

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г. И. Носова»
Многопрофильный колледж



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ
ПМ.02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования
МДК.02.02 Ремонт промышленного оборудования и контроль над ним**

для обучающихся специальности

**15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по
отраслям)**

Магнитогорск, 2022

ОДОБРЕНО

Предметно-цикловой комиссией
«Механическое, гидравлическое
оборудование и автоматизация»
Председатель О.А.Тарасова
Протокол № 10 от 22.06.2022г.

Методической комиссией МпК

Протокол № 6 от 29.06.2022 г.

Разработчик:

Е.А.Пузик,
Преподаватель МпК ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы ПМ 02 Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования МДК 02.02 Ремонт промышленного оборудования и контроль над ним

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на формирование общих и профессиональных компетенций по программе подготовки специалистов среднего звена по специальности 15.02.12 Монтаж, техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования (по отраслям)

Оглавление

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
2.ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХЗАНЯТИЙ	6
Практическая работа №20.	6
Практическая работа № 21	15
Практическая работа № 22	22
Лабораторная работа № 1	31
Лабораторная работа № 2.....	38

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Состав и содержание практических занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений, необходимых в последующей учебной деятельности.

В соответствии с рабочей программой учебного модуля «Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования» предусмотрено проведение практических занятий. В рамках практического занятия обучающиеся могут выполнять одну или несколько практических работ.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

- выбирать эксплуатационно-смазочные материалы для технического обслуживания оборудования;
- пользоваться контрольно-измерительным инструментом;
- выполнять эскизы деталей при ремонте;
- определять способы обработки деталей;
- обрабатывать детали в целях восстановления работоспособности оборудования ручными механизированным способом;
- пользоваться нормативной и справочной литературой;
- разрабатывать схему и карту смазывания промышленного оборудования отрасли;
- определять техническое состояние деталей, узлов и механизмов, оборудования;
- производить наладочные, крепежные, регулировочные работы.

Содержание практических ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 2.1.	Проводить регламентные работы по техническому обслуживанию промышленного оборудования в соответствии с документацией завода-изготовителя
ПК 2.2.	Осуществлять диагностирование состояния промышленного оборудования и дефектацию его узлов и элементов
ПК 2.3	Проводить ремонтные работы по восстановлению работоспособности промышленного оборудования
ПК 2.4	Выполнять наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием.

А также формированию **общих компетенций:**

Код	Наименование общих компетенций
ОК 01	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.
ОК 02	Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.
ОК 03	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 04	Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.
ОК 05	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.
ОК 06	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.
ОК 07	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.
ОК 09	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Выполнение обучающихся практических работ по учебному модулю «Техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;
 - формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
 - формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
 - развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
 - выработку при решении поставленных задач профессионально значимых качеств, таких как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.
- Практические занятия проводятся после соответствующей темы, которая обеспечивает наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Разделы/темы	Темы практических/лабораторных занятий	Количество часов	в том числе в практ. подготовке	Требования ФГОС СПО (уметь)
1	2	3	4	5
Раздел 2 Ремонт промышленного оборудования				
МДК.02.02 Ремонт промышленного оборудования и контроль над ними				
Тема 2.1 Наладочные и регулировочные работы в соответствии с производственным заданием	Практическая работа №20. Визуальный осмотр и предварительные регулировки тренинг-стенда baltech ws-3060	10		У 2.1.01; У 2.2.02 У 2.2.03; У 2.3.01 У 2.3.02; У 2.3.03
	Практическая работа №21. Визуальный осмотр и предварительные Регулировки тренинг-стенда baltech ws-3060	10	2	Уо 01.01; Уо 01.03; Уо 01.04; Уо 02.01; Уо 02.02; Уо 02.03; Уо 02.04; Уо 02.05; Уо 02.06; Уо 02.07; Уо 03.02; Уо 05.01; Уо 05.02; Уо 05.03; Уо 02.09; Уо 09.07
	Практическая работа №22. Визуальный осмотр и предварительные Регулировки тренинг-стенда baltech ws-3060	10	2	
	Лабораторная работа №. 1 Вибродиагностика тренинг-стенда baltech ws-3060	12		
	Лабораторная работа №. 2 Термография тренинг-стенда baltech ws-3060	12		
ИТОГО		54	4	

3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Практическая работа № 20 Визуальный осмотр и предварительные регулировки тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Получить навыки внешнего осмотра и подготовки к пусковым испытаниям тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить пусковые испытания тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести пусковые испытания тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. Общие указания

1.1 Провести визуальный осмотр:

- осмотреть систему электропитания и убедиться в отсутствии видимых дефектов. При этом необходимо удостовериться в том, что система электропитания не имеет явных видимых повреждений электрических кабелей и разъемов;
- убедиться в отсутствии механических повреждений тренинг-стенда.

1.2 Провести процедуру обтяжки:

- убедиться, что тренинг-стенд надежно закреплен на опорной поверхности.
- Проверяется затяжка каждого крепежного элемента;
- убедиться, что подшипниковые опоры и лапы электродвигателя притянуты к станине.
- Проверяется затяжка каждого крепежного элемента.

1.3 Провести предварительные регулировки (грубую центровку):

- выставить осевой зазор между полумуфтами;
- оценить пятно контакта лап двигателя с опорной поверхностью;
- проверить наличие и скорректировать «мягкую лапу». Корректировку выполнять при помощи центровочных пластин типоразмера BALTECH-2N (50x50 мм);
- перемещением двигателя выставить радиальное смещение между полумуфтами в вертикальной и горизонтальной плоскости. Перемещение двигателя в вертикальном направлении выполнять при помощи центровочных пластин типоразмера BALTECH-2N (50x50 мм);
- оценить величину радиального и торцевого биения валов. Замеры произвести на каждом валу и полумуфте тренинг-стенда.

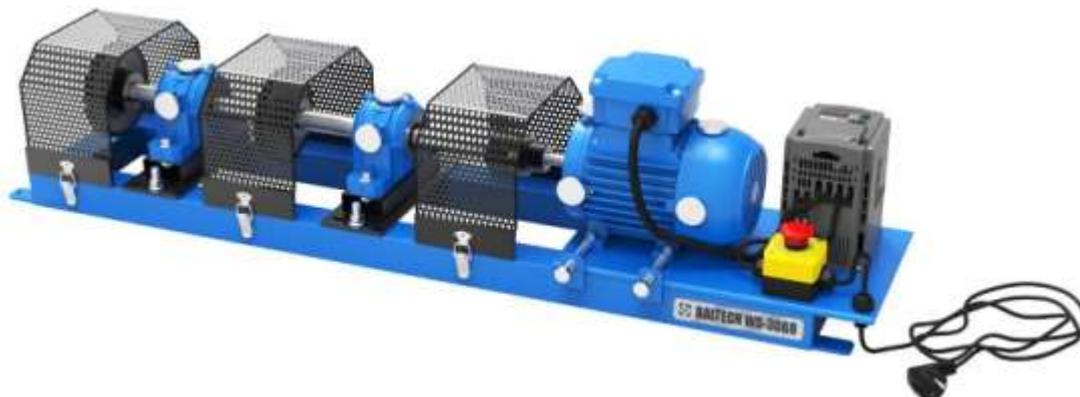
1.4 Значения предварительных регулировок:

- осевой зазор между полумуфтами от 0,05 до 1,0 мм;
- значение «мягкой лапы» не более 0,05 мм;

- величина радиального смещения между полумуфтой двигателя и полумуфтой стационарного механизма должна быть в пределах 0,2 - 0,5 мм;
- радиальное и торцевое биение валов и полумуфт не более 0,05 мм.

1.5 Оформить отчет по форме п.3.8

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд BALTECH WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов



- кейс с аксессуарами WS-3060

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Проверка крепления тренинг-стенда к опорной поверхности

Все болтовые соединения удерживающие тренинг-стенд на опорной поверхности должны быть проверены и при необходимости подтянуты. Допускается применение струбцин вместо болтовых соединений.

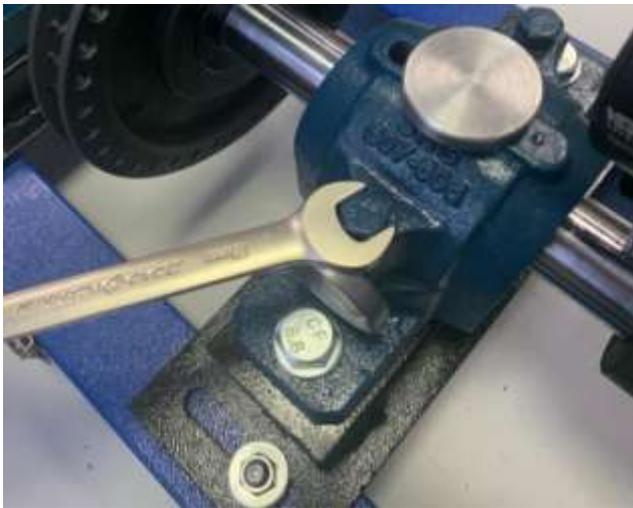


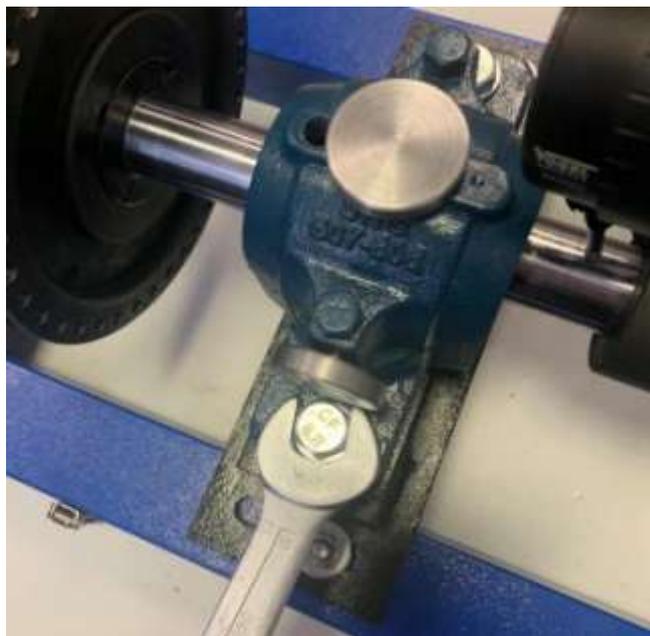
- болтовые соединения



- соединения струбцинами

3.2 Проверка затяжки крепежных элементов





3.3 Выставление осевого зазора между полумуфтами

Отпустить все болты крепления лап двигателя. Выставить осевой зазор между полумуфтами в диапазоне от 0,05 до 1,0 мм.

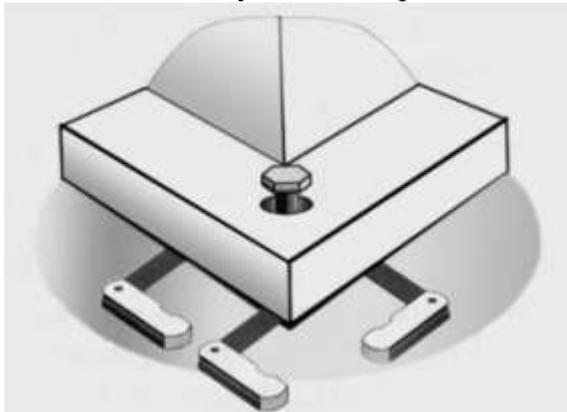


Затянуть все болты крепления лап двигателя. В дальнейшем при проведении процедур выдерживать этот зазор.

3.4 Оценка пятна контакта лап двигателя с опорной поверхностью

Отпустить все болты крепления лап двигателя. В районе болта крепления лапы (см. рисунок ниже) щупом проверить плотность прилегания к опорной поверхности – щуп толщиной 0,06 мм

проходить не должен. Пятно контакта опорной лапы должно быть не менее 90%. По очереди проверить все четыре лапы двигателя. Затянуть болты крепления лап двигателя.



3.5 Проверка наличия и корректировка «мягкой лапы»

Установить измерительный шток часового индикатора на одну из лап крепления двигателя. Установить лимб индикатора в нулевое положение. Отпустить болт крепления этой лапы одновременно наблюдая за стрелкой индикатора – фиксируем максимальное отклонение и записываем его в блокнот. Затягиваем болт крепления. Повторяем эти операции на каждой лапе. Отклонение больше 0,05 мм требует корректировки мягкой лапы. Корректировка производится установкой центровочных пластин BALTECH-2N (50X50 мм) под каждую лапу, поднявшуюся при отпуске болта крепления более чем на 0,05 мм.



3.6 Выставление радиального смещения между полумуфтами

Приложить лекальную линейку к муфте в вертикальной плоскости и щупами измерить величину зазора между линейкой и полумуфтой (см. рисунок ниже), который должен быть в пределах от - 0,2 до - 0,5 мм.



При этом окончательное положение полумуфты двигателя должно быть ниже полумуфты стационарного механизма.

При необходимости скорректировать вертикальное положение двигателя установкой центровочных пластин BALTECH-2N (50X50 мм) под каждую лапу, при этом толщина набора пластин под каждую лапу устанавливается одинаковая без учета пластин корректирующих «мягкую лапу».

Затем приложить лекальную линейку к муфте в горизонтальной плоскости и перемещая двигатель по горизонтали, скорректировать его горизонтальное положение.

Перед затяжкой болтов крепления лап двигателя выставляем осевой зазор между полумуфтами в диапазоне от 0,5 до 1,0 мм. Проводим окончательную обтяжку.

3.7 Оценка величины радиального и торцевого биения валов

Установить часовой индикатор в вертикальном положении и проверить радиальное биение всех валов и полумуфт. То же самое проделать на торцевых поверхностях полумуфт и на плоскостях коррекции.



3.8 Форма отчета

№	Наименование процедуры	Требования	Результат
1	Проверка крепления тренинг-стенда к опорной поверхности	Полная затяжка	
2	Проверка затяжки крепежных элементов	Полная затяжка	
3	Выставление осевого зазора между полумуфтами	от 0,5 до 1,0 мм	
4	Оценка пятна контакта лап двигателя с опорной поверхностью	0,06 мм 90%	
5	Проверка наличия и корректировка «мягкой лапы»	Не более 0,05 мм	
6	Выставление радиального смещения между полумуфтами	от 0,2 до 0,5 мм	
7	Оценка величины радиального и торцевого биения валов	Не более 0,05 мм	

Результаты замера биений

	Бинение вала радиальное	Биение муфты радиальное	Биение муфты осевое
Значение, по валу электродвигателя, мм			
Значение, по приводному валу, мм			

Вывод:

Контрольные вопросы

1. Какова необходимость выдерживания осевого зазора между полумуфтами?
2. С чем связана необходимость обтяжки всех креплений тренинг-стенда?
3. В чем заключается необходимость в грубой центровке тренинг-стенда?
4. Почему допуск на радиальное биение такой маленький?
5. С какой целью ликвидируется эффект «мягкой лапы»?
6. Могут ли на электродвигателе все четыре лапы крепления обладать эффектом «мягкой лапы»?
7. Для чего производится проверка плотности прилегания лап к опорной поверхности?

Критерии оценки:

Правильность выполнения задания

Оценка «отлично» ставится:

– ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

– Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

– Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

– Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Практическая работа № 21

Центровка тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Убедиться, что ось вращения вала электродвигателя и ось вращения приводного вала тренинг-стенда BALTECH WS-3060 совпадают (укладываются в допуски по центровке).

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Перед началом работ:

- убедиться, что тренинг-стенд отключен от сети питания и исключена возможность несанкционированного проворота вала;
- убедиться, что тренинг-стенд предварительно отрегулирован и готов к точной центровке (смотреть отчет по предварительной регулировке);
- проверить крепление к опорной поверхности и затяжку крепежных элементов.

1.2 Провести монтаж системы центровки:

- не устанавливать цепи крепления кронштейнов лазерных головок на шпонки и выступающие части валов;
- не устанавливать кронштейны лазерных головок боковой плоскостью вплотную к выступающим частям;

1.3 Провести настройку системы центровки:

- исключить попадания лазерного луча в глаза;
- по окончании настройки принять меры по исключению механического влияния на лазерные головки (прикосновение руками или выступающими частями оборудования, высокий уровень вибрации).

1.4 Ввести данные для расчетов:

- размеры вводить с максимальной точностью;
- скорректировать размер от центра муфты;
- уточнить скорость вращения вала двигателя.

1.5 Устранить мягкую лапу и провести центровку:

- во время процедуры необходимо выдерживать осевой зазор между полумуфтами в диапазоне от 0,5 до 1,0 мм;
- значение «мягкой лапы» не более **0,05** мм;
- значения углового и параллельного смещения выставить согласно допускам по скорости вращения;
- корректировку вертикального положения двигателя произвести установкой центровочных пластин BALTECH-2N (50X50 мм).

1.6 Подготовить отчет по форме п.3.7

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов



Кейс с аксессуарами WS-3060



КВАНТ-ЛИМ – система центровки валов лазерная

Допускаются другие системы лазерной центровки, например:



BALTECH SA-4600



FIXTURLASER NXA PRO

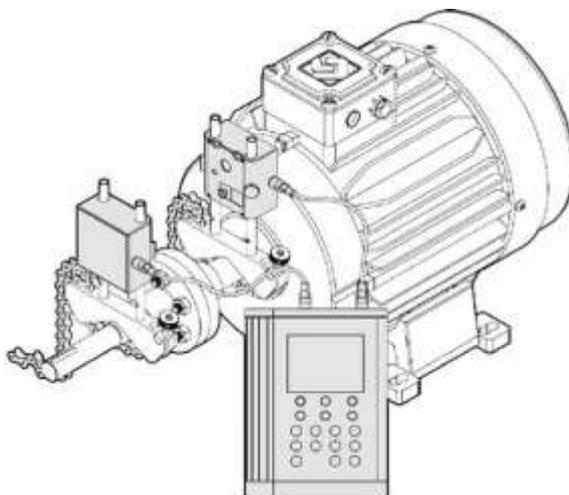
3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Отключить тренинг-стенд от сети и исключить возможность его самопроизвольного включения.

Все струбцины удерживающие тренинг-стенд на опорной поверхности должны быть проверены и при необходимости подтянуты. Все крепежные элементы должны быть проверены и при необходимости подтянуты.

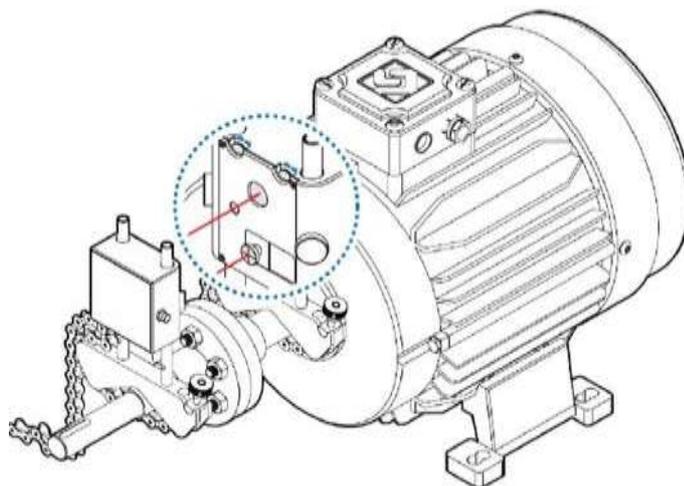
3.2 Монтаж системы центровки

Подвижная головка крепится со стороны электродвигателя, стационарная головка - со стороны приводного вала. При установке головок убедитесь в отсутствии помех для их вращения. Барашки затяжки цепей затянуть от руки и повернуть на четверть оборота «ключиком».



3.3 Настройка системы центровки

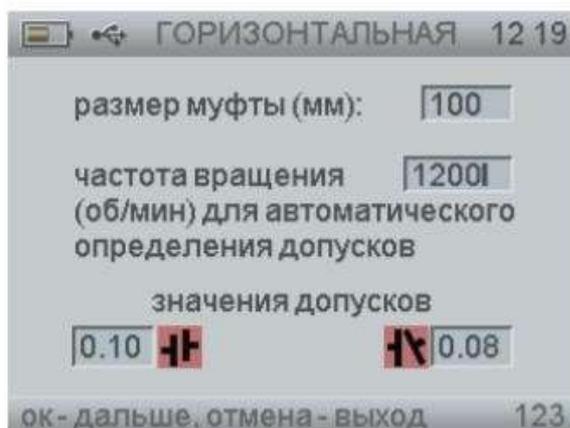
Лазерный луч должен попадать в окно приемника. Винты креплений должны быть плотно затянуты. При вращении вала измерительные головки не трогаем! Головки устанавливаются в вертикальном положении по инклинометрам с углом отклонения от вертикали $\pm 1,5$ градуса. Разница показаний инклинометров не должна быть более $0,5$ градуса.



3.4 Ввод данных для расчетов

В меню прибора для центровки выбираем «центровка «Горизонтальных машин» Диаметр муфты не изменяем, оставляем значение 100мм, (для расчета угловой несоосности в единицах: мм\100мм).

Ввести частоту вращения согласно задания (0-1500 об\мин), для того чтобы получить допуски на центровку.



Вводим размеры:

- между центрами креплений лазерных головок;
- от центра крепления подвижной головки до центра муфты;
- от центра муфты до передних опор двигателя;
- между опорами двигателя.

Примечание:

1,2 размер – для расчетов величины несоосности (угловой и параллельной центровки)

3,4 размер – для расчетов величин подвижек в вертикальной и горизонтальной плоскости



3.5 Устранение «мягкой лапы»

Выставить лазерные головки в вертикальном направлении (наверх), чем меньше составляет угол наклона в горизонте, тем выше точность замера. Убрать все пластины под лапами электродвигателя. Запустить программу «Мягкая лапа» и поочередно. отпустить и затянуть каждый болт на креплении двигателя.

Зафиксировать значение подъема лапы при отпуске болта - величина $\geq 0,06$ мм требует корректировки пластинами.

Подложить калиброванные пластины на величину подъема лапы, не более 4шт подопору (чем меньше, тем лучше). После всех корректировок повторно измерить все лапы. Продолжать операцию до значений $\leq 0,05$ мм под каждой опорой.

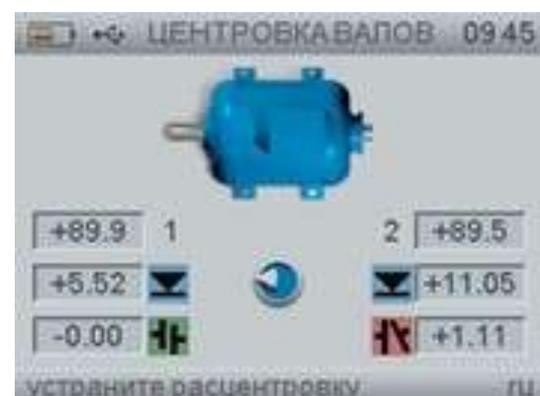
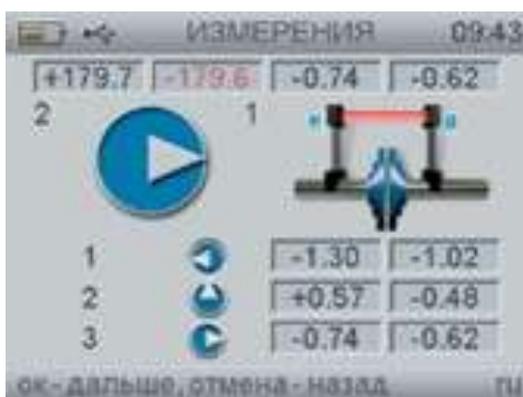


3.6 Процедура центровки

Выбрать удобный метод центровки: усеченный угол или часовой. Провести измерения вращая вал до требуемых угловых положений (рекомендовано 9-0-3 часа). Получить расчет величин несоосности (УГЛ, ПАРАЛ). После выполнения операции центровки итоговые значения должны быть в зеленом цвете (в допуске). Эти значения не являются величинами перемещения лап! В режиме «Центровка валов» отображаются величины перемещения в вертикальной ЗН и горизонтальной ЗН плоскостях на величины ЗН перемещения.

Величины СЛЕВА – для обеих передних лап;

Величины СПРАВА – для обеих задних лап.



3.7 Форма отчета

Протокол центровки

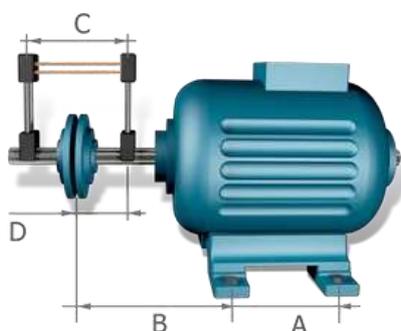
Оборудование: Тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Скорость вращения _____ об/мин

Устройство центровки: _____ (Квант-ЛМ, Fixturlaser NXA)

Серийный номер: _____

Схема измерений и размеры



A= _____ мм

B= _____ мм

C= _____ мм

D= _____ мм

Были произведены первичные замеры, результаты приводятся в таблице 1

Замеры	Параллельное смещение	Угловое смещение	Положение передних лап	Положение задних лап
Вертикальное (вверх-вниз)				
Горизонтальное (влево-вправо)				
Допуск				

По результатам замеров положение полумуфта не соответствует рекомендуемым допускам.

После необходимых подвижек были сделаны контрольные замеры, результаты приводятся в таблице 2

Замеры	Параллельное смещение	Угловое смещение	Положение передних лап	Положение задних лап
Вертикальное (вверх-вниз)				
Горизонтальное (влево-вправо)				
Допуск				

По результатам замеров положение полумуфта соответствует рекомендуемым допускам.

Комментарий: _____

Исполнитель:

Контрольные вопросы

1. Какова необходимость выдерживания осевого зазора между полумуфтами?
2. С чем связана необходимость обтяжки всех креплений тренинг-стенда?
3. В чем заключается необходимость в грубой центровке тренинг-стенда?
4. С какой целью ликвидируется эффект «мягкой лапы»?
5. Как зависит допуск на центровку от скорости вращения?
6. Как влияет параллельная и угловая расцентровка на уровень вибросигнала?

Критерии оценки:

Правильность выполнения задания

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Практическая работа № 22

Балансировка тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Получить навыки балансировки тренинг-стенда BALTECH WS-3060 по одной и двум плоскостям коррекции, для устранения статической и динамической неуравновешенности.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить балансировку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Точки контроля амплитуды вибрации:

Балансировка проводится по 1-8 точкам на опорах подшипников с максимальными значениями амплитуды виброскорости. Датчики вибрации устанавливаются на корпусах подшипников.

1.2 Границы допусков вибрации:

Использовать следующие границы допусков вибрации (V, мм/с):

0-0,127	<i>Отлично</i>
>0,127-0,508	<i>Хорошо</i>
>0,508-1,016	<i>Приемлемо с ограничениями</i>
>1,016-2,032	<i>Не приемлемо</i>

1.3 Варианты балансировки:

- ОДНОПЛОСКОСТНАЯ - корректирующие массы устанавливаются только на одну плоскость коррекции;

- ДВУХПЛОСКОСТНАЯ - корректирующие массы устанавливаются на две плоскости коррекции.

1.4 Безопасность:

Установка корректирующих масс с соблюдением ТБ, в том числе с обеспечением и блокировкой системы питания.

1.5 Подготовить отчет по форме п.3.5

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд BALTECH WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов. Масса ротора – 2,5 кг.



Кейс с аксессуарами WS-3060



BALTECH VP-3470 - 2-х канальный вибронализатор-балансировщик

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Проверка крепления тренинг-стенда к опорной поверхности и затяжки крепежных элементов

Все трубки удерживающие тренинг-стенд на опорной поверхности, а также все крепежные элементы механизмов должны быть проверены и при необходимости подтянуты.

3.2 Процедуры балансировки

3.2.1 Процедура ОДНОПЛОСКОСТНОЙ балансировки

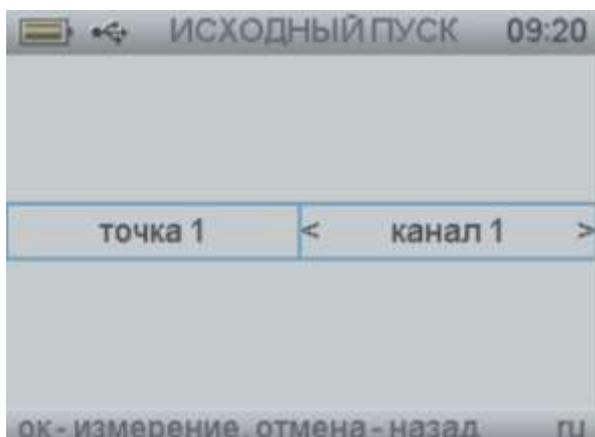
1. Измерить начальные значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках;
2. Подобрать по величине и закрепить пробную массу на плоскости коррекции
3. Измерить значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках с установленной пробной массой
4. Провести расчет величины и места установки корректирующей массы
5. Произвести установку корректирующей массы.
6. Провести контрольное измерение значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках, при необходимости сделать подбалансировку

3.2.2 Процедура ДВУХПЛОСКОСТНОЙ балансировки

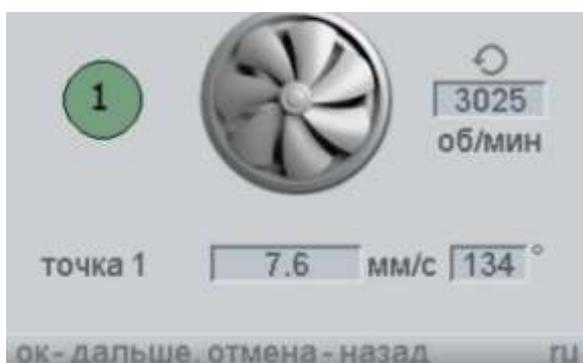
1. Измерить начальные значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках;
2. Подобрать по величине и закрепить пробную массу на первой плоскости коррекции;
3. Измерить значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках с установленной пробной массой на первой плоскости коррекции;
4. Снять пробную массу с первой плоскости коррекции и установить на вторую;
5. Измерить значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках с установленной пробной массой на второй плоскости коррекции;
6. Провести расчет величины и места установки корректирующей массы для первой и второй плоскостей коррекции;
5. Сделать установку корректирующих масс в каждой плоскости;
6. Сделать контрольное измерение значения амплитуды и фазы вибрации в контрольных точках, при необходимости сделать подбалансировку.

3.4 Порядок работы с виброанализатором-балансировщиком VP-3470

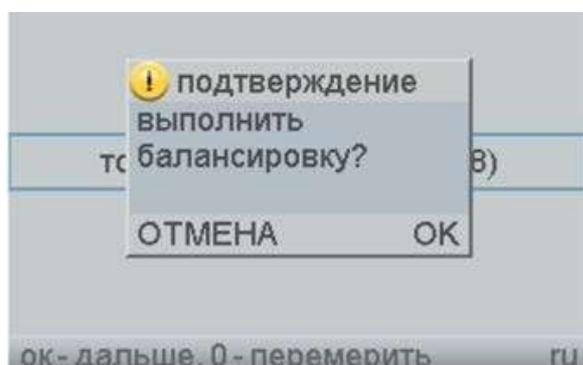
1. Нажмите кнопку ввода. Откроется окно «ИСХОДНЫЙ ПУСК», в котором указаны точки и каналы измерения. Настройте для каждой точки свой канал измерения.



2. Нажмите кнопку ввода. Прибор перейдет к окну «ИЗМЕРЕНИЕ». В нем Вы увидите значение уровня и фазы вибрации, а также число оборотов.



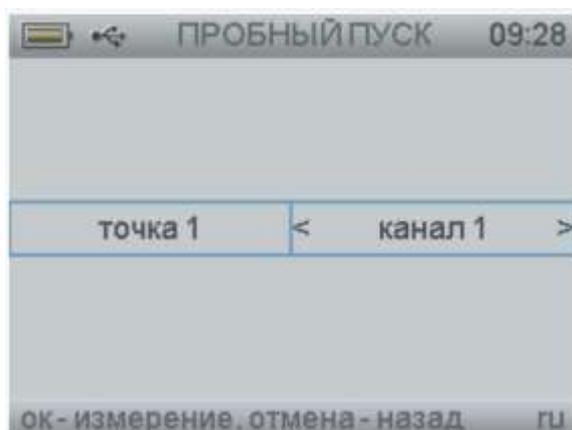
3. По полученным данным оператор принимает решение о необходимости проведения балансировочных работ, нажав кнопку ввод и подтвердив сообщение «Выполнить балансировку?».



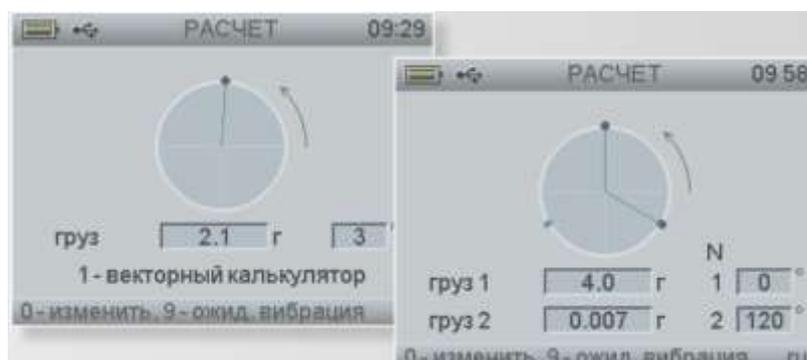
4. Окно «ПРОБНЫЙ ГРУЗ» предназначено для расчета массы пробного груза. Введите значение оборотов (об/мин) и массы ротора (m_r), а также радиус установки пробного груза (R), прибор рассчитает массу пробного груза ($m_{пр}$) в граммах.



5. По полученным данным оператор принимает решение о необходимости проведения балансировочных работ, нажав кнопку ввод и подтвердив сообщение «Выполнить балансировку?».



6. Окно «ПРОБНЫЙ ГРУЗ» предназначено для расчета массы пробного груза. Введите значение оборотов (об/мин) и массы ротора (m_r), а также радиус установки пробного груза (R), прибор рассчитает массу пробного груза ($m_{пр}$) в граммах.



3.5. Форма отчета

Дата балансировки: __. __. 2021 __: __:00

Протокол балансировки

Оборудование: Тренинг-стенд WS-3060 (1493 об/мин)

Устройство балансировки: **VP-3470**

Величина: **Виброскорость**

Серийный номер: _____

Параметр: **СКЗ**

Версия прошивки: **1.07**

Единицы: **мм/с**

Тип балансировки: **По пробным пускам**

Измерение фазы: таходатчик

Число плоскостей: **2**

Пробные массы: _____

Число точек: **8**

Измерение углов: _____

Начальное измерение

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Пробные пуски

Плоскость Точка	1		2	
	Мпр=_____	A=0°	Мпр=_____	A=0°
1		°		°
2		°		°
3		°		°
4		°		°
5		°		°
6		°		°
7		°		°
8		°		°

Результаты расчета

Корректирующие грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Контрольное измерение

Установленные грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Результаты расчета подбалансировки

Корректирующие грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Контрольное измерение подбалансировки

Установленные грузы

Плоскость	Масса	Угол
1		°
2		°

Остаточная вибрация

Точка	Амплитуда	Фаза
1		°
2		°
3		°
4		°
5		°
6		°
7		°
8		°

Комментарий: _____

Контрольные вопросы

1. Что такое «фаза»?
2. Что такое статическая неуравновешенность?
3. Что такое динамическая неуравновешенность?
4. Что такое корректирующая масса?
5. Что такое пробная масса?

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Лабораторная работа № 1

Вибродиагностика тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель: Определить состояние оборудования по вибрационным характеристикам. По результатам виброизмерений требуется определить необходимый объем работ для виброналадки механизма, из-за наличия таких дефектов, как:

- расцентровка;
- дисбаланс;
- механические ослабления.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить вибродиагностику тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Контроль качества:

После проведения работ по виброналадке проводится повторная вибродиагностика с целью подтверждения качества выполненных работ.

1.2 В ходе работы определить:

- признаки дисбаланса;
- признаки расцентровки;
- признаки механических ослаблений

1.3 Контрольные точки:

При измерении вибрации на корпусах подшипников по обе стороны вала исходными данными для диагностики являются:

- Амплитуда вибрации (A, V, S);
- Скорость вращения (фазовые измерения);
- Амплитудно-частотный спектр.

1.4 Безопасность:

Установка датчиков вибрации с соблюдением ТБ.

1.5 Интенсивность вибрации

Базовым документом для разработки руководств по измерению и оценке вибрации машин является ГОСТ ИСО 10816:

Машины	Класс I Малые машины до 15 кВт	Класс II Средние машины 15-875 кВт	Класс III Большие на жестком фундаменте	Класс IV Большие на упругом фундаменте
Вибрационная скорость V мм/с	0.28			
	0.45			
	0.71		ХОРОШИЙ	
	1.12			
	1.80			
	2.80		УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНЫЙ	
	4.50			
	7.10		НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНЫЙ	
	11.20			
	18.00			
	28.00		НЕПРИЕМЛЕМЫЙ	
	45.00			

1.6 Подготовить отчет по форме п.3.5

2. СРЕДСТВА



- тренинг-стенд WS-3060: тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов. Масса ротора – 2,5 кг.



BALTECH VP-3470 - 2-х канальный виброанализатор-балансировщик



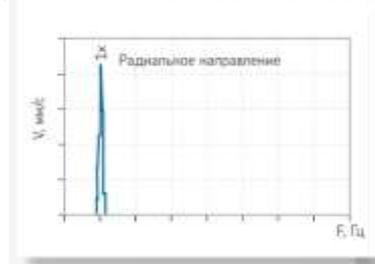
Fixturlaser SMC - виброанализатор с 3-х осевым беспроводным датчиком и экспертной программой диагностики

3. ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 Выявить признаки дисбаланса

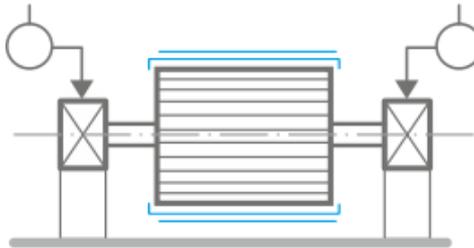
В амплитудно-частотном спектре:

- всегда присутствует и обычно доминирует гармоника $1x$;
- амплитуда виброперемещения на оборотной частоте ($1x$) возрастает пропорционально квадрату скорости вращения вала (например обороты возросли в 3 раза, амплитуда виброперемещения в 9 раз);
- амплитуда виброскорости на оборотной частоте возрастает пропорционально скорости вращения вала.

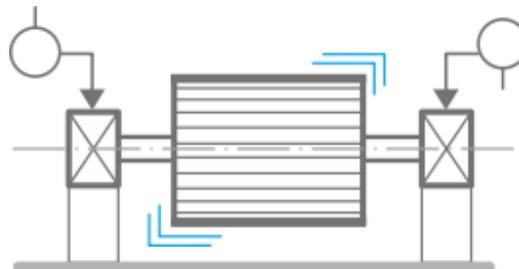


Фазовые измерения при статической и динамической неуравновешенности:

- **статическая неуравновешенность** отличается стабильными и одинаковыми фазовыми углами на оборотной частоте. Достаточно одной плоскости коррекции для проведения балансировки;



- **динамическая неуравновешенность** характеризуется разностью фаз на подшипниках $\leq 180^\circ$. Разность фаз $\leq 180^\circ$ существует при парных измерениях как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Необходимо две плоскости коррекции для проведения балансировки.



3.2 Выявить признаки расцентровки

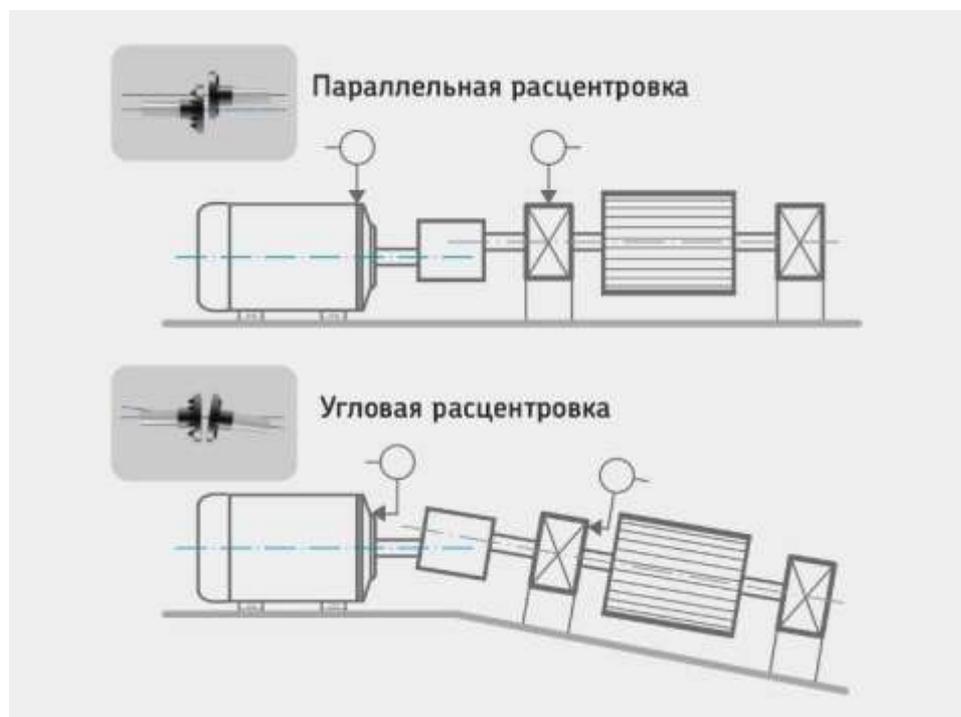
В амплитудно-частотном спектре:

- высокий уровень радиальной и осевой вибрации;
- преобладающая амплитуда 1-ой, 2-ой, а иногда и 3-ей оборотной частоты в спектре вибрации;
- составляющая 2х часто выше, чем 1х, однако соотношение 2х и 1х часто определяется типом муфты и особенностями конструкции;
- при большой угловой или параллельной расцентровке могут возникать и более высокие гармоники (4х - 8х) или даже целые серии высокочастотных гармоник, соответствующие, по характеру спектра дефекту «механические ослабления».



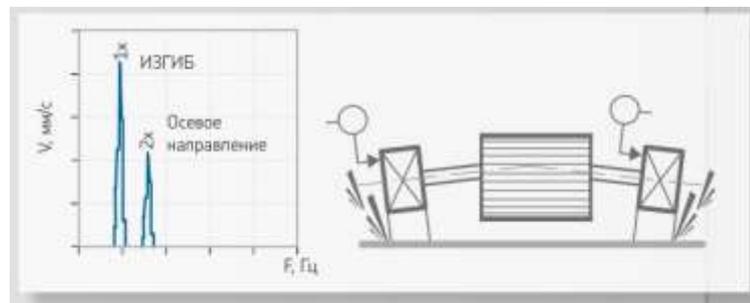
Фазовые измерения:

- угловая расцентровка характеризуется высокой осевой вибрацией и разностью фаз 180° при измерениях с двух сторон относительно муфты;
- параллельная расцентровка имеет вызывает высокую радиальную составляющую с разностью фаз до 180° при измерениях с двух сторон от муфты.



Изгиб вала:

- изгиб вала приводит к высокой осевой вибрации с разностью фаз при осевом измерении $\leq 180^\circ$;
- при изгибе вблизи центра вала обычно доминирует вибрация 1х;
- если изгиб у муфты, то доминирует 2х.



3.3 Выявить признаки механических ослаблений

В амплитудно-частотном спектре:

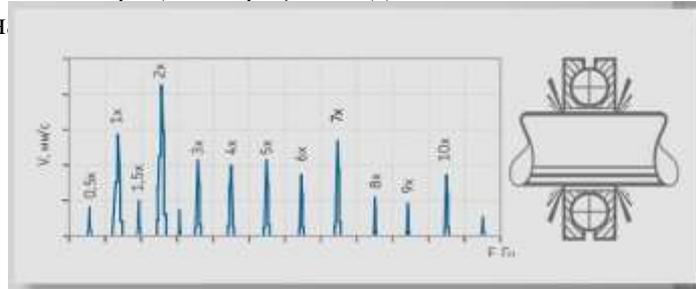
Ослабление креплений:

- ослабление болтов крепления лапы машины, трещинами в элементах рамы или подшипниковой опоры;
- характеризуется появлением составляющих вибрации корпуса на $0.5x, 1x, 2x, 3x$, а при сильной разболтанности - появлением высокочастотных составляющих не кратных оборотным частотам из-за ударных процессов.



Износ | повышенные зазоры:

- связано с исчезновением натяга между деталями, что приводит к появлению многочисленных гармоник вибрации корпуса подшипника из-за нелинейной реакции разболтанных деталей и



Фазовые измерения:

- фаза часто нестабильна и может сильно меняться.

П.3.5. Форма отчета



Запишите произведенные величины замеров СКЗ виброскорости в контрольных точках и сделайте вывод о состоянии оборудования в соответствии с нормами ГОСТ 10816

V, мм/с	Опора 1	Опора 2	Электродвигатель 1 подшипник	Электродвигатель 2 подшипник
Вертикальное				
Горизонтальное				
Осевое				
ВЫВОД о состоянии:				

Отметьте обнаруженные признаки дефектов

№	Наименование процедуры	Требования	Отметка о выполнении	Результат
1	Признаки дисбаланса	1х, фаза		
2	Признаки расцентровки	1х, 2х, фаза		
3	Признаки изгиба вала	1х, 2х, фаза		
4	Признаки механических ослаблений	0.5х, 1х, 2х, 3х, фаза		

Контрольные вопросы

1. Что такое «фаза»?
2. Назовите признаки дисбаланса.
3. Назовите признаки расцентровки.
4. Назовите признаки изгиба вала.
5. Назовите признаки механических ослаблений.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения

Лабораторная работа № 2

Термография тренинг-стенда baltech ws-3060

Цель:

Приобрести навыки тепловизионной диагностики и измерения и оценки температурных полей на подшипниковых опорах и на муфтовом соединении.

Принимаем во внимание, что наличие нагрузки в виде механических ослаблений, дисбаланса и расцентровки приводит к повышению температуры на контрольных точках объекта измерений.

Выполнив работу, Вы будете:

уметь:

- проводить термография тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

Материальное обеспечение:

Раздаточный материал

Оборудование: Комплекс по центровке, балансировке, вибродиагностике и тепловизионному контролю оборудования тренинг-стенд BALTECH WS-3060

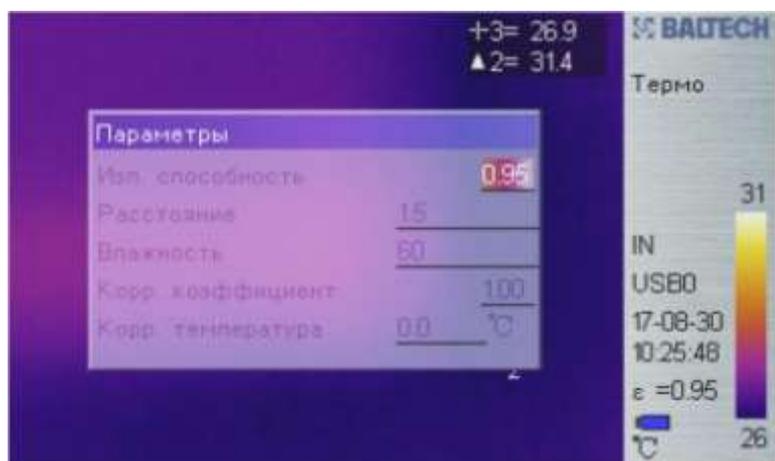
Задание

Провести центровку тренинг-стенда BALTECH WS-3060.

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1 Перед началом работ настроить тепловизор.

Для настройки общих параметров измерения температуры выберите подраздел «Параметры» раздела главного меню «Измерение».



В данном подразделе доступно для редактирования 5 параметров:

- Установит величину излучательной способности объекта измерения в диапазоне $0 < \epsilon < 1$ (для АЧТ=1);
- Ввести фактическое расстояние до объекта в метрах;
- Ввести значение влажности окружающей среды (30% для помещений);
- Коэффициент коррекции в значении 1.00 не изменяет измеряемую величину;
- Коэффициент коррекции температуры используется для ввода известной расчетной поправки.

Правильно настроить фокус объектива тепловизора на объект. Изображение должно быть четким, без размывов.

Таблица выбора значений коэффициента излучательной способности ϵ

Материал	Температура, °C	Коэффициент излучения
Алюминий сильно окисленный	93	0,20
Алюминий не окисленный	25	0,02
Алюминий не окисленный	100	0,03
Алюминий блестящий, укатанный	170	0,04
Алюминий, отполированный до зеркального блеска	100	0,09
Медь окисленная	130	0,76
Медь желтая, окисленная	200	0,61
Медь укатанная	40	0,64
Медь, слегка потемневшая	20	0,04
Медь отполированная	40	0,03
Хром	40	0,08
Хром отполированный	150	0,06
Сталь черная, анодированная	50	0,98
Сталь окисленная	200	0,79
Сталь холоднокатанная	93	0,75 - 0,85
Сталь, термообработанная поверхность	200	0,52
Железо с коркой отливки	100	0,80
Железо с прокатной пленкой	20	0,77
Железо отшлифованное	20	0,24
Чугун окисленный	200	0,64
Свинец необработанный	40	0,43
Свинец окисленный	40	0,43
Свинец серый, окисленный	40	0,28
Трансформатор окрашенный	70	0,94
Бетон	25	0,93
Кирпичная кладка	40	0,93
Известковый раствор, штукатурка	20	0,93
Глина обожженная	70	0,91
Песчаник	40	0,67
Гранит	20	0,45
Мрамор белый	40	0,95
Гипс	20	0,90
Фарфор	20	0,92
Стекло	90	0,94
Дерево	70	0,94
Резина твердая	23	0,94
Резина мягкая, серая	23	0,89
Пластик ПЭ, ПП, ПВХ	20	0,94
Краски масляные (всех цветов)	90	0,92 - 0,96
Краска черная, матовая	80	0,97
Краска белая	90	0,95
Краска желтая, 2 слоя на алюм. фольге	40	0,79
Краска синяя, на алюм. фольге	40	0,78
Бумага	20	0,97
Хлопок	20	0,77
Лед гладкий	0	0,97

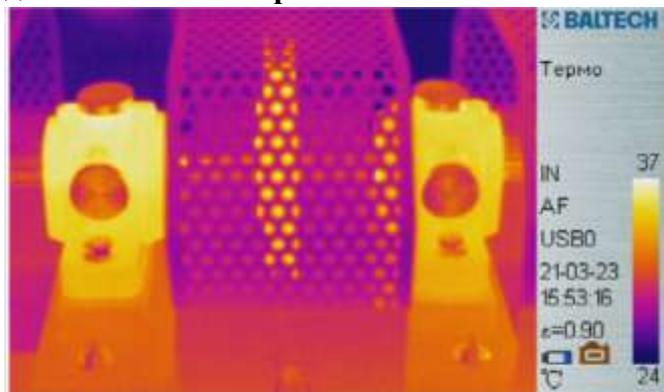
1.2 Прогреть тренинг-стенд

Тепловизионную съемку проводить после предварительного прогрева тренинг-стенда в

рабочем режиме в течении 15 минут. Съемка производится на работающем тренинг-стенде.

2 ОБЪЕКТЫ КОНТРОЛЯ

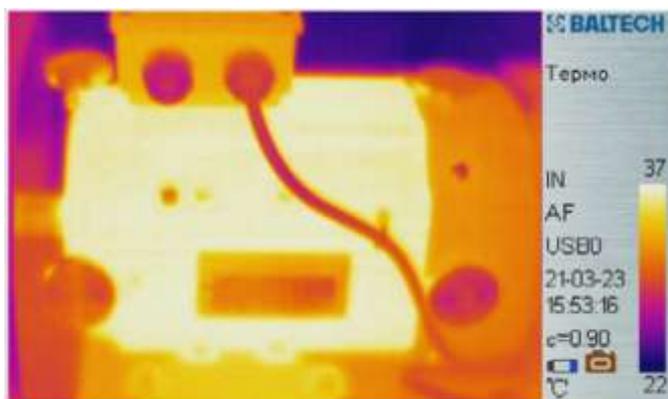
2.1 Первая и вторая подшипниковые опоры вала



2.2 Муфтовое соединение



2.3 Электродвигатель



Сделайте расчеты величины повышения температуры в контрольных точках. Запишите разницу между холодной и прогретым тренинг стендом, а также между температурой в контрольных точках до и после выполнения работ по виброналадке.

1	< 5°C	Начинающийся перегрев. Это должно быть под контролем
2	5 – 30°C	Явный перегрев. Принять меры при первой возможности, а также проанализировать возможные нагрузочные режимы.
3	> 30°C	Сильный перегрев. Принять меры неотложно, но с учетом анализа нагрузочной ситуации
4	> 85°C	Аварийная ситуация (в зависимости от вида оборудования)

3.5 Форма отчета

Заполните значения замеренных температур в формуляр и сделайте отметку осостоянии узла.



№	Наименование процедуры	Критерии нормальной работы	Настройка коэффициента излучательной способности	Т-ра на холодной машине, °С	Т-ра на прогретой машине до регулировок, °С	Т-ра на прогретой машине после регулировок, °С
1	Первая подшипниковая опора	Траб ≤ 40°С				
2	Вторая подшипниковая опора	Траб ≤ 40°С				
3	Муфтовое соединение	Траб ≤ 40°С				
4	Электродвигатель	Траб ≤ 40°С Нагрев корпуса Траб ≤ 60°С				

Выводы и комментарии: _____

Контрольные вопросы

1. Что такое кажущаяся температура?
2. Как отражается расцентровка валов на термограмме подшипниковых опор?
3. Как отражается расцентровка валов на термограмме муфты?
4. Как отражается расцентровка валов на термограмме корпуса электродвигателя?
5. Что такое «тепловая аномалия»?

Критерии оценки

Оценка «отлично» ставится:

–ответ изложен в соответствии с требованиями культуры речи и с использованием соответствующей системы понятий и терминов (могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа).

Оценка «хорошо» ставится:

–Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» ставится:

–Логика и последовательность изложения имеют нарушения; допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые студент способен исправить после наводящих вопросов (допускается не более двух ошибок, не исправленных студентом).

–Студент не способен самостоятельно выделить существенные и важные элементы темы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

- Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу, присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения