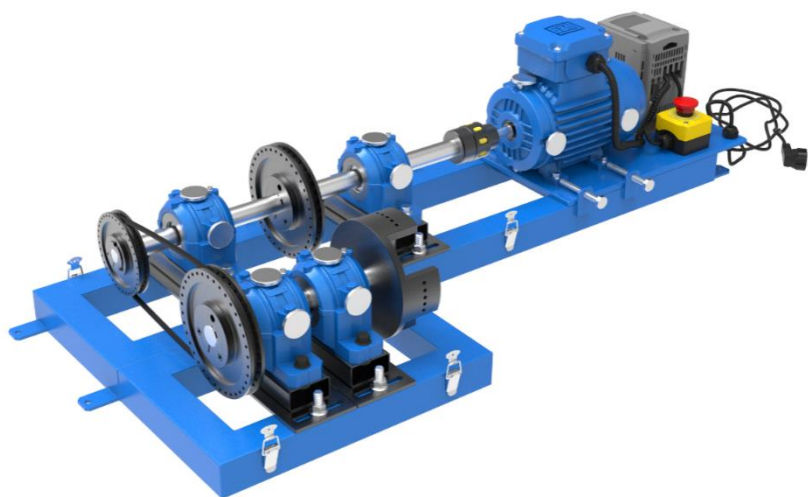


Задание для Модуля Е компетенция «Промышленная механика и монтаж»

Задание выполняется с использованием следующего оборудования:

- \Тренировочный стенд для проведения работ по вибродиагностике, балансировке, центровке и монтажу подшипниковых узлов.
- Допонительный блок к стенду для проведения работ по монтажу подшипников, выверки шкивов и балансировке шнека по углам.



- 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

Задание включает следующие блоки:

I Блок – Промышленная механика и монтаж

1.1. 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 по углам при помощи виброанализатора.

Балансировку консольного ротора выполняют, используя 1 плоскость коррекции (шнек) и 2 измерительные точки в горизонтальном направлении (на подшипниковых опорах вала).

3.3. Результаты работы выгрузить в программное обеспечение.

IV Блок – Контрольные измерения. Проверка качества выполненных работ.

4.1. Используя виброанализатор провести маршрутные измерения общего уровня вибрации.

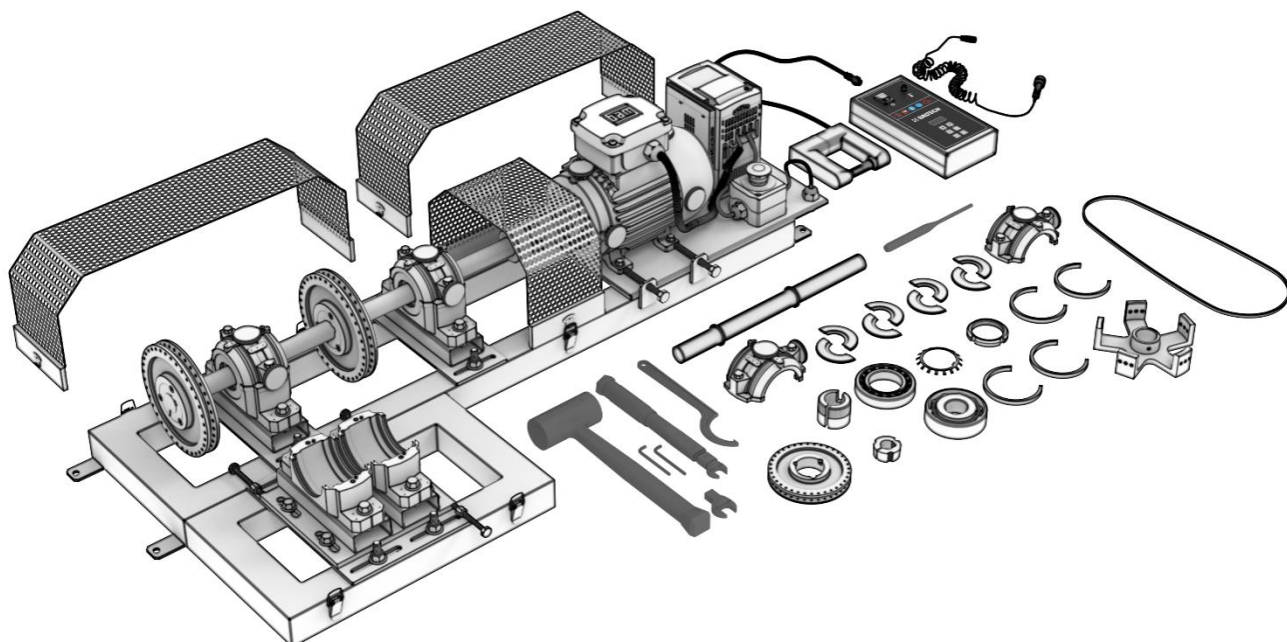
4.2. Используя тепловизор провести измерение тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

4.3. Выгрузить полученные данные измерений в программное обеспечение и сделать заключение о состоянии агрегата после выполнения работ по техническому обслуживанию.

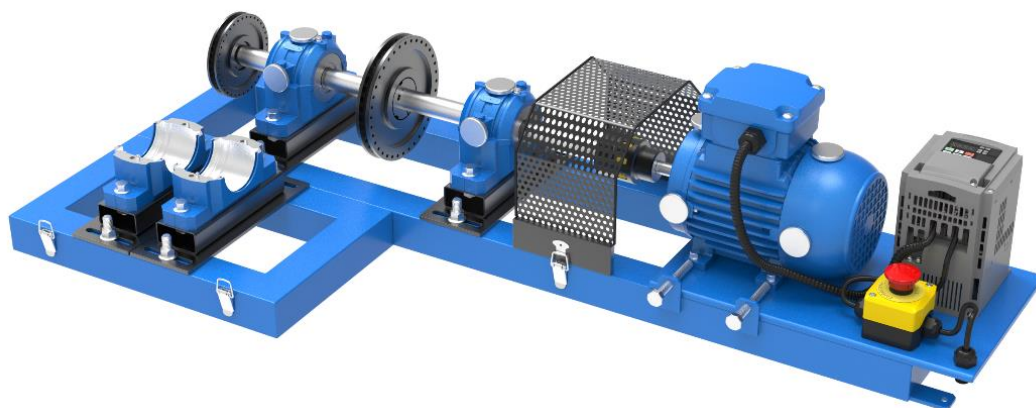
I Блок – Промышленная механика и монтаж

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

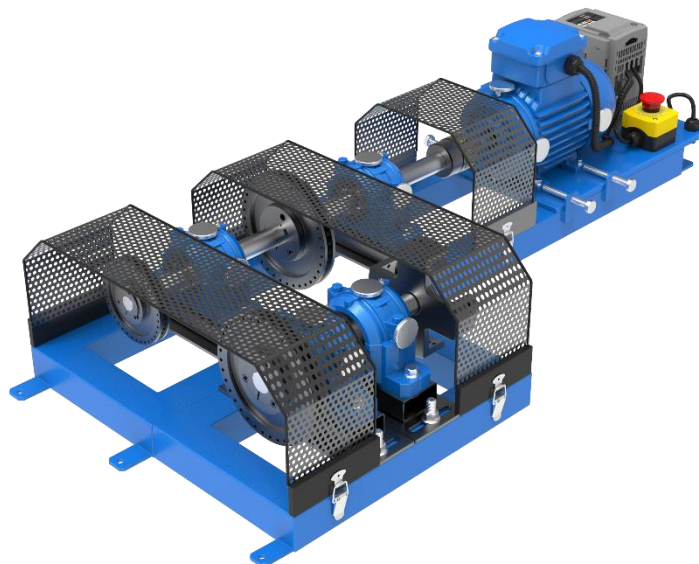
ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ: сборочный комплект



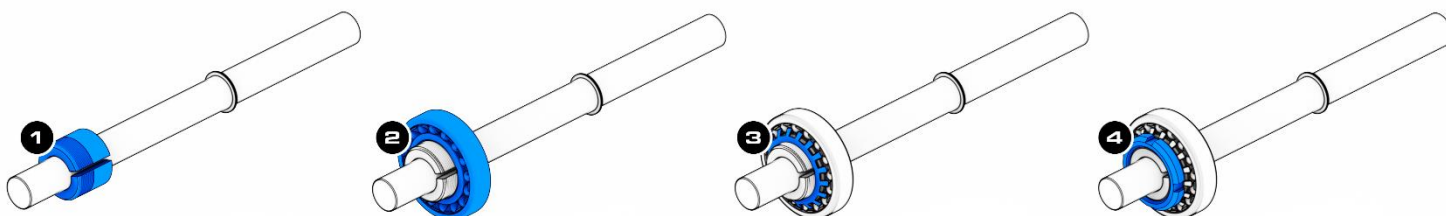
ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ: основание станда для сборки



РЕЗУЛЬТАТ СБОРКИ:

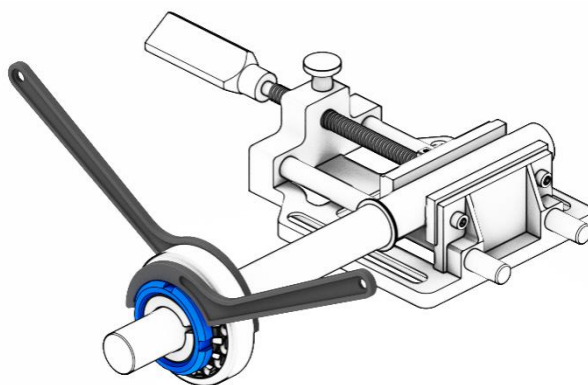


1.1. Смонтировать шариковый подшипник с конической втулкой на вал.



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.

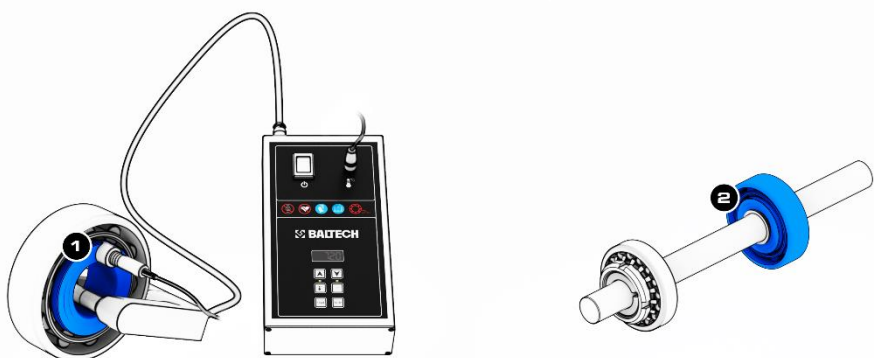


1.2. Нагреть роликовый подшипник

на индукционном нагревателе и установить его на вал

Использование индукционного нагревателя:

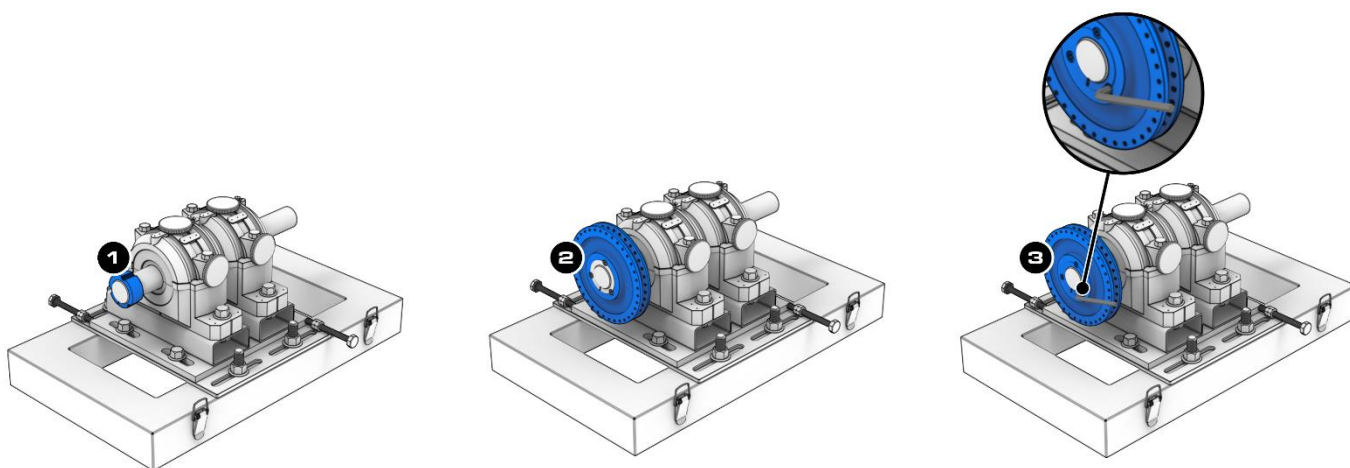
- 1) Подключить нагреватель к сети 220 В;
- 2) Установите подшипник, соблюдая меры безопасности
- 3) Установите датчик температуры на внутреннее кольцо подшипника
- 4) Включите индукционный нагреватель, нажав на кнопку питания.
- 5) Выставьте температуру 90 °С
- 6) Нажмите кнопку «START» для начала нагрева.
- 7) Дисплей покажет текущую температуру нагреваемого подшипника/детали. Достижение заданного значения температуры сигнализируется мерцанием дисплея и звуковым сигналом.
- 8) По достижении нужной температуры нажмите кнопку «STOP». После ее нажатия происходит процесс автоматического размагничивания.
- 9) Снимите захват с подшипника. Используйте термостойкие перчатки при работе с нагретыми деталями.
- 10) Отключаем нагреватель кнопкой и от сети.



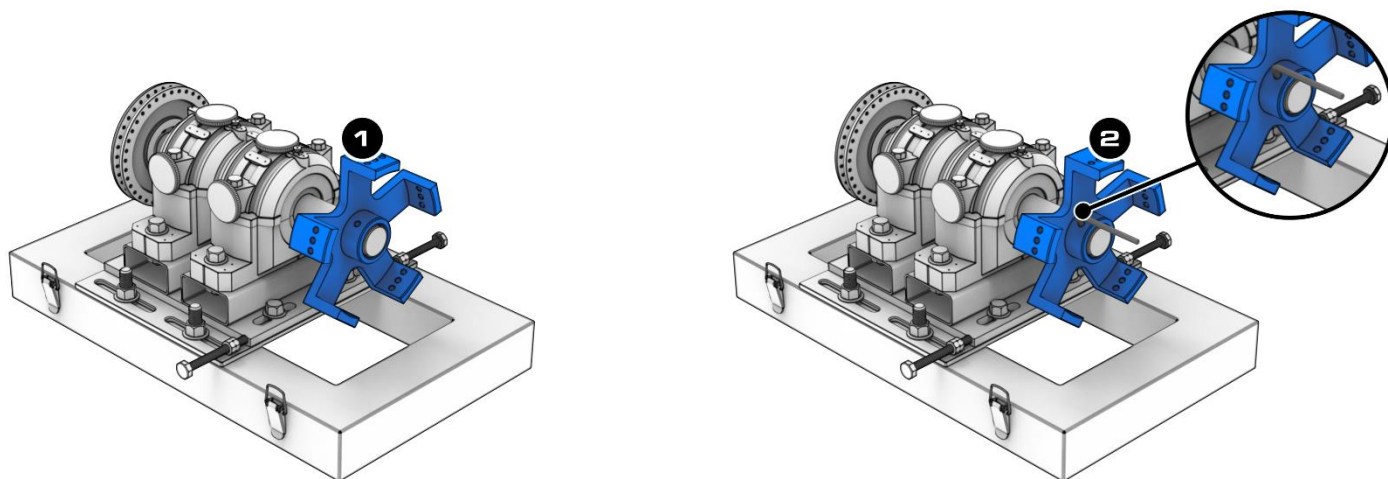
- 1.3. Смонтировать вал с подшипниками в подшипниковые опоры. При отсутствии смазки в подшипнике, нанести ее. Смазка должна быть нанесена поверхностно только на тела качения, **в корпуса подшипников смазка не закладывается.**

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.

1.4. Установить шкив на втулку тапербуш



1.5. Установить на другой конец вала шнек



1.6. 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 эсепертал

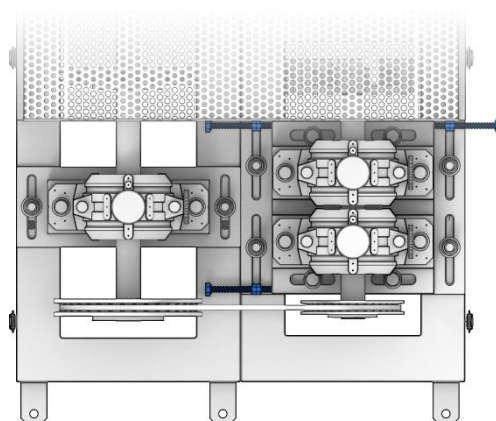
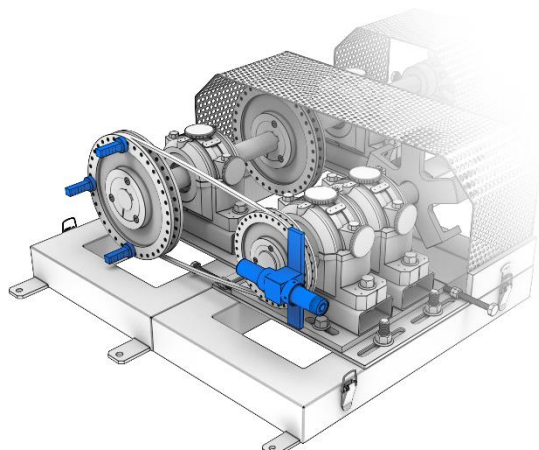
подпись

время

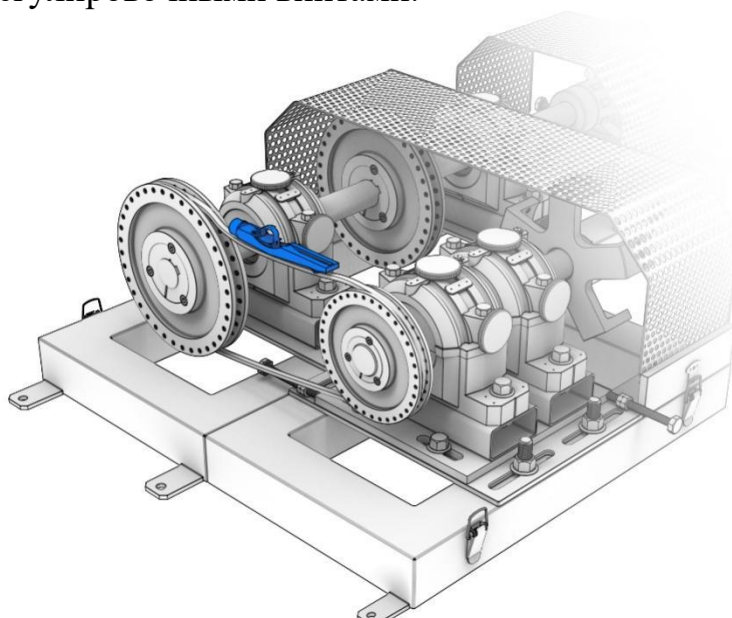
После сборки выполняются работы по предварительной регулировке:

Использование системы для центровки шкивов:

- 1) Устанавливаем излучатель на малый шкив с помощью магнитной площадки;
- 2) Метки устанавливаем на большой шкив, достаточно трех меток;
- 3) Опускаем прижимные винты подшипниковых опор, с помощью регулировочных болтов на подшипниковых опорах центруем до тех пор, пока лазер излучателя не покажет на метках **5мм**, затягиваем винты.



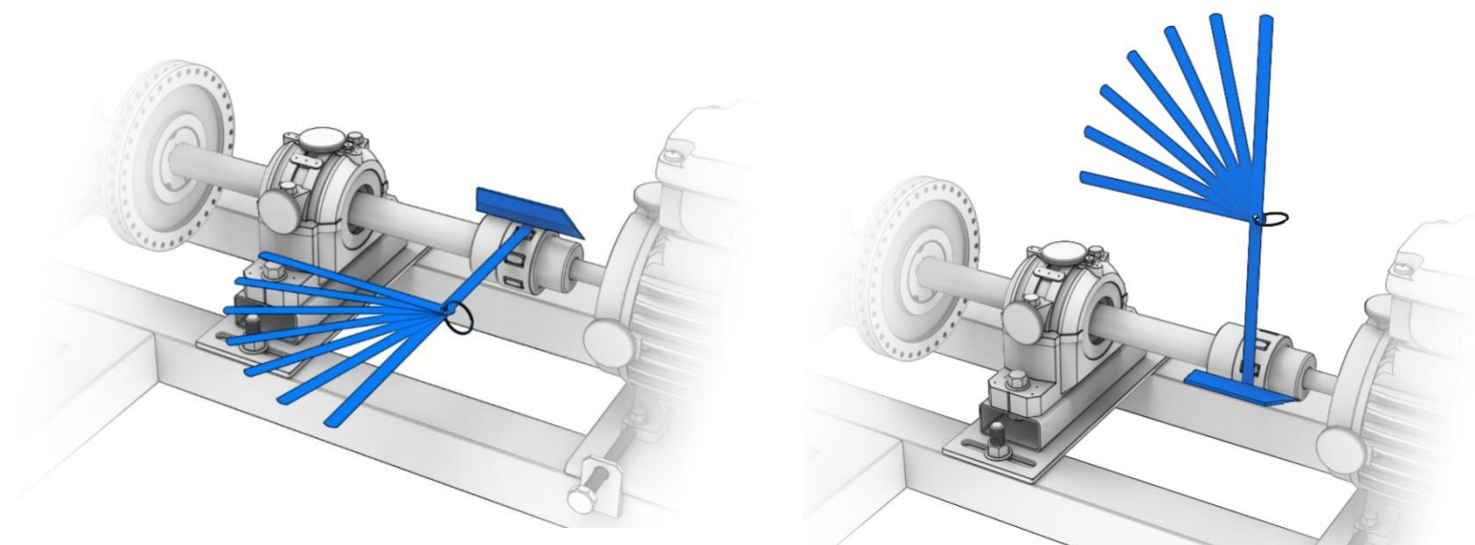
После регулировки шкивов, с помощью измерителя натяжения, проверить натяжку ремня, оно должно составлять от **150-250 Н**, при необходимости ослабьте или натяните ремень регулировочными винтами.



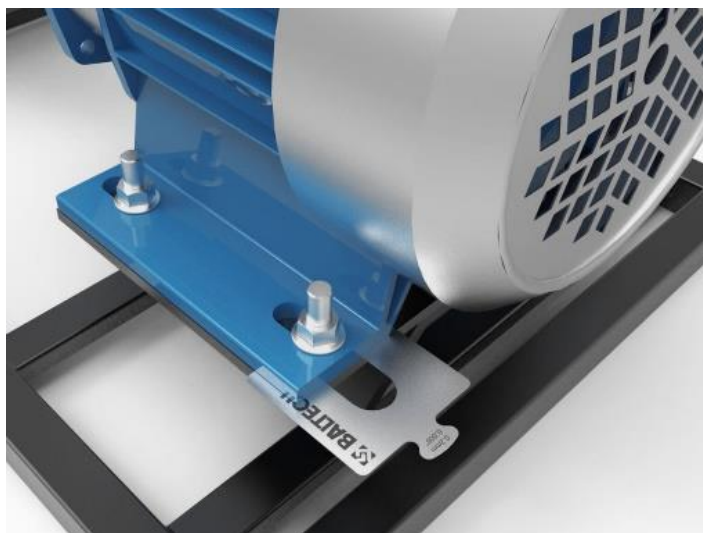
Собранный стенд с дополнительным блоком

1.7. Грубая центровка:

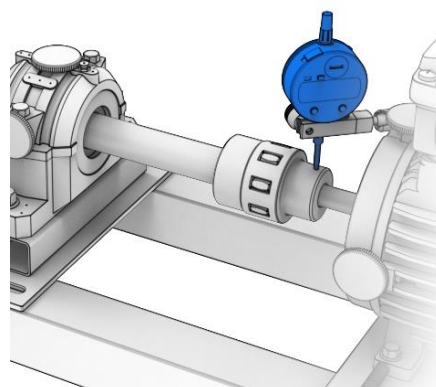
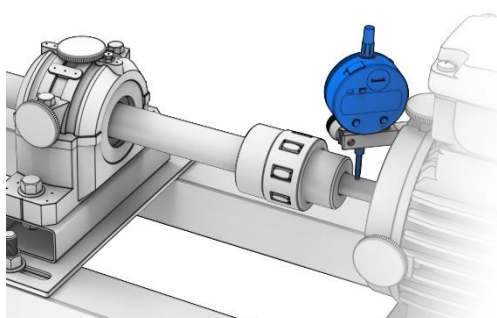
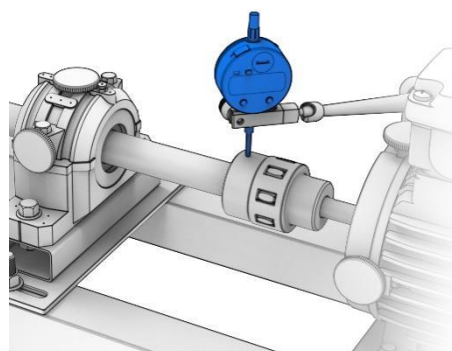
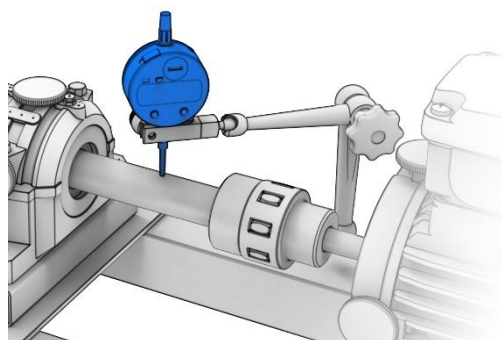
Замеры выполняются калиброванными щупами и лекальной линейкой. При помощи щупов вычисляют необходимое количество пластин для корректировки двигателя по высоте и необходимое перемещение в горизонте;



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

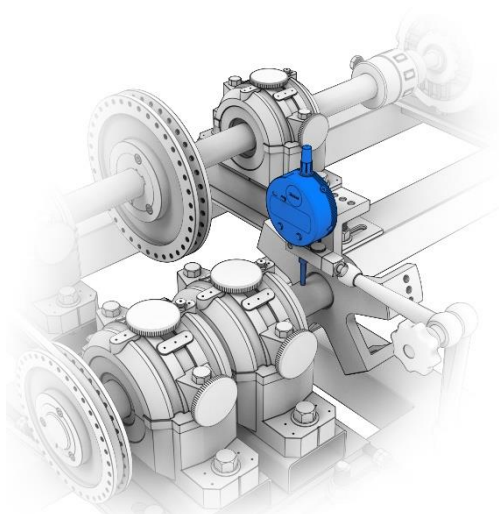


- 1.8. Проверка величин биений. При помощи магнитной стойки и часового индикатора проверить радиальное биение валов с каждой стороны полумуфты, каждой из полумуфт и радиальное биение вала основного блока станда.
- 1.9. Измерение биения валов производится в непосредственной близости к полумуфте.
- 1.10. Биение полумуфты проверяется по краям в точках указанных на рисунке
- 1.11. 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 эспертал

подпись

время

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

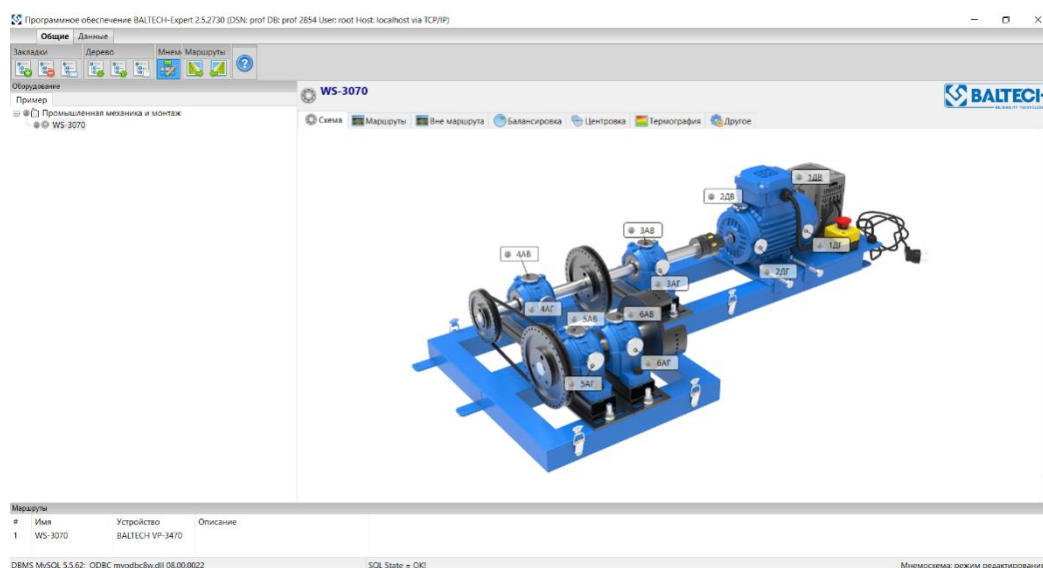
2.1. Используя виброанализатор провести маршрутные измерения общего уровня вибрации и прямого спектра вибрации.

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

Выбрать вкладку программного обеспечения 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.

Выгрузить данные измерений в программное обеспечение.

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!)

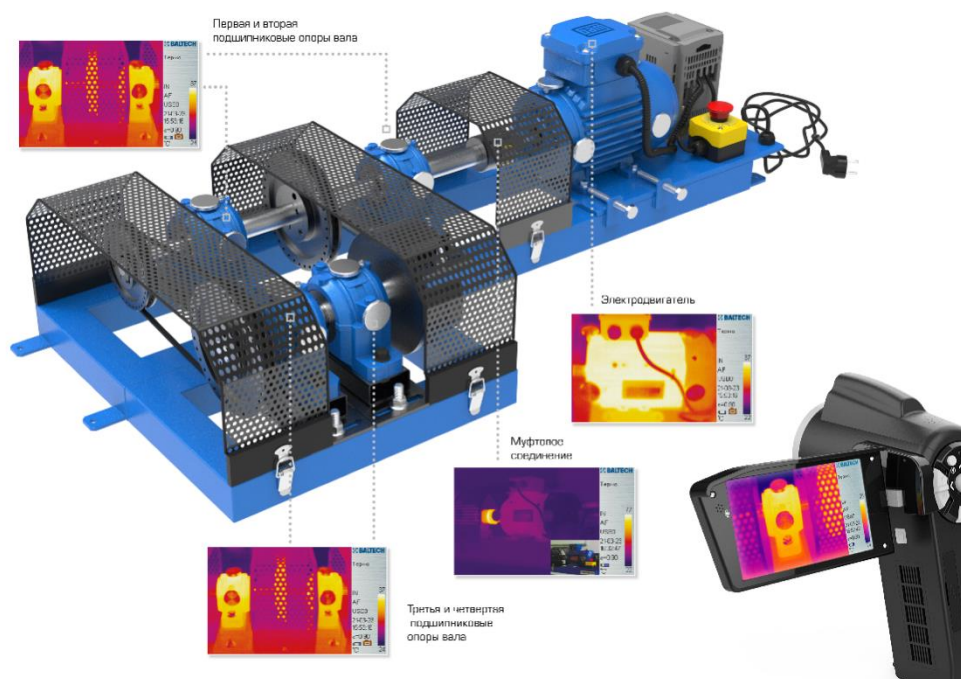
2.2. Используя тепловизор провести определение тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

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.



Выгрузить термограммы в программное обеспечение.

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:

Задание выполнено

ФИО эксперта

подпись

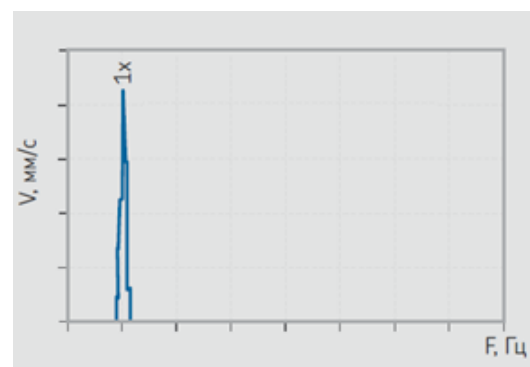
врем

Справочная информация:Нормирование общего уровня вибрации:*

| Уровень вибрации $V_{с.к.з.}$, 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 | | |

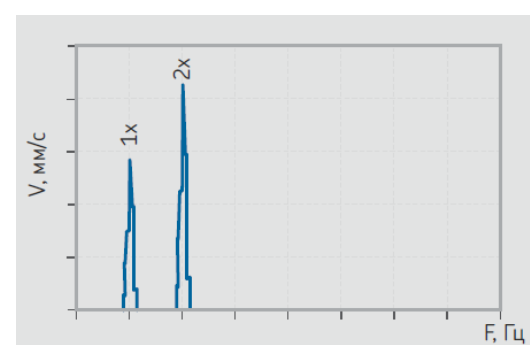
Оценка прямого спектра

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



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

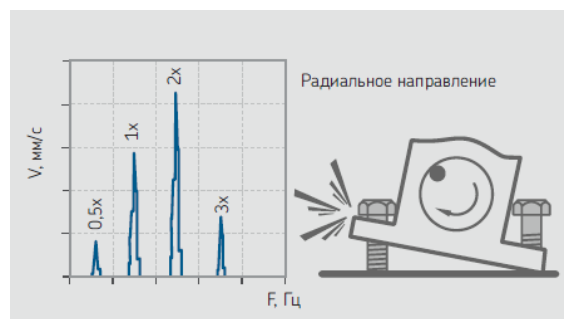
Высокий уровень радиальной и осевой вибрации:



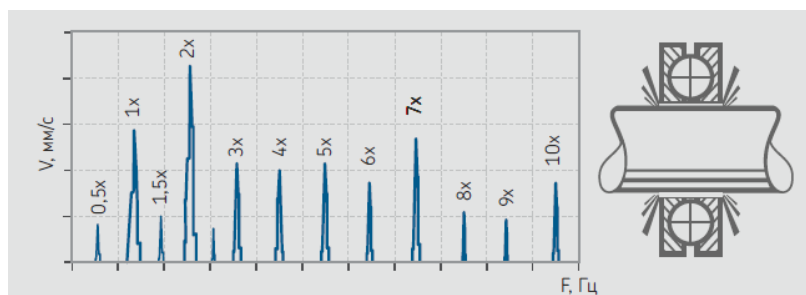
- Преобладающая амплитуда 1-ой, 2-ой, а иногда и 3-ей оборотной частоты в спектре вибрации
- При большой угловой или параллельной расцентровке могут возникать и более высокие гармоники (4х - 8х) или даже целые серии высокочастотных гармоник, соответствующих по характеру спектра дефекту «механические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

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

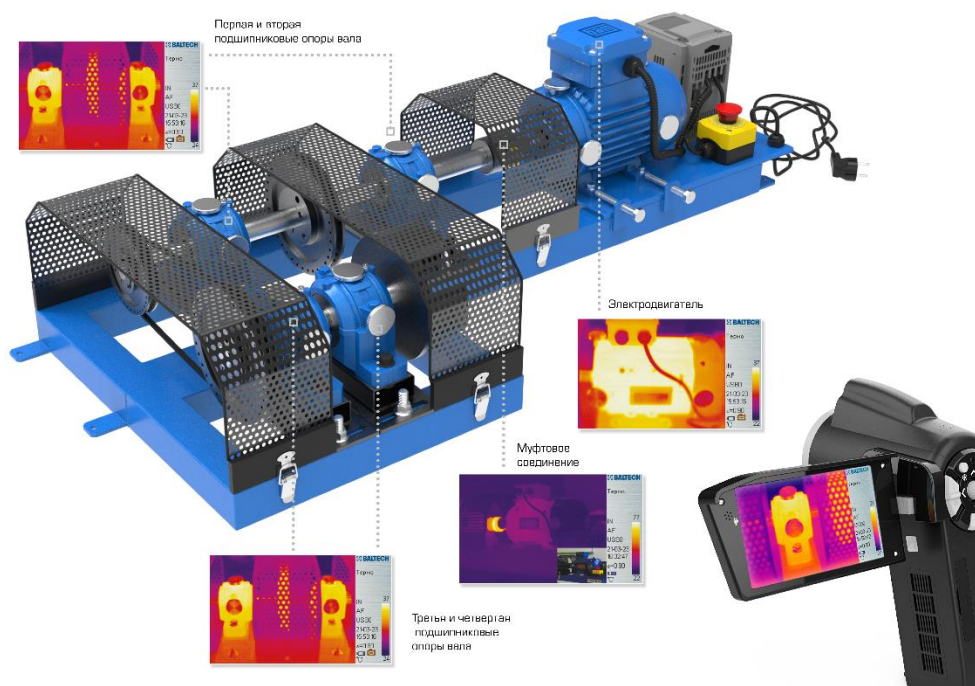
- Характеризуется появлением составляющих вибрации корпуса на 1х, 2х, 3х, 0.5х, а при сильной разболтанности — появлением высокочастотных составляющих не кратных оборотным частотам из-за ударных процессов.



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.

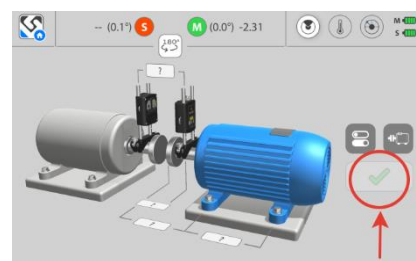
3.1. Выполнить точную центровку муфтового соединения при помощи системы лазерной центровки.

- Установить систему лазерной центровки на валы
 - Измерительный блок М – со стороны эл.двигателя;
 - Измерительный блок S - со стороны механизма;
- Настроить лазерные лучи на попадание в окна приемников (лучи включатся при запуске программы центровки!)



Выбрать функцию «центровка горизонтальных машин».

- Ввод размеров:
 1. Между центрами креплений измерительных лазерных блоков
 2. От центра крепления подвижного лазерного блока до центра муфты
 3. От центра муфты до центра передней опоры подвижного механизма
 4. Между центрами опор подвижного механизма

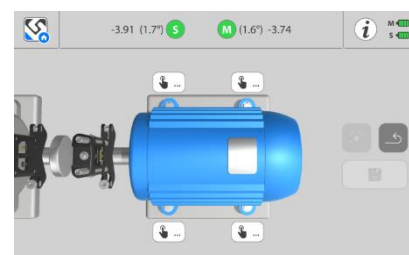
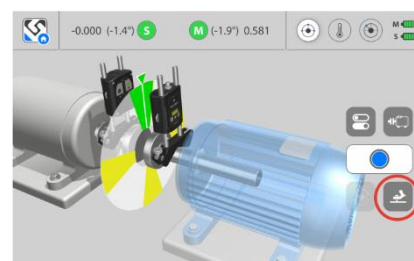


- После ввода размеров кнопка «подтверждение» станет активной и позволит перейти к выбору допусков
- Ввод скорости вращения электродвигателя 1500 об\мин



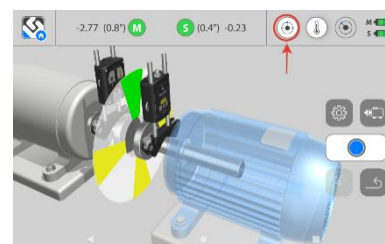
Изначально проверяется наличие и устраняется дефект «мягкая лапа».

- Выставить лазерные блоки в положение 12 часов (наверх). Чем меньше составляет угол наклона в горизонте, тем выше точность замера!
- Запустить программу «Мягкая лапа» и поочередно отпустить и затянуть каждый болт на электродвигателе.
- **Затяжку болтов осуществлять динамометрическим ключом, с моментом затяжки 14Нм**
- Зафиксировать значение подъема лапы болта. Величина $\geq 0,06$ мм требует корректировки пластинами.
- Подложить калиброванные пластины на величину подъема лапы, не более 4шт. под опору
- Продолжать операцию до значений $\leq 0,05$ мм под каждой опорой.
- Результаты сохранить в приборе!



После устранения «мягкой лапы» провести центровку

- Убедиться, что выбран часовой метод центровки (9-0-3), если стоит другой - заменить.
- Провести измерения, вращая вал до требуемых угловых положений
- Получить расчет величин несоосности и произвести перемещение двигателя.
- В режиме «Центровка валов» отображаются перемещения в вертикальной (вверх-вниз) и горизонтальной (вправо-влево) плоскостях на величины значений, указанных стрелками ▼ ▲.
- Для переключения между направлениями перемещения необходимо поставить измерительные блоки в положение 12 часов (вертикаль) и 3(9) часов (горизонт).
- После выполнения операции центровки итоговые значения должны быть в зеленой зоне (в допуске).



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 отчет о корректировке «мягкой лапы» и отчет по результатам центровки.

Задание выполнено

ФИО эсепрта

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-3065).

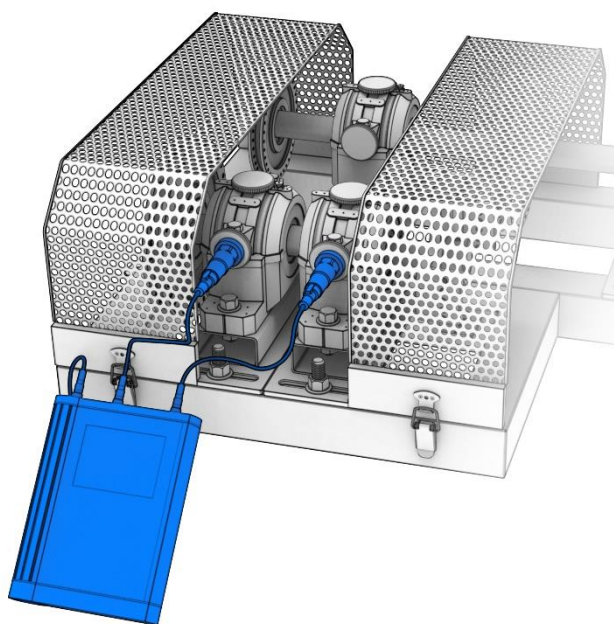
Использовать следующие границы допусков вибрации (V мм/с):

| Границы допусков (V мм/с) | Заключение |
|---------------------------|---------------------------|
| 0-1,12 | Отлично |
| >1,12-2,8 | Хорошо |
| >2,8-4,5 | Приемлемо с ограничениями |
| >4.5 | Не приемлемо |

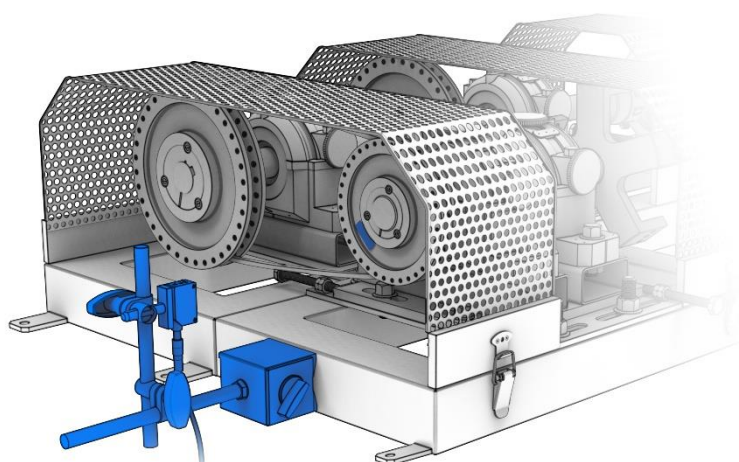
Вращающийся шнек является плоскостью коррекции для установки пробной и корректирующих масс.

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.



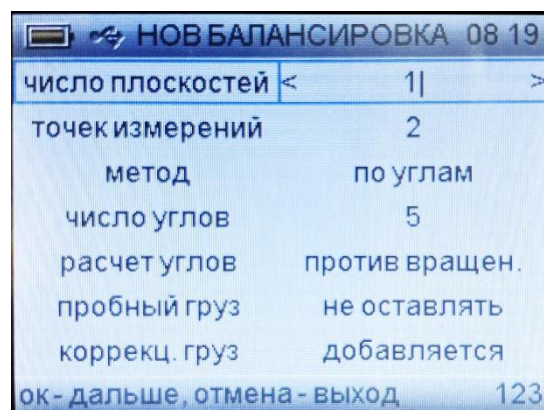
таходатчика



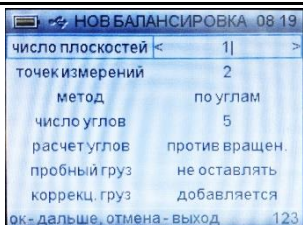
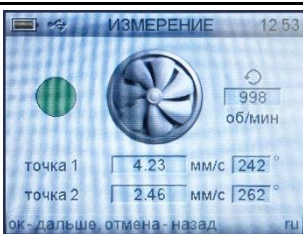
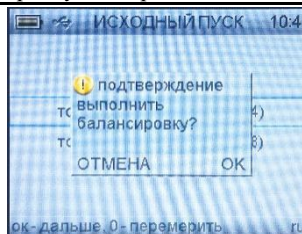
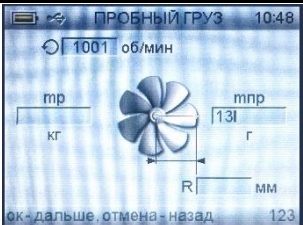
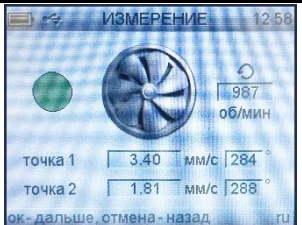

монтаж прибора для проведения
балансировки установка

Во вкладке НОВАЯ БАЛАНСИРОВКА выбрать:

число плоскостей < 1 >
 точек измерений < 2 >
 метод < по углам >
 число углов < 5 >
 остальные настройки без изменений



Далее пошагово провести процедуру балансировки:

| Шаг 1 | Шаг 2 | Шаг 3 |
|--|--|--|
| <p>Выбор количества каналов измерения вибрации < 1+2 > - оба канала</p>  | <p>Делаем измерения на 1 и 2 точке. Сохранение при зеленом маркере сбора данных!</p>  | <p>После снятия замеров жмем ✓ и подтверждаем желание выполнить балансировку повторным нажатием ✓</p>  |
| Шаг 4 | Шаг 5 | Шаг 6 |
| <p>Взвешиваем на весах пробную массу (она должна быть не менее 10 г.), записываем её величину в прибор. Устанавливаем массу в любой из 5-ти секторов шнека. Это место станет отметкой 0° относительно которой потом ставится корректирующая масса.</p>  | <p>Повторно производим замер вибрации. Действия аналогичные шагу 2.</p>  | <p>Переходим в расчеты и видим величину требуемой для балансировки массы и угол ее установки. Угол против направления вращения от 0° - места установки пробной массы. Снимаем пробную массу с плоскости, помечаем это место маркером, чтобы запомнить где был 0°</p>  |
| Шаг 7 | | |
| <p>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 ✓</p> | | |

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!)

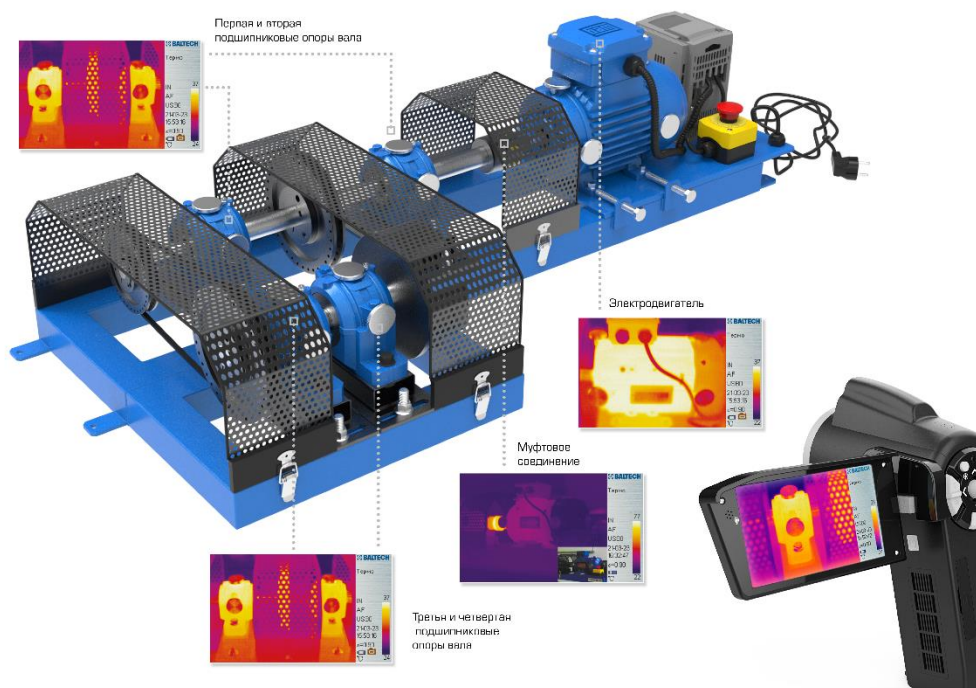
4.2. Используя тепловизор провести измерения тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

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.



Выгрузить термограммы в программное обеспечение.

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:

Выводы делаются на основе справочной информации*

Задание выполнено

_____/_____/_____
ФИО эсперта подпись время