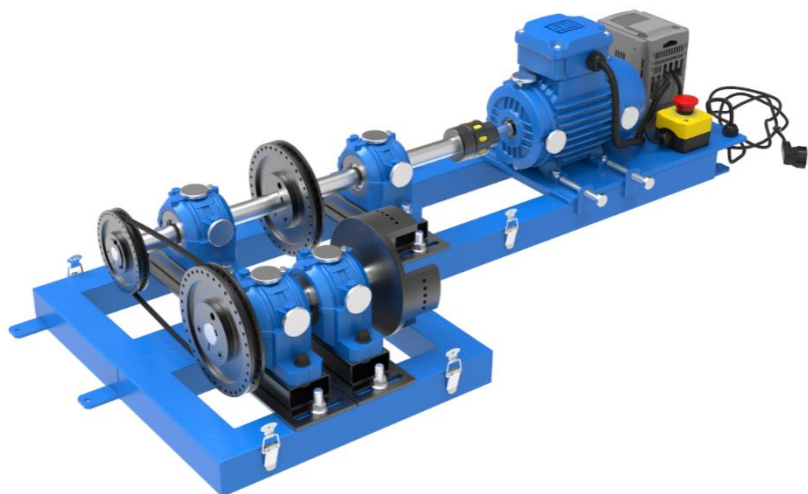


Задание для Модуля Е компетенция «Промышленная механика и монтаж»

Задание выполняется с использованием следующего оборудования:

- Тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов.
- Дополнительный блок к стенду для проведения работ по монтажу подшипников, выверки шкивов и балансировке шнека стандартным методом расчетом через векторный калькулятор.



- Кейс с аксессуарами
- Система для центровки валов лазерная
- Универсальный виброанализатор для вибродиагностики и балансировки с программным обеспечением для ведения баз данных, диагностики и формирования отчетов
- Тепловизор с диапазоном $-20^{\circ}\text{C} \dots +600^{\circ}\text{C}$
- Система для центровки шкивов
- Индукционный нагреватель HL

Задание включает следующие блоки:

I Блок – Промышленная механика и монтаж

выполнить сборку дополнительного блока. Выполнить работы по предварительной регулировке основного стенда, которые включают в себя: грубую центровку с использованием лекальной линейки и щупов, контроль биения валов и полумуфт.

II Блок – Диагностика и определение состояния роторного оборудования вибродиагностическим и тепловым методами НК

- 2.1. Используя виброанализатор провести маршрутные измерения общего уровня вибрации и прямого спектра вибрации.
- 2.2. Используя тепловизор провести измерения тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.
- 2.3. Выгрузить полученные данные измерений в программное обеспечение и сделать заключение о состоянии агрегата.

III Блок – Техническое обслуживание: центровка муфтового соединения и балансировка ротора на месте эксплуатации.

- 3.1. Выполнить точную центровку муфтового соединения при помощи системы лазерной центровки.
 - 3.2. Выполнить балансировку шнека стандартным методом расчетом через векторный калькулятор при помощи виброанализатора.
- Балансировку консольного ротора выполняют, используя 1 плоскость коррекции (шнек) и 4 измерительные точки в горизонтальном и вертикальном направлении (на подшипниковых опорах вала).

3

.

IV Блок – Контрольные измерения. Проверка качества выполненных работ.

.

- 4.1. Используя виброанализатор провести маршрутные измерения общего уровня вибрации.
- 4.2. Используя тепловизор провести измерение тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.
- 4.3. Выгрузить полученные данные измерений в программное обеспечение и сделать заключение о состоянии агрегата после выполнения работ по техническому обслуживанию.

л

ь

т

а

т

ы

р

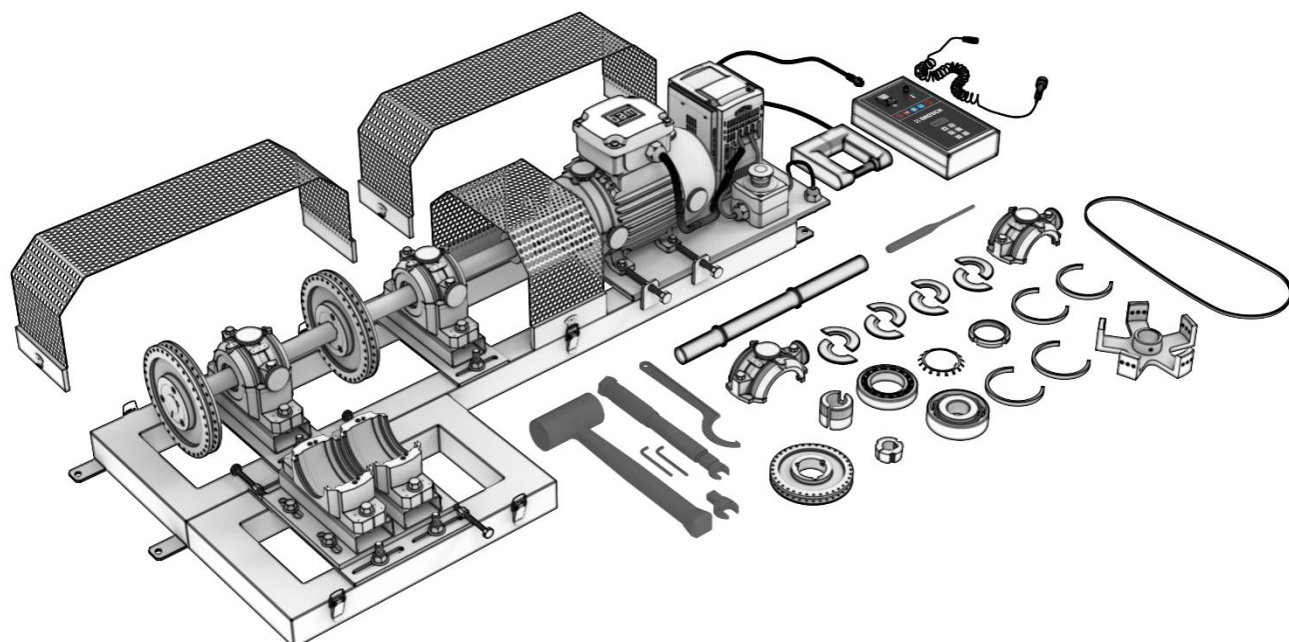
а

б

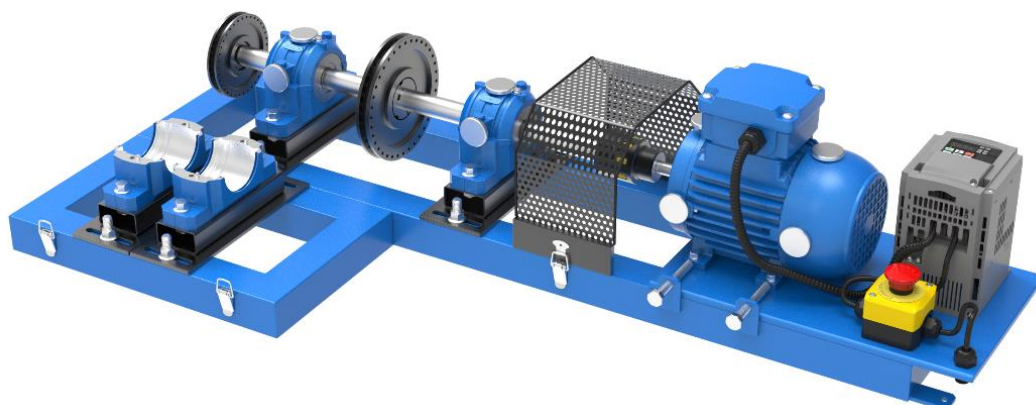
I Блок – Промышленная механика и монтаж

провести монтаж подшипниковых опор с валом, шкивом и шнеком (консольный ротор), проверить биение, выставить шкивы и произвести грубую центровку:

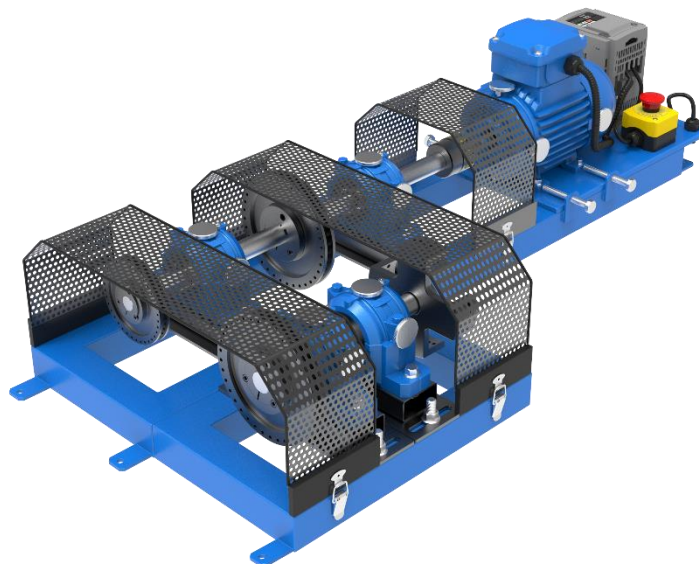
ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ: сборочный комплект



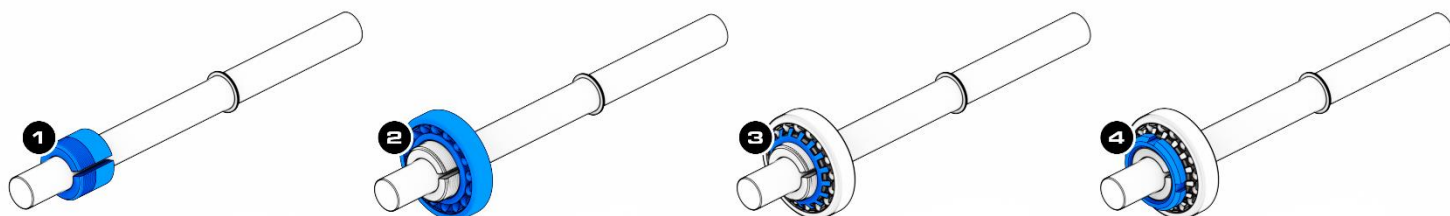
ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ: основание станда для сборки



РЕЗУЛЬТАТ СБОРКИ:

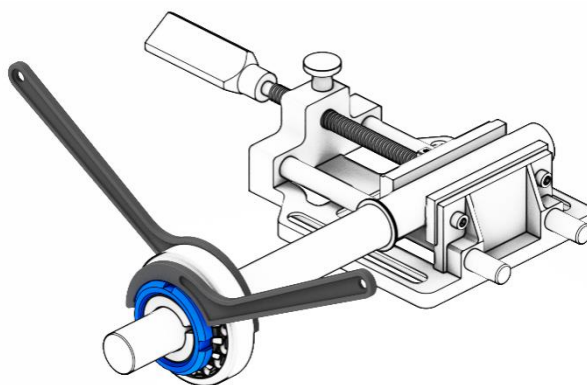


Смонтировать шариковый подшипник с конической втулкой на вал.



При необходимости допускается воспользоваться тисками с резиновыми губками для фиксации вала. Для затяжки гайки подшипника можно использовать второй серповидный ключ.

ВАЖНО: в соответствии с правилами монтажа подшипника на втулку, сначала гайкой зажимается сам подшипник и только потом на втулку устанавливается стопорная шайба. Так как данные подшипниковые узлы постоянно разбираются и собираются, гайку разрешается не стопорить кольцом.



нагреть роликовый подшипник на индукционном нагревателе и установить его на вал

Использование индукционного нагревателя:

отключить нагреватель к сети 220 В.

установите подшипник на стержень, соблюдая меры безопасности.

установите нагревающий элемент на опоры нагревателя, а затем установите подшипник на стержень.

установите датчик температуры на внутреннее кольцо подшипника.

включите индукционный нагреватель, нажав на кнопку питания.

установите температуру 90 °С.

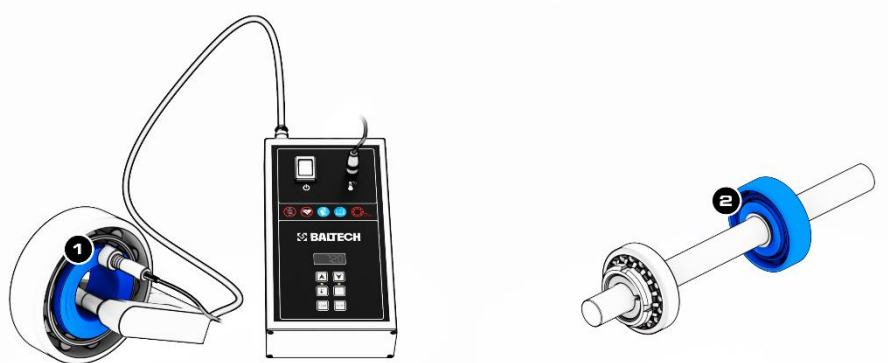
нажмите кнопку «START» для начала нагрева.

дисплей покажет текущую температуру нагреваемого подшипника/детали.

Достижение заданного значения температуры сигнализируется звуковым сигналом и остановкой нагрева.

снимите подшипник. Используйте термостойкие перчатки (сварочные краги) при работе с нагретыми деталями.

отключаем нагреватель кнопкой и от сети.

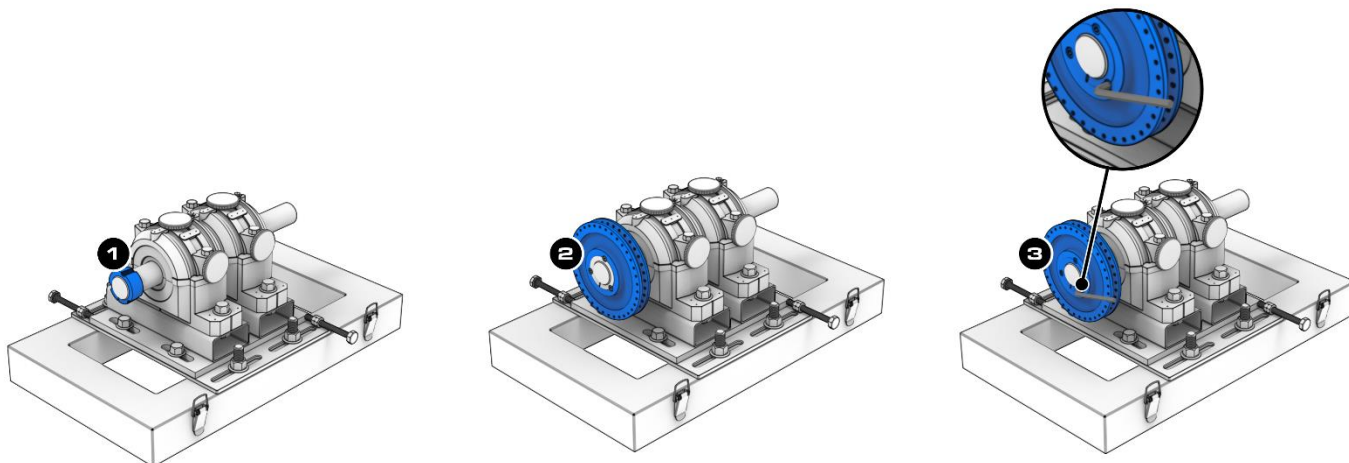


монтировать вал с подшипниками в подшипниковые опоры. При отсутствии смазки в подшипнике, нанести ее. Смазка должна быть нанесена поверхностно только на тела качения, **в корпуса подшипников смазка не закладывается.**

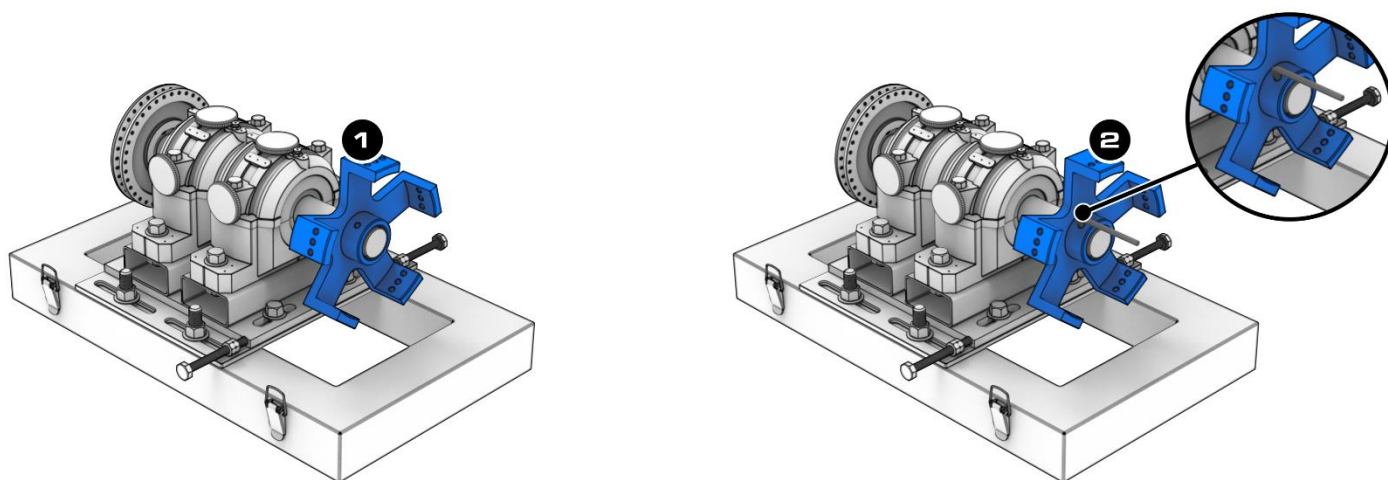
Для затяжки болтов подшипниковых опор использовать динамометрический ключ, момент затяжки использовать 14 Н*м.

Данное задание не предусматривает проверку зазоров в подшипниках до и после монтажа.

Установить шкив на втулку тапербуш



Установить на другой конец вала шнек



регулировка шкивов и натяжка ремня

После сборки и монтажа вала в подшипниковые опоры необходимо одеть ремень на шкивы.

Регулировка шкивов выполняется системой центровки шкивов.

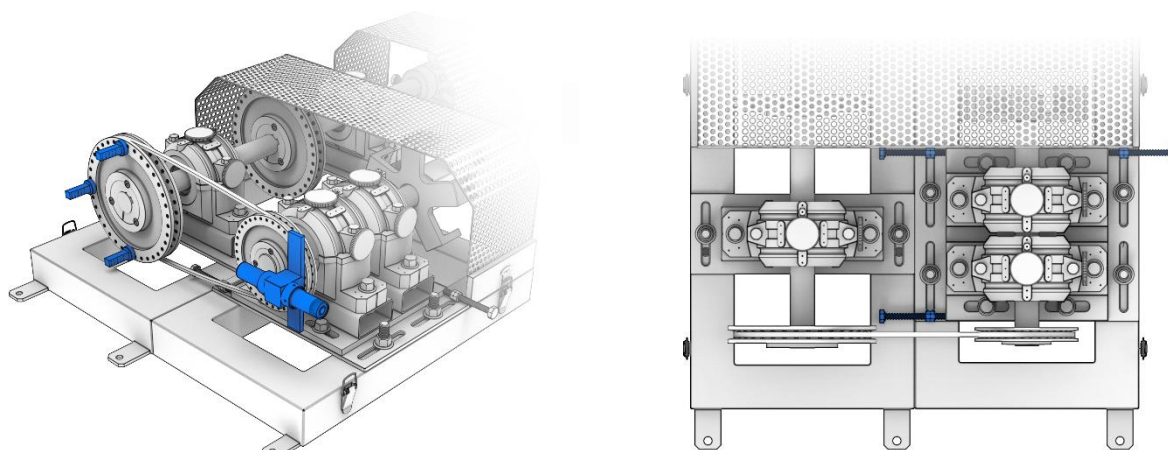
Задание выполнено

_____/_____/_____
ФИО эспертал подпись время

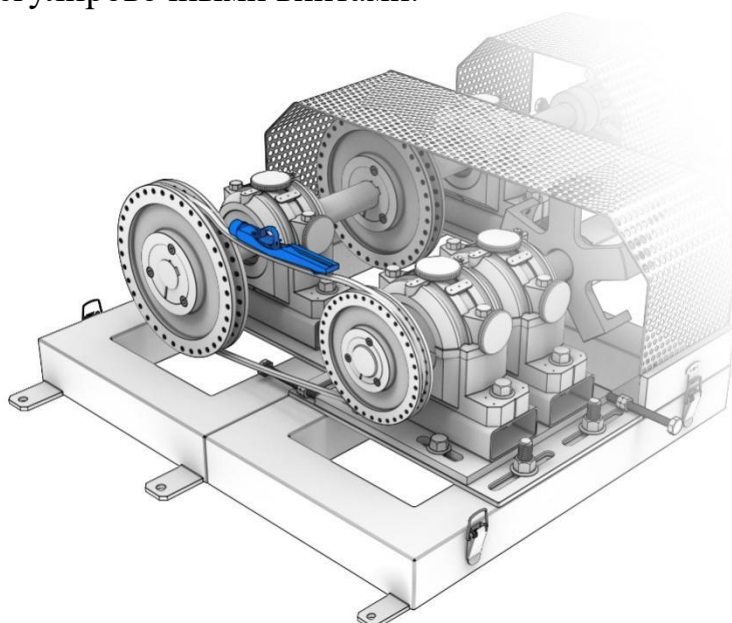
После сборки выполняются работы по предварительной регулировке:

Использование системы для центровки шкивов:

становливаем излучатель на большой шкив с помощью магнитной площадки;
становливаем на малый шкив 3 метки;
пускаем прижимные винты подшипниковых опор, с помощью регулировочных болтов на подшипниковых опорах центруем до тех пор, пока лазер излучателя не покажет на метках **одинаковые риски**, затягиваем винты.



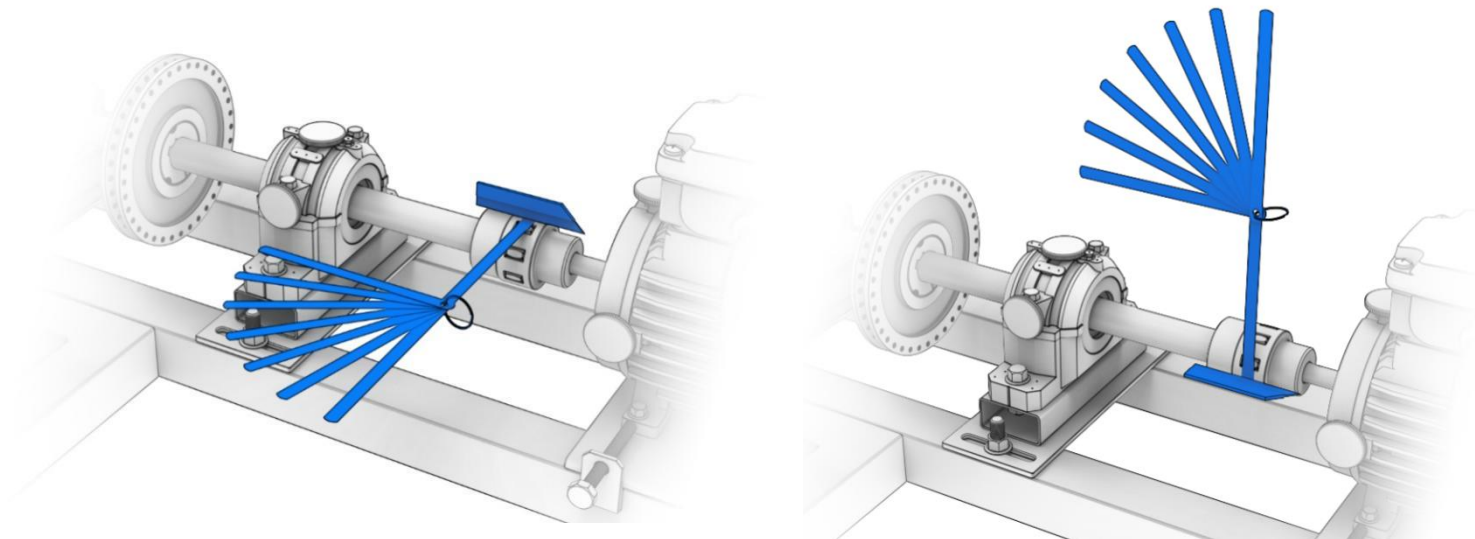
После регулировки шкивов, с помощью измерителя натяжения, проверить натяжку ремня, оно должно составлять от **150-250 Н**, при необходимости ослабьте или натяните ремень регулировочными винтами.



Собранный стенд с дополнительным блоком

рубая центровка:

Замеры выполняются калиброванными щупами и лекальной линейкой. При помощи щупов вычисляют необходимое количество пластин для корректировки двигателя по высоте и необходимое перемещение в горизонте;



Корректировка положения двигателя в горизонте осуществляется регулировочными винтами, а по высоте калиброванными пластинами.

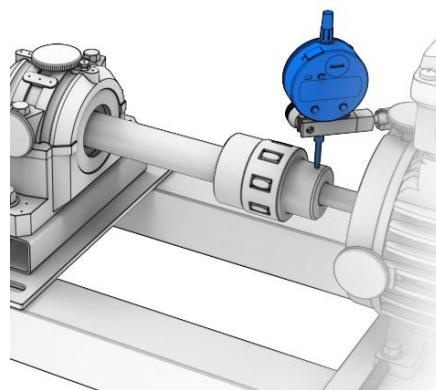
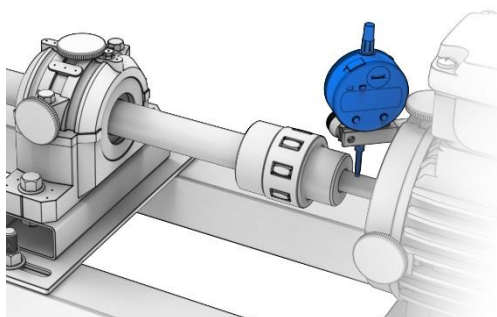
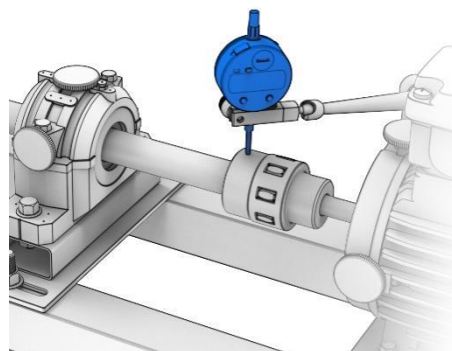
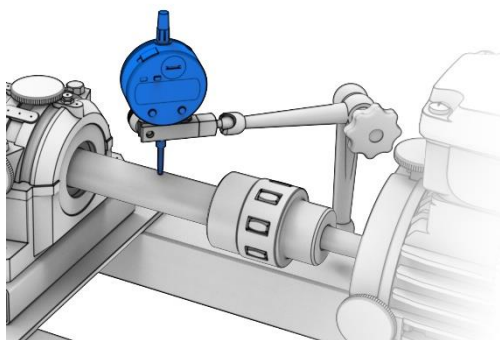


роверка величин биений. При помощи магнитной стойки и часового индикатора проверить радиальное биение валов с каждой стороны полумуфты, каждой из полумуфт и радиальное биение вала основного блока стенда.

змерение биения валов производится в непосредственной близости к полумуфте.

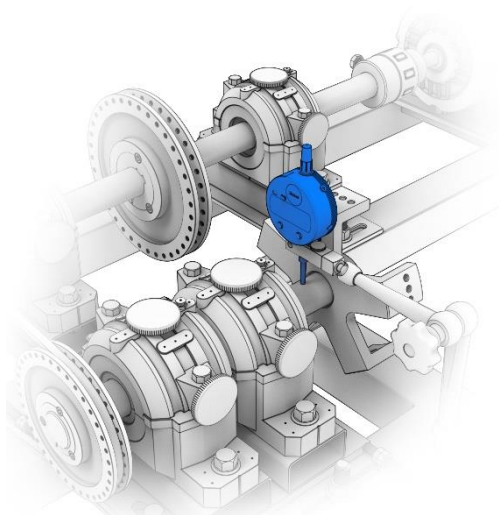
иение полумуфты проверяется по краям в точках указанных на рисунке

Измерение биения вала дополнительного блока производится между шнеком и второй опорой подшипника.



Результаты записать в таблицу:

Место замера	Биение
Вал двигателя	
Полумуфта двигателя	
Вал агрегата	
Полумуфта агрегата	
Вал модуля WS-3065	



Задание выполнено

ФИО эсепртал

подпись

время

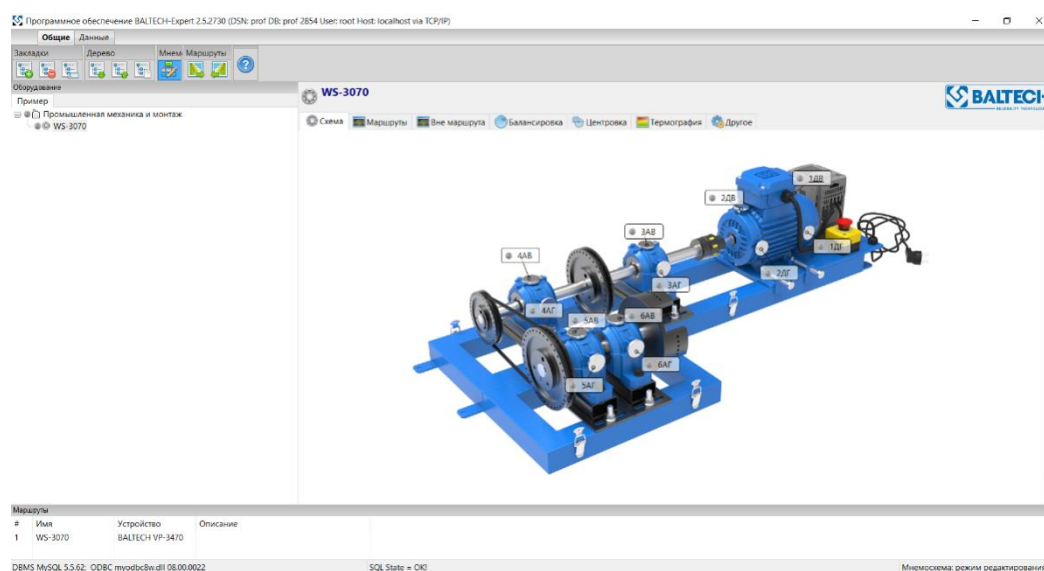
II Блок – Диагностика и определение состояния роторного агрегата вибродиагностическим и тепловым методами НК

2.1. Используя виброанализатор провести маршрутные измерения общего уровня вибрации и прямого спектра вибрации.

Для выполнения задания необходимо подключить виброанализатор к персональному компьютеру с установленным программным обеспечением.

Выбрать вкладку программного обеспечения BALTECH-Expert v2.5.3392u, в которой находится предварительно сконфигурированное оборудование.

Создать маршрут, присвоив ему в качестве названия своё имя: *Фамилия И.О.*
Загрузить маршрут в виброанализатор.



Включить стенд, установив 50Гц на частотном преобразователе (скорость вращения основного вала ≈ 1500 об/мин, обратите внимание что скорость вала дополнительного блока меньше из-за ременной передачи и составляет ≈ 1000 об/мин) и прогреть не менее 5 минут.

Произвести измерения в контрольных точках на стенде согласно маршруту: 4 точки на двигателе, по 2 точке на каждой из 4-х подшипниковых опор, всего 12 точек.

Произвести измерения спектра вибраций вне маршрута одной контрольной точки (6АГ на 4-ой подшипниковой опоре) и сохранить в прибор.

В

Провести анализ параметров вибрации и сохранить отчет с выводами о состоянии оборудования и требуемых работах по виброналадке, используя рекомендованные уровни вибрации и анализ прямого спектра вибрации.

(Отчет о состоянии оборудования генерируется автоматически после выгрузки данных проведенных замеров!)

И

Т

Б

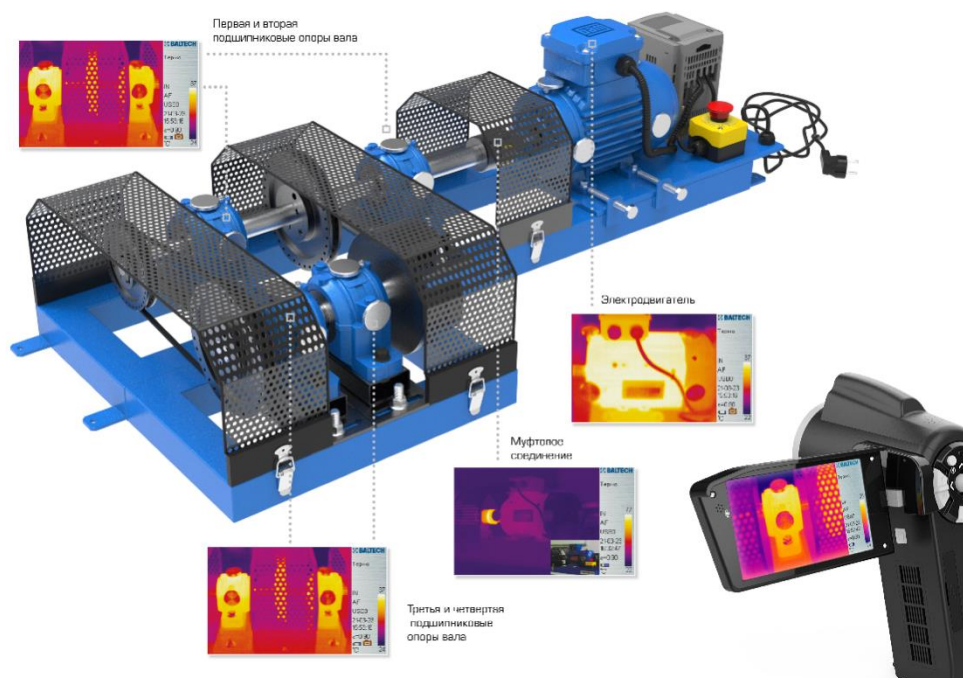
2.2. Используя тепловизор провести определение тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

Произвести настройку тепловизора:

- Излучательная способность 0,95;
- Расстояние 1 м;
- Влажность 60.

Сделать замеры на прогретом стенде.

Сохранить термограммы, показывающие тепловое поле подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

В
Ы

2.3. Заполнить бланк о состоянии агрегата по вибрационным и тепловым характеристикам, используя следующее нормирование:

В выводах отметить, какому вибрационному состоянию соответствует стенд, какие требуются работы по виброналадке, каково значение температуры узлов.

Заключение о состоянии оборудования:

р
з
а
м
м
в
и
н

ФИО эксперта

ПОДПИСЬ

Врем

Справочная информация:

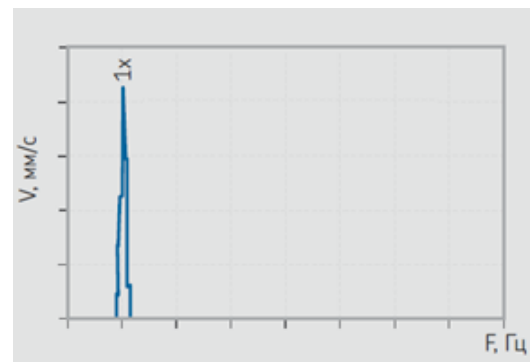
Нормирование общего уровня вибрации:

Уровень вибрации $V_{\text{с.к.з.}}$, мм/с (10...1000Гц)	Зоны вибрационного состояния станда BALTECH WS-3060 (мощность дв. = 1,5 кВт)	
0,28	Зона А	В эту зону попадают, как правило, новые машины, только что введенные в эксплуатацию
0,45		
0,71		
1,12	Зона В	Машины, попадающие в эту зону, считают пригодными для дальнейшей эксплуатации без ограничения сроков
1,8		
2,8	Зона С	Машины, попадающие в эту зону, рассматривают как непригодные для длительной непрерывной эксплуатации. Данные машины могут функционировать ограниченный период времени, пока не появится подходящая возможность для проведения ремонтных работ
4,5		
7,10	Зона D	Уровни вибрации в данной зоне рассматривают как достаточно серьезные, для того чтобы вызвать повреждение машины
9,3		
11,20		
14,7 и выше		

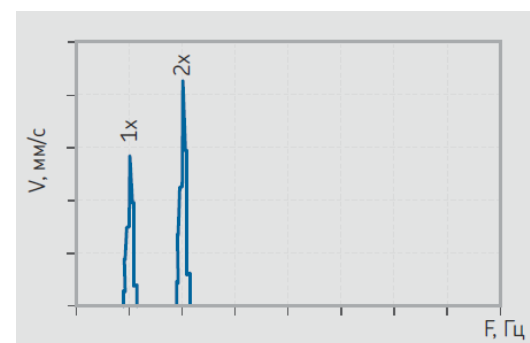
Оценка прямого спектра

Наличие дефекта «дисбаланс» проявляется в виде всплеска вибрации на оборотной частоте (для скорости $n=1500$ об/мин, оборотная частота составит $F_{\text{об}}=25$ Гц, для скорости $n=1000$ об/мин, оборотная частота составит $F_{\text{об}}=16,5$ Гц)

Высокий уровень вибрации преобладает в горизонтальном направлении.



Наличие дефекта «несносность валов» или расцентровка проявляется в виде всплеска вибрации на оборотной и 2-кратной оборотной частоте (для скорости $n=1500$ об/мин, оборотная частота составит $F_{\text{об}}=25$ Гц, 2-кратная $F_{2\text{об}}=50$ Гц).



Высокий уровень радиальной и осевой вибрации:

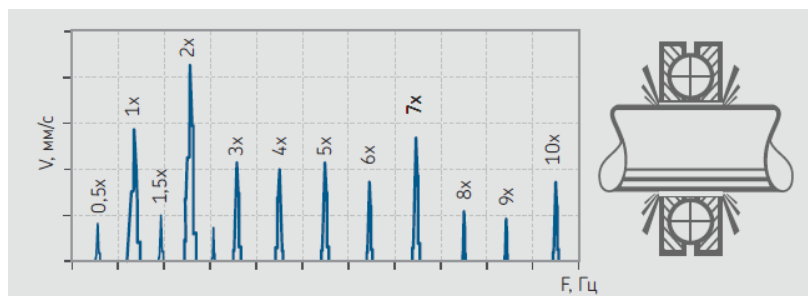
- Преобладающая амплитуда 1-ой, 2-ой, а иногда и 3-ей оборотной частоты в спектре вибрации
- При большой угловой или параллельной расцентровке могут возникать и более высокие гармоники ($4x - 8x$) или даже целые серии высокочастотных гармоник, соответствующих по характеру спектра дефекту «механические ослабления»

Наличие дефекта «механические ослабления корпуса» (ослабление болтов крепления, лап машины, трещины в элементах рамы или подшипниковой опоры)

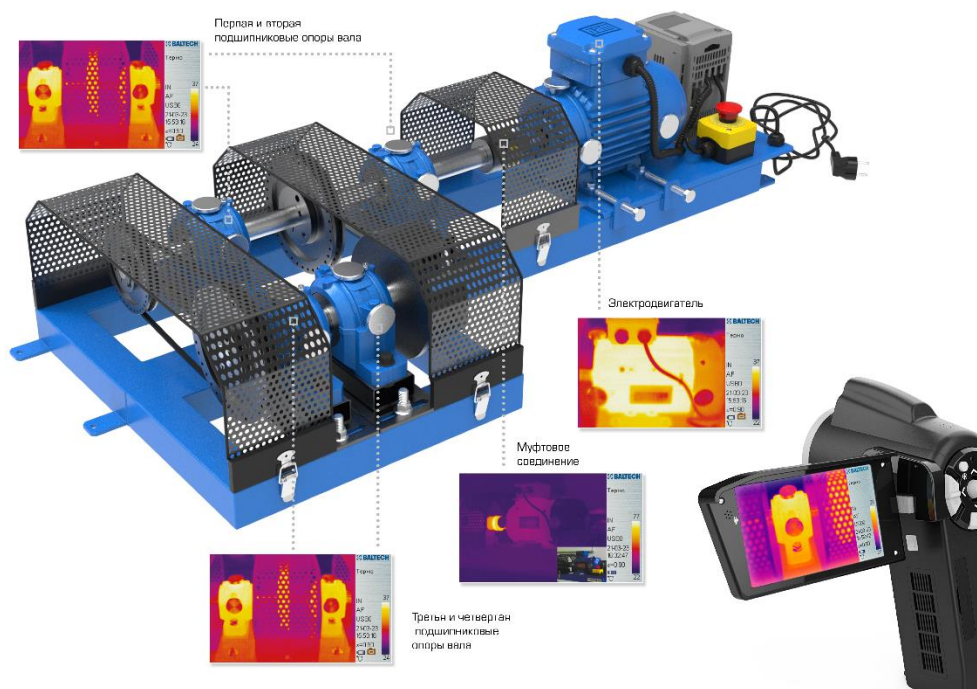
- Характеризуется появлением составляющих вибрации корпуса на $1x, 2x, 3x, 0.5x$, а при сильной разболтанности — появлением высокочастотных составляющих некротных оборотным частотам из-за ударных процессов.



Наличие дефекта «механические ослабления подшипника» (износ / повышенные зазоры, связано с исчезновением натяга между деталями) приводит к появлению многочисленных гармоник вибрации корпуса подшипника из-за нелинейной реакции разболтанных деталей на динамические силы от ротора.



Оценка температурных полей



Фиксируется максимальная и минимальная температуры зоны:

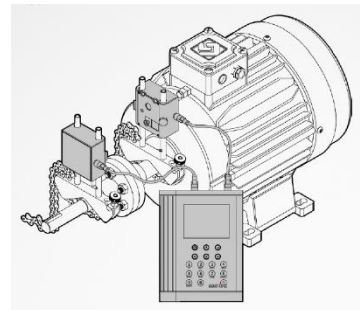
Первой, второй, третьей и четвертой подшипниковых опор, соединительная муфта и эл.двигатель.

Выводы делаются на основе разницы температуры в градусах между зонами и величины превышения температуры окружающего воздуха.

III Блок – Техническое обслуживание: центровка муфтового соединения и балансировка ротора на месте эксплуатации.

3.1. Провести точную центровку муфтового соединения при помощи системы лазерной центровки.

- Провести установку системы лазерной центровки на валы (проверить монтаж: БИЛ-1 подвижная – со стороны эл.двигателя; БИЛ-2 стационарная -со стороны механизма)
- Настроить лазерные лучи на попадание в приемники (лучи включатся при запуске программы центровки!)



Изначально проверяется наличие и устраняется дефект «мягкая лапа».

- Выставить лазерные головки в вертикальном направлении (наверх). Чем меньше составляет угол наклона в горизонте, тем выше точность замера!
- Запустить программу «Мягкая лапа» и поочередно отпустить, и затянуть каждый болт на креплении двигателя
- **Затяжку болтов осуществлять динамометрическим ключом, с моментом затяжки 14Нм**
- Зафиксировать значение подъема лапы при отпуске болта. Величина $\geq 0,06$ мм требует корректировки пластинами.
- Подложить калиброванные пластины на величину подъема лапы, не более 4 шт. под опору
- Продолжать операцию до значений $\leq 0,05$ мм под каждой опорой.
- Результаты сохранить в приборе!



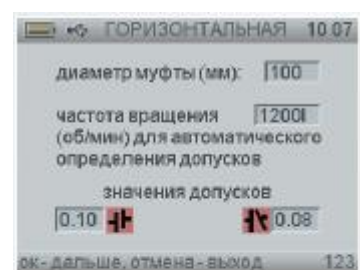
Функция «Мягкая лапа», окно измерений

1. Область показаний угломера
2. Маркер служит для выбора опоры
3. Область отображения результатов (величина мягкой лапы)

После устранения мягкой лапы провести центровку «горизонтальной машины»

Выбирать центровка «горизонтальных машин».

- Диаметр муфты не изменяем, оставляем значение 100мм, (для расчета угловой несоосности в единицах: мм/100мм)
 - Ввести частоту вращения, прибор автоматически подберет допуски на центровку.
 - Ввод размеров:
1. Между центрами креплений лазерных головок
 2. От центра крепления подвижной головки до центра муфты
 3. От центра муфты до передней опоры
 4. Между опорами электродвигателя



- Выбрать удобный метод центровки: усеченный угол или часовой (9-0-3)
- Провести измерения вращая вал до требуемых угловых положений
- Получить расчет величин несоосности и произвести подвижки двигателя.

После выполнения операции центровки итоговые значения должны быть в зеленом цвете (в допуске).

В режиме «Центровка валов» отображаются величины перемещения в вертикальной (вверх-вниз) и горизонтальной (вправо-влево) плоскостях на величины значений, указанных стрелками ▼ ▲.

Для переключения между направлениями перемещения необходимо поставить измерительные головки по вертикали (наверх) или по горизонту (в сторону).

Необходимо уложиться в допуски до 2000 об/мин

Частота вращения, об/мин	Допуск			
	Смещение осей, мм		Излом осей, мм/100 мм	
	Хорошо	Приемлемо	Хорошо	Приемлемо
до 1000	0,07	0,13	0,06	0,10
до 2000	0,05	0,10	0,05	0,08
до 3000	0,03	0,07	0,04	0,07

Оценка «не удовл» - агрегат в допуски не выставлен

Оценка «принято» - в соответствующие допуски «приемлемо»

Оценка «отлично» - в соответствующие допуски «хорошо»

Отчет по центровке сохранить в приборе.

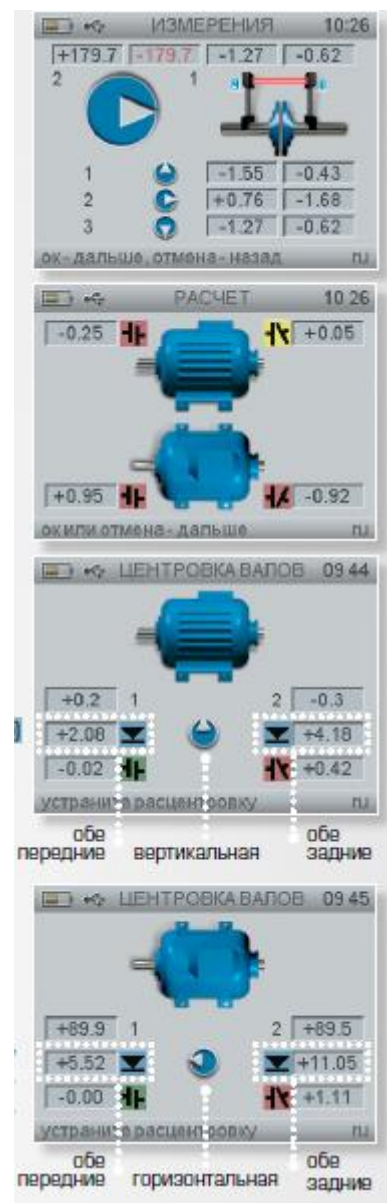
Выгрузить в программное обеспечение BALTECH-Expert v2.5.3392и отчет о корректировке «мягкой лапы» и отчет по результатам центровки.

Задание выполнено _____ / _____ / _____
 ФИО эсопера подпись время

3.2. Выполнить балансировку при помощи виброанализатора по двум измерительным точкам. Результаты сохранить в программе.

Балансировка консольного ротора по одной плоскости коррекции и двум измерительным точкам (на подшипниковых опорах вала модуля WS-3060).

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

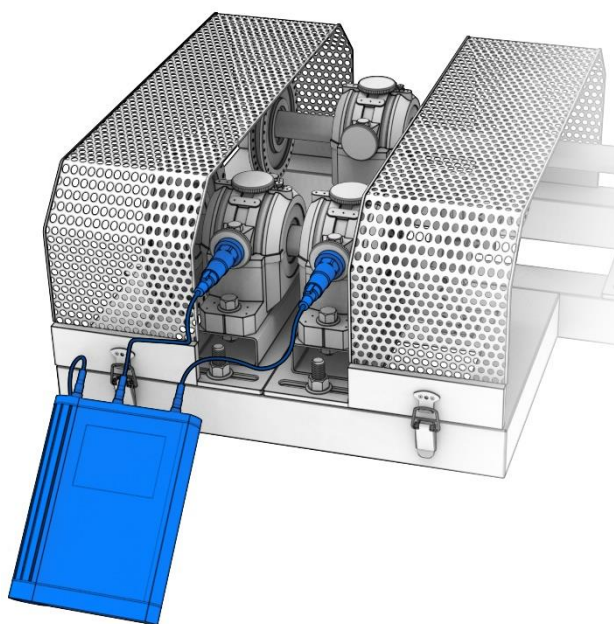


Границы допусков (V мм/с)	Заключение
	Отлично
>	Хорошо
>	Приемлемо с ограничениями
>	Не приемлемо

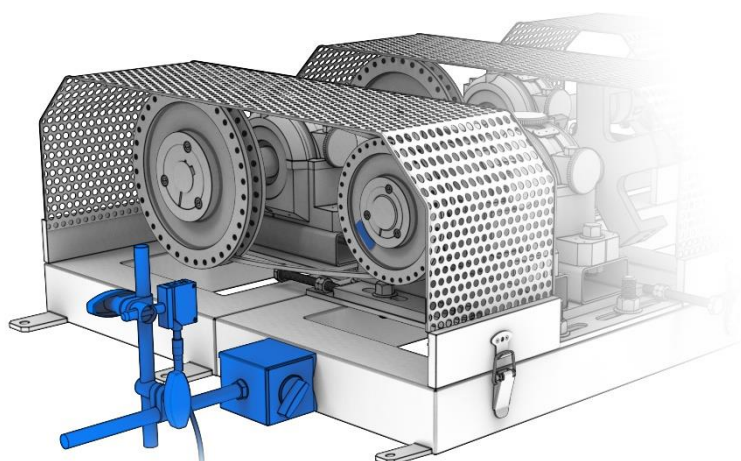
Вращающийся шнек является плоскостью коррекции для установки пробной и корректирующих масс.

Площадки на подшипниковых опорах дополнительного блока являются точками для измерения вибрационных параметров (измерения делаются в горизонтальном направлении).

С торца на вращающийся шкив наклеивается метка таходатчика для замера скорости вращения вала.



монтаж прибора для проведения балансировки



установка таходатчика

Во вкладке НОВАЯ БАЛАНСИРОВКА выбрать:

Во вкладке НОВАЯ БАЛАНСИРОВКА выбрать:

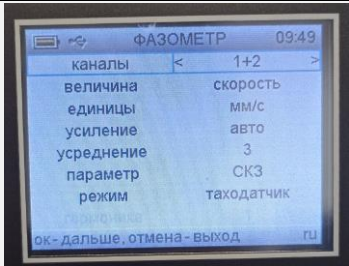
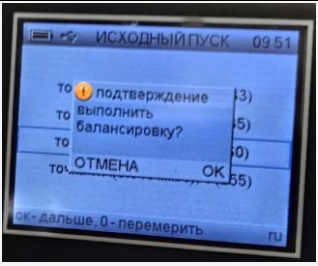
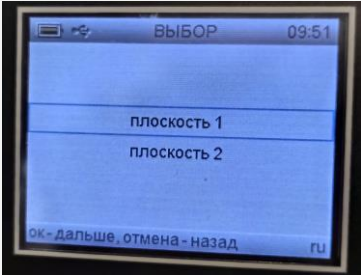
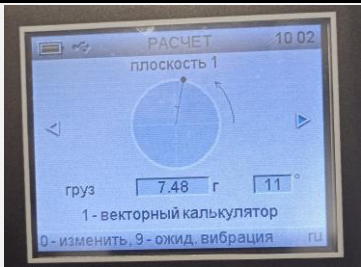
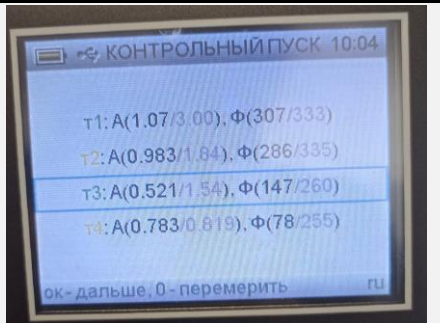
число плоскостей <1>

точек измерений <4>

метод «стандартный»

НОВ БАЛАНСИРОВКА 09 19	
число плоскостей	< 1 >
точек измерений	1
метод	стандартный
число углов	3
расчет углов	против вращен.
пробный груз	не оставлять
коррекц. груз	добавляется
ок - дальше, отмена - выход 123	

Далее пошагово провести процедуру балансировки:

Шаг 1	Шаг 2	Шаг 3
Выбор количества каналов измерения вибрации < 1+2 > - оба канала 	Делаем измерения по 1 и 2 точке, потом переставляем датчики и делаем измерения по 3 и 4 точке. Сохранение при зеленом маркере сбора данных! 	После снятия замеров жмем ✓ и подтверждаем желание выполнить балансировку повторным нажатием ✓ 
Шаг 4	Шаг 5	Шаг 6
Выбираем плоскость коррекции (первый диск – первая плоскость, второй диск – вторая плоскость) 	Взвешиваем на весах пробную массу, записываем её величину в прибор. Устанавливаем массу на вращающийся диск в любое место. Это место станет отметкой 0° относительно которой потом ставится корректирующая масса. 	Возвращаем датчики вибрации в начальное положение в точки 1 и 2, и делаем замер вибрации. Затем переставляем датчики в положение 3 и 4. Действия аналогичные шагу 2. 
Шаг 7	Шаг 8	Шаг 9
Переходим в расчеты и видим величину требуемой для балансировки массу и угол ее установки. Угол против направления вращения от 0° - места установки пробной массы. (может быть по направлению, см шаг1) 	Нажимаем цифру «1» - векторный калькулятор. Вводим массу и угол, затем необходимо ввести углы куда попал этот угол. В нашем случае 4°, который находится от 0° до 90°. Вводим их и нажимаем ✓. Прибор посчитает массу, которую нужно повесить на углы 0° и 90° 	После установки соответствующих масс проводим контрольное измерение по процедуре аналогичной Шагу 2. Сравниваем сколько стало (темный цвет) и сколько было (светлый) вибрации. Результат сохраняем нажав ✓. Если нужна подбалансировка, она выполняется аналогично шагу 7-8 

После выполнения работы, выгрузить данные по балансировке в программное обеспечение.

Задание выполнено

ФИО эксперта

подпись

время

IV Блок – Контрольные измерения. Проверка качества выполненных работ. (Maintenance Quality Check. Vibration & Thermography Measurements and Analysis)

Работы, аналогичные Блоку II включая прогрев стенда 5 минут.

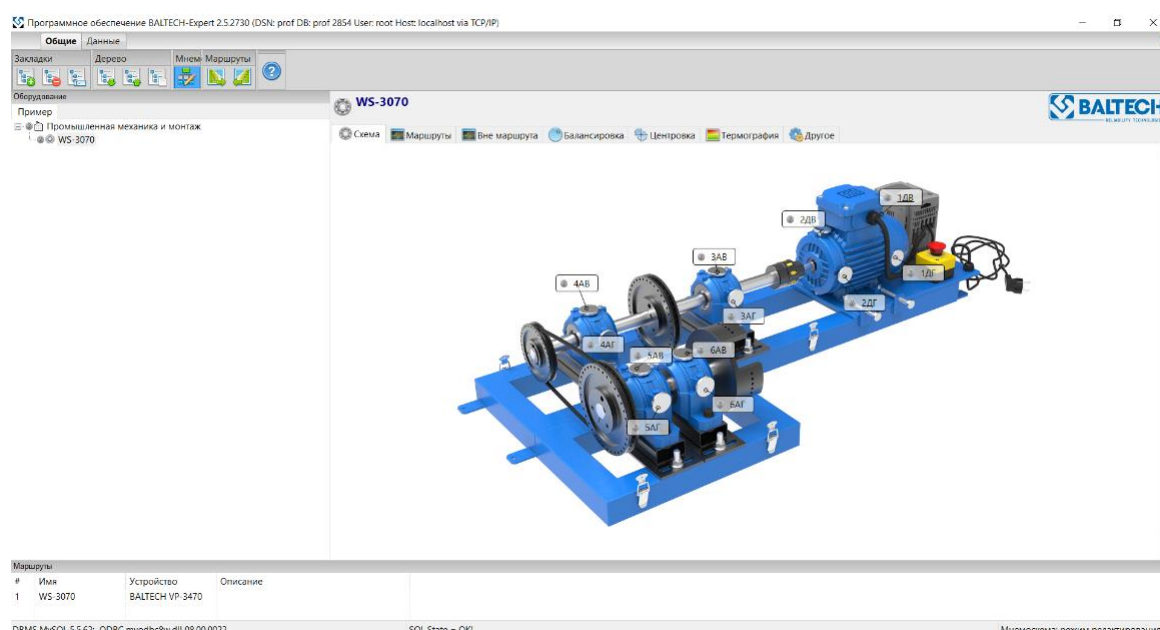
Проводятся сравнение данных по вибрационному замеру и тепловому контролю.

4.1. Используя виброанализатор провести маршрутные измерения общего уровня вибрации и прямого спектра вибрации.

Провести замеры вибрации по созданному пользователем собственному маршруту измерений по 12 точкам контроля.

Д
а
н
н
ы
е

з
а
м
е
р
о
в



В
ы

Провести анализ параметров вибрации и сохранить отчет с выводами о состоянии оборудования и требуемых работах по виброналадке, используя рекомендованные уровни вибрации.

(Отчет о состоянии оборудования генерируется автоматически после выгрузки данных проведенных замеров!)

Т

4.2. Используя тепловизор провести измерения тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

В

Произвести настройку тепловизора:

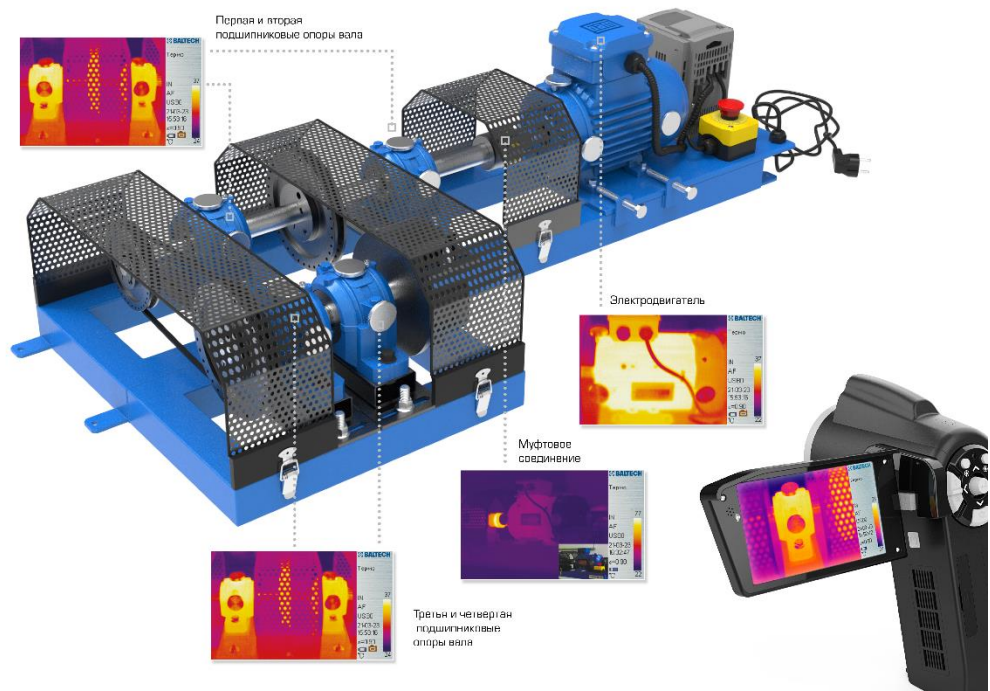
- п • Излучательная способность 0,95;
- р • Расстояние 1 м;
- о • Влажность 60.

Г

Сделать замеры на прогретом стенде.

Сохранить термограммы, показывающие тепловое поле подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

М
Н
О
е



В
Ы
4.3. Заполнить бланк о состоянии агрегата по вибрационным и тепловым характеристикам, используя следующее нормирование:
В выводах отметить, какому вибрационному состоянию соответствует стенд, какие требуются работы по виброналадке, каково значение температуры узлов.

Заключение о состоянии оборудования:

р
а
Выводы делаются на основе справочной информации*

М

М
Задание выполнено

Б

_____/_____/_____
ФИО эксперта подпись время

В

П

р

о

г

р

а

М

М