTECH WS-3060 Тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов,
- BALTECH WS-3070 Тренировочный стенд для проведения работ по центровке валов, выверке шкивов, балансировке, вибродиагностике, тепловизионному контролю оборудования и монтажу подшипников,
- Учебный стенд для обслуживания подшипниковых узлов BALTECH Bearing (монтажный комплект для 10 монтажных (вариантов) деталей: 5 с муфтами, 2 с посадочными гнездами, 3 с муфтами и посадочными гнездами. Диаметр вала от 15 мм до 55 мм),
- BALTECH TSA-4040 Стенд-тренажер для обучения центровке валов,
- BALTECH TVP-3040 Учебный стенд для тренингов по вибродиагностике и балансировке,
- BALTECH Tools - инструмент для монтажа подшипников,
- Индукционные нагреватели серии BALTECH HI,
- Минилаборатории для проверки пригодности масла к эксплуатации BALTECH OA,

- ПРОТОН-СПП-II-УВХ - участок входного контроля на базе станда проверки подшипников качения,
- Системы для центровки валов лазерная серии КВАНТ и SA,
- Системы для центровки валов лазерная серии Fixturlaser,
- BALTECH VP – 3470 виброметр-балансировщик с программой ведения баз данных.

Класс для практических занятий:



Класс с диагностическим оборудованием



**Стенда контроля качества подшипников
Протон СПП**



**Учебный стенд BALTECH Bearing
монтаж/демонтаж подшипниковых узлов**



**BALTECH HI-1610 индукционный
нагреватель**

3.2 Методическое обеспечение программы

- Учебное пособие (книжное исполнение): «Основы вибродиагностики промышленного оборудования», «Основы центровки промышленного оборудования» учебно-справочное пособие: Лисицкий М.В., Калганов А.М.: Санкт-Петербург. ООО «Балтех». 2025.
- Техническое описание приспособлений, приборов и систем и станков для балансировки.
- Фирменная сумка (или пакет), блокнот, ручка для записей.

3.3 Информационное обеспечение обучения

Список литературы:

1. Вибрации в технике: Справочник. В 6-ти т. Под. ред. Генкина М.Д.- М.:Машиностроение, 1981- Т. 6. - 456 с.
2. Бочарников В.Ф. Техническая диагностика нефтепромыслового оборудования: Учебное пособие. - Тюмень: ТюмГНГУ, 1995. - 100 с.
3. Исакович М.М., Клейман Л.И., Перчанок Б.Х. Устранение вибраций электрических машин. – 2-е изд., Л.: Энергия. –1979, - 200 с.
4. Русов В.А. Спектральная вибродиагностика. 1 вып. – Пермь, изд. Фирмы "Вибро-Центр", 1996, 176 с.
5. Ивович В.А.. Онищенко В.Я. Защита от вибрации в машиностроении. – М.:Машиностроение, 1990. – 272 с.
6. Ширман А.Р. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. Москва: Наука, 1996. - 276 с
7. Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации. Учебное пособие. СПб. Изд. СПб ГМТУ. 2004. 151 с
8. Зусман Г.В., Барков А.В. Вибродиагностика. Учебное пособие. Под общей редакцией академика РАН В.В. Клюева. М., Издательский дом «Спектр». 2011. 214с
9. Неразрушающий контроль: Справочник: Т. 7: В 2 кн. Кн. 2: Ф.Я. Балицкий, А.В.Барков, Н.А. Баркова и др. Вибродиагностика, - М.: Машиностроение, 2005.
10. ГОСТ 24.346-80. Вибрация. Термины и определения
11. ГОСТ 24347-80. Вибрация. Обозначения и единицы
12. ГОСТ ИСО 2954-97 Вибрация машин с возвратно-поступательным и вращательным движением. Требования к средствам измерения.
13. ГОСТ IS016063-1-2013 Вибрация. Методы калибровки датчиков вибрации и удара. Часть 1. Общие положения.
14. ГОСТ Р.ИСО 20816 (все части). Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях
15. ГОСТ Р.ИСО 7919 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся частях.
16. ГОСТ Р 55265.2-2012 Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 2. Стационарные паровые турбины и генераторы мощностью более 50 МВт с рабочими частотами вращения 1500, 1800, 3000 и 3600 мин в степени минус 1.
17. ГОСТ ИСО 1940-1-2007. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 1. Определение допустимого дисбаланса.
18. ГОСТ ИСО 1940-2-99. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 2. Учет погрешностей оценки остаточного дисбаланса.
19. ГОСТ 31320-2006 (ИСО 11342:98). Методы и критерии балансировки гибких роторов
20. ГОСТ Р ИСО 20806 - 2007. Балансировка на месте роторов больших и средних размеров. Критерии и меры безопасности
21. ГОСТ ИСО 2371 Оборудование для балансировки механизмов на месте установки.

- Требования.
22. ГОСТ 26875-86. Вибрация. Аппаратура переносная балансировочная. Технические требования.
23. Калминский М.Л.:// Центровка валов электрических машин. – Москва. Энергия. 1972 г.
24. Кофман К.Д., Ризоватов А.В.: //Монтаж электродвигателей и вращающихся преобразователей. – Москва. Энергия. 1962г.
25. Иноземцев Е.К.: //Ремонт мощных электродвигателей. - Москва. Энергоатомиздат 1985г.

Программно-информационные ресурсы:

1. <http://www.baltech.ru>

4 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Текущий контроль и оценка результатов освоения учебной программы осуществляются преподавателем в процессе проведения практических занятий и тестирования в электронной форме.

Слушатель допускается к итоговой аттестации после изучения дисциплин в объеме, предусмотренном учебным планом дополнительной профессиональной программы повышения квалификации. Итоговая аттестация проводится комиссией в составе: председателя, секретаря и не менее 2-х членов комиссии.

Форма, условия проведения итоговой аттестации и перечень контрольных вопросов для проверки знаний разрабатываются аттестационной комиссией, утверждаются руководителем организации и доводится до сведения обучающихся в начале обучения.

При освоении программы повышения квалификации параллельно с получением высшего образования, удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

Лицам, успешно освоившим данную программу, и прошедшим итоговую аттестацию выдается удостоверение о повышении квалификации.

Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть образовательной программы, выдается справка установленного образца об обучении (о периоде обучения).

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
Слушатель должен уметь: • осуществлять контроль вибрации роторного оборудования на соответствие нормам в установившихся и переходных режимах работы; • выявлять причину повышенной вибрации агрегатов на частоте вращения; • выполнять на месте эксплуатации балансировку жестких роторов и роторов, балансируемых как жесткие; • составлять отчеты по результатам балансировки на месте эксплуатации.	Наблюдение и экспертная оценка эффективности и правильности принимаемых слушателями действий и решений на практических занятиях.
Слушатель должен знать: • физические основы вибрации роторного оборудования;	Итоговая аттестация проводится в виде проведения аттестационного теста с использованием электронной системы проверки знаний.

• методы измерения и анализа вибрации; • нормативную базу контроля вибрации; • основные источники вибрации роторного оборудования, диагностические признаки распознавания этих источников; • особенности балансировки гибких и жестких роторов; • современные программно-технические средства контроля и анализа вибрации, балансировки роторов.	Проведение тестирования слушателей осуществляется по вопросам, изложенным в Приложении 1. Для успешного прохождения теста необходимо набрать не менее 75% правильных ответов.
--	---

5 АТТЕСТАЦИОННЫЙ ТЕСТ

1) В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9000-2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь», надежность, это:

- Степень, с которой совокупность присущих характеристик объекта, соответствует требованиям,
- Потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным,
- Присущая характеристика объекта, связанная с требованием,
- Способность функционировать, как и когда это необходимо.

2) Сколько существует видов НК, согласно ГОСТ 56542-2019 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов»?

- Шесть
- Девять
- Двенадцать
- Пятнадцать

3) Среди задач технического обслуживания оборудования, самая важная это:

- Повышение уровня безопасности оборудования
- Сокращение длительности вынужденных (аварийных) простоев
- Сокращение времени ремонтов/удешевление ремонтов
- Увеличение межремонтного интервала

4) Какая из стратегий системы ТОиР дает наибольший уровень информационной поддержки?

- Реактивное (реагирующее) обслуживание
- Планово-профилактическое обслуживание
- Обслуживание по фактическому состоянию
- Проактивное обслуживание

5) В соответствии с ГОСТ 24346-80 "Вибрация. Термины и определения", вибрация это:

- Изменение положения в пространстве твердого тела, точки или механической системы
- Быстрое возвратно-поступательное перемещение точки или механической системы
- Движение точки или механической системы, при котором происходят колебания характеризующих ее скалярных величин
- Физическая величина, которая имеет только одну характеристику, выраженную в численном значении

6) В соответствии с ГОСТ 24346-80 "Вибрация. Термины и определения", механические колебания это:

- Колебания значений кинематической или динамической величины, характеризующей механическую систему
- Колебания, размах которых периодически колеблющаяся величина и которые являются результатом сложения двух гармонических колебаний с близкими частотами
- Синхронные гармонические колебания (вибрации) с равными в любой момент времени фазами
- Сила (момент), возникающая при движении механической системы и вызывающая рассеяние механической энергии

7) Какой из предложенных терминов является недопустимым (Ндп) в соответствии с ГОСТ 24346-80 "Вибрация. Термины и определения":

- Вибросмещение
- Виброскорость
- Виброускорение
- Все термины допустимы

8) Согласно ГОСТ Р ИСО 20816-1-2021 "Вибрация. Измерения вибрации и оценка виброционного состояния машин. Часть 1. Общее руководство" единицами измерения перемещения являются:

- мкм (микрометры)
- мм (миллиметры)
- см (сантиметры)
- м (метры)

9) Согласно ГОСТ Р ИСО 20816-1-2021 "Вибрация. Измерения вибрации и оценка виброционного состояния машин. Часть 1. Общее руководство" единицами измерения скорости являются:

- мкм/с (микрометры в секунду)
- мм/с (миллиметры в секунду)
- см/с (сантиметры в секунду)
- м/с (метры в секунду)

10) Согласно ГОСТ Р ИСО 20816-1-2021 "Вибрация. Измерения вибрации и оценка виброционного состояния машин. Часть 1. Общее руководство" единицами измерения ускорения являются:

- мкм/с² (микрометры в секунду в квадрате)
- мм/с² (миллиметры в секунду в квадрате)
- см/с² (сантиметры в секунду в квадрате)
- м/с² (метры в секунду в квадрате)

11) В соответствии с ГОСТ 24346-80 "Вибрация. Термины и определения", Спектр колебаний (вибрации), это:

- Совокупность соответствующих гармоническим составляющим значений величины, характеризующей колебания (вибрацию), в которой указанные значения располагаются в порядке возрастания частот гармонических составляющих
- Совокупность частот гармонических составляющих колебаний, расположенных в порядке возрастания
- Колебания (вибрация), при которых каждое значение колеблющейся величины почти повторяется через некоторые постоянные интервалы времени
- Зависимость амплитуды вынужденных колебаний или вибрации системы от частоты гармонического возбуждения с постоянной амплитудой

12) Что понимается под резонансной частотой колебаний (резонанс)?

- Гармонические составляющие вынужденных колебаний (вибрации) нелинейной системы, частоты которых кратны частоте гармонического возбуждения
- Колебания обобщенных координат системы, когда колебания одних координат обязательно сопровождаются колебаниями других координат
- Зависимость комплексной амплитуды вынужденных колебаний (вибрации) системы от частоты гармонического возбуждения с постоянной амплитудой
- Совпадение собственной частоты (одного из максимумов амплитудно частотной характеристики) объекта с возбуждающей частотой - вынужденными колебаниями (вибрацией) системы

13) Что произойдет с амплитудой вибрации при резонансе?

- Ничего, амплитуда не изменится, т.к. не связана с резонансными явлениями
- Амплитуда вибрации вырастет
- Амплитуда вибрации уменьшится
- Амплитуда вибрации станет скачкообразно изменяться, может расти, может уменьшаться

14) С точки зрения прочности механической системы, наиболее опасная вибрация проявляется на:

- Низкой частоте (0-500) Гц
- Средней частоте (0,5 – 5) кГц
- Высокой частоте (5 – 25) кГц
- Ультразвуковая (св. 25) кГц

15) Неуравновешенность ротора это:

- Состояние ротора, характеризующееся таким распределением масс, которое во время вращения вызывает переменные нагрузки на опорах ротора и его изгиб
- Числовое значение, равное произведению неуравновешенной массы на модуль ее эксцентриситета
- Условная точечная масса с заданным эксцентриситетом, вызывающая во время вращения ротора переменные нагрузки на опорах и его изгиб
- Векторная величина, равная произведению неуравновешенной массы на ее эксцентриситет

16) Дисбаланс это:

- Состояние ротора, характеризующееся таким распределением масс, которое во время вращения вызывает переменные нагрузки на опорах ротора и его изгиб
- Числовое значение, равное произведению неуравновешенной массы на модуль ее эксцентриситета
- Условная точечная масса с заданным эксцентриситетом, вызывающая во время вращения ротора переменные нагрузки на опорах и его изгиб
- Векторная величина, равная произведению неуравновешенной массы на ее эксцентриситет

17) Что является признаком наличия дисбаланса в спектре вибрации?

- Преобладающая амплитуда 1-ой оборотной частоты в спектре радиальной вибрации и в форме волны
- В спектре вибрации множественные пики, сосредоточенные в высокочастотной области

- В спектре вибрации отсутствуют периодические сигналы, явно выражен импульсный характер вибрации
- Вибросигнал нестабилен, требуется усиление сигнала

18) Определите вид неуравновешенности, если амплитуда вибрации доминирует на 1х оборотной частоте, а фазовые значения на подшипниковых опорах имеют одинаковые значения:

- Это не имеет отношения к неуравновешенности
- Статическая неуравновешенность, достаточно 1 плоскости коррекции для балансировки
- Динамическая неуравновешенность, необходимо 2 плоскости коррекции для балансировки
- Необходимо больше данных для анализа

19) Определите вид неуравновешенности, если амплитуда вибрации доминирует на 1х оборотной частоте, а фазовые значения на подшипниковых опорах имеют значения, отличающиеся на 180°:

- Это не имеет отношения к неуравновешенности
- Статическая неуравновешенность, достаточно 1 плоскости коррекции для балансировки
- Динамическая неуравновешенность, необходимо 2 плоскости коррекции для балансировки
- Необходимо больше данных для анализа

20) Определите вид дефекта, если по данным вибродиагностики выявлено высокое значение амплитуды вибрации в осевом направлении, при этом разница фаз $\leq 180^\circ$:

- Расцентровка
- Дисбаланс
- Изгиб вала
- Ослабление конструкции

21) Определите дефект, в случае наличия следующих диагностических признаков:

·Высокий уровень радиальной вибрации ·Преобладающая амплитуда 1-ой оборотной частоты в спектре радиальной вибрации и в форме волны ·Форма волны имеет синусоидальный характер ·Амплитуда 1-ой оборотной частоты возрастает вместе с ростом скорости ·Фаза гармоники 1-ой оборотной частоты не меняется с течением времени ·Низкий уровень (в 2-5 раз меньше, чем 1-ой оборотной) амплитуд 2-ой, 3-ей и т.д. гармоник оборотных частот в спектре радиальной вибрации ·Низкий уровень аксиальной вибрации

- Дисбаланс ротора
- Несоосность
- Механические ослабления (разболтанность конструкции)
- Дефект отсутствует

22) Определите дефект, в случае наличия следующих диагностических признаков:

·Высокий уровень радиальной и аксиальной вибрации ·Преобладающая амплитуда 1-ой, 2-ой, (иногда 3-ей) оборотной частоты в спектре вибрации ·Наличие увеличенных радиальных вибраций на подшипниках с двух сторон муфты при достаточно низких вибрациях в других точках агрегата ·Низкий уровень амплитуд 4-ой - 10-ой гармоник оборотных частот в спектре вибрации, если это условие не выполняется ·Отсутствие высоких импульсов в форме волны

- Дисбаланс ротора

- Несоосность
- Механические ослабления (разболтанность конструкции)
- Дефект отсутствует

23) Определите дефект, в случае наличия следующих диагностических признаков:

·Высокий уровень радиальной, особенно вертикальной вибрации ·Высокий уровень амплитуд 4-ой - 10-ой гармоник оборотных частот в спектре радиальной вибрации ·Появление в спектре вибрации дробных гармоник или субгармоник с кратностью к оборотной частоте вращения вала, равной $1/2$, $3/2$, $5/2$ и т.д. или $1/3$, $2/3$ и т.д. ·Высокий компонент «шума» и импульсивный характер формы волны. ·Нестабильная фаза колебаний, которая может изменяться от одного измерения к другому ·Низкий уровень аксиальной вибрации

- Дисбаланс ротора
- Несоосность
- Механические ослабления (разболтанность конструкции)
- Дефект отсутствует

24) Верно ли утверждение: "Числовые значения представленных границ зон вибрации являются предметом обсуждения между поставщиком и потребителем и являются критериями оценки вибрации при условии включения их в договорную документацию"?

- Да, верно
- Нет, не верно
- Производитель обязан предоставить числовые значения границ зон вибрации, на которые должен ориентироваться потребитель

25) Ротор – это

- тело, которое при вращении удерживается своими несущими поверхностями в опорах
- тело, существенная часть массы которого расположена между опорами
- тело, существенная часть массы которого расположена за крайними опорами
- тело, у которого при вращении изменяется масса и геометрия

26) Ось ротора – это

- прямая, соединяющая центры тяжести контуров поперечных сечений средин несущих поверхностей ротора
- прямая, соединяющая геометрические центры торцевых поверхностей ротора
- прямая, соединяющая центры тяжести контуров поперечных сечений
- прямая, соединяющая центры поперечных сечений средин несущих поверхностей ротора

27) Масса, используемая для уменьшения дисбалансов ротора называется

- корректирующей массой
- балансировочной массой
- компенсирующим грузом
- балансировочным грузом

28) Плоскость, перпендикулярная оси ротора, в которой расположен центр корректирующей массы называется

- плоскостью уравнивания
- корректирующей плоскостью
- балансировочной плоскостью

- плоскостью коррекции

29) Центровка - это:

- Процесс расчета относительного положения осей роторов машин и корректировка их положения в пространстве так, чтобы центры вращения их валов были соосны
- Процесс проверки совпадения геометрии сопряжённых валов и полумуфт
- Процесс устранения изгибных колебаний валов
- Перечень работ обеспечивающих блокировку осевых и радиальных перемещений валов

30) Центры вращения валов:

- Всегда образуют прямую линию
- Никогда не могут быть прямолинейны
- Прямолинейность центров вращения зависит от условий работы и может меняться
- Прямолинейность центров вращения зависит от производителя оборудования и является характеристикой качества изготовления вала

31) Валы являются несоосными, когда:

- Используются разные диаметры валов или полумуфт
- Используются эластичные муфтовые соединения
- Центры вращения расположены в не одной плоскости
- Центры вращения не лежат на одной прямой во время работы машины

32) Несоосность определяется:

- Нахождением положения центра вращения стационарной машины относительно подвижной машины в двух плоскостях, горизонтальной (X) и вертикальной (Y)
- Нахождением положения центра вращения подвижной машины относительно стационарной машины в двух плоскостях, горизонтальной (X) и вертикальной (Y)
- Определением отсутствия зазоров по муфтовому соединению в двух плоскостях, горизонтальной (X) и вертикальной (Y)
- Определением наличия равноразмерных зазоров по муфтовому соединению в двух плоскостях, горизонтальной (X) и вертикальной (Y)

33) Укажите типы несоосности при центровке муфтовых соединений:

- Угловая (излом) и параллельная (смещение)
- Сжатие и раскрытие полумуфт
- Вертикально-угловая и горизонтально угловая
- Динамическая и статическая несоосность

34) Выбирая допуски на несоосность, необходимо учитывать, что:

- Чем выше скорость вращения, тем меньше допуск на расцентровку
- Чем ниже скорость вращения, тем меньше допуск на расцентровку
- Допуски жестко связаны с качеством фундамента
- Чем выше вибрация агрегата, тем меньше допуск на расцентровку

35) Какая польза от проведения центровки валов и шкивов?

- Пользы нет, но центровка интересное занятие полумуфт
- Польза заключается в наглядном отображении положения валов и шкивов в отчете

- Снижение вибрации, экономия электроэнергии, уменьшение износа механических частей, увеличение надежности оборудования
- Это требование правил техники безопасности

36) После перемещения механизма, при затяжке лап крепления запрещено

- Контролировать момент затяжки с помощью динамометрического ключа
- Регулировать величину значений остаточной расцентровки усилием затяжки анкером
- Производить затяжку анкером по принципу крест-на-крест
- Производить замену анкерного болта со снижением номинального дробного размера на единицу (например, замена болта M24 на M22)

37) Какой из методов лазерной центровки считается более точным, т.к. лишен погрешностей связанных с преломлением лазерных лучей и осевыми люфтами оборудования:

- Метод с использованием одного лазера и одного приемника
- Метод с использованием одного лазера и двух приемников
- Метод с использованием двух лазеров и двух приемников
- Все методы имеют одинаковую точность

38) При выполнении виброналадки механизма, что необходимо выполнить первично: центровку валов или балансировку роторов?

- Вначале выполняется центровка, а затем балансировка
- Вначале выполняется балансировка, а затем центровка
- В зависимости от типа оборудования первичным может быть, как центровка, так и балансировка
- Лучше всего балансировку и центровку выполнять одновременно

39) Когда необходимо выполнять центровку валов и шкивов?

- На любом новом устанавливаемом оборудовании, а также периодически на критичном оборудовании
- После ремонтных работ, связанных с валами или подшипниками, перед запуском
- Если вибрация показывает признаки расцентровки
- Во всех вышеперечисленных случаях

40) Какие требования к точности центровки?

- Необходимо добиться точности 0,1мм
- Необходимо добиться точности 0,01мм
- Необходимо добиться точности 0,001мм
- В зависимости от рабочей скорости вращения допуски по центровке разные, но необходимо стремиться к нулю

41) Какие предварительные действия необходимо выполнить перед центровкой?

- Обеспечить безопасность персонала и произвести полное отключение машины
- Проверить натяжение трубной обвязки, биение валов и осмотреть муфтовое соединение
- Проверить фундамент, отсутствие деформации корпуса и наличие «мягкой лапы»
- Все вышеперечисленные действия

42) Могут ли повлиять на достоверность результатов замеров такие условия окружающей среды как: низкие температуры, значительная разница в температурах

объекта и измерителя, повышенная влажность или запыленность?

- Да, всегда
- Нет, не могут
- Нет, только в случае если используются механические измерители
- Нет, только в случае если используются лазерные измерители

43) В соответствии с ГОСТ 27.102-21 "Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения", надежность, это:

- Отсутствие отказов на оборудовании
- Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования
- Свойство объекта, приспособленность к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путём технического обслуживания и ремонта
- Способность объекта работать бесконечно при заданных условиях эксплуатации