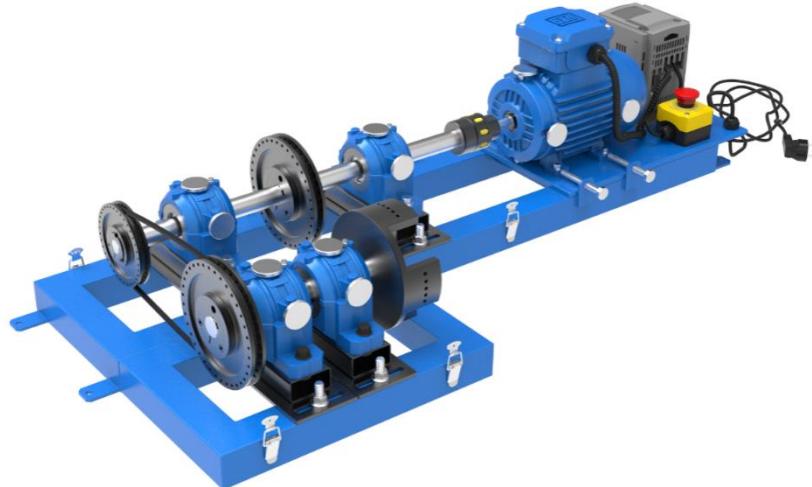


## Задание для Модуля Е компетенция «Промышленная механика и монтаж»

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 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.

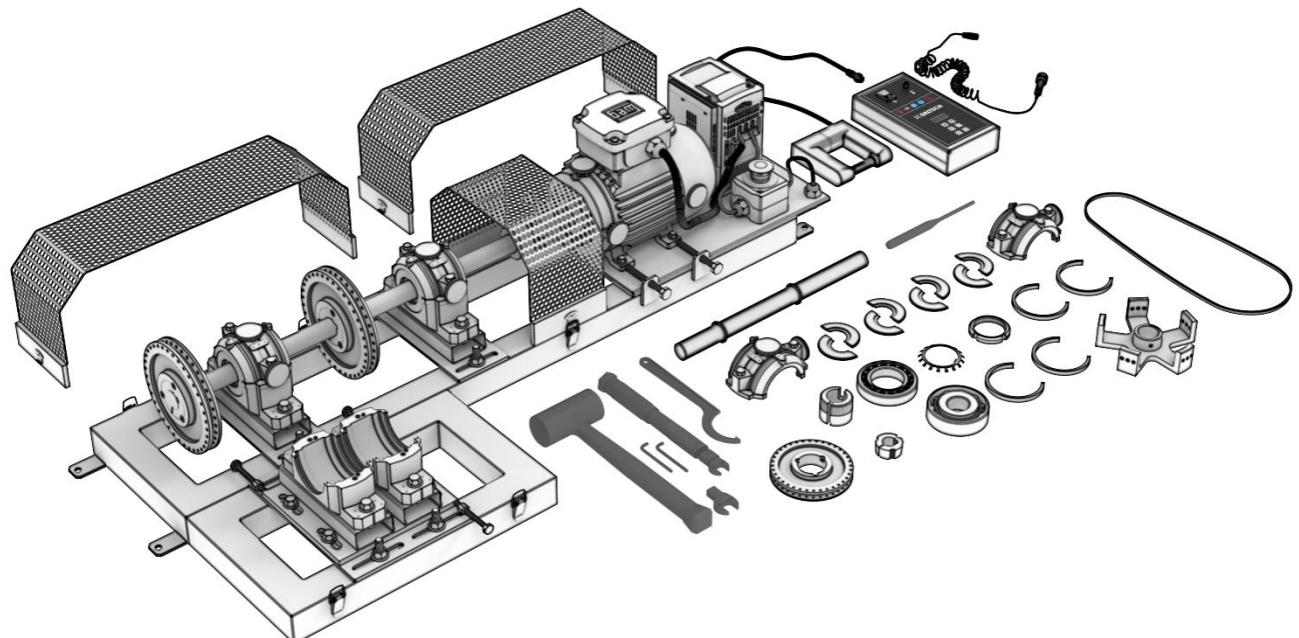
4.2. Используя тепловизор провести измерение тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

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

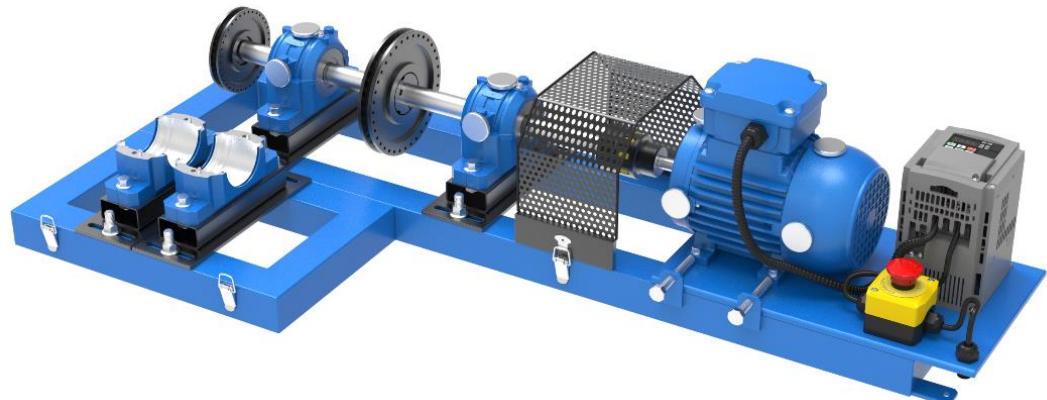
## I Блок – Промышленная механика и монтаж

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

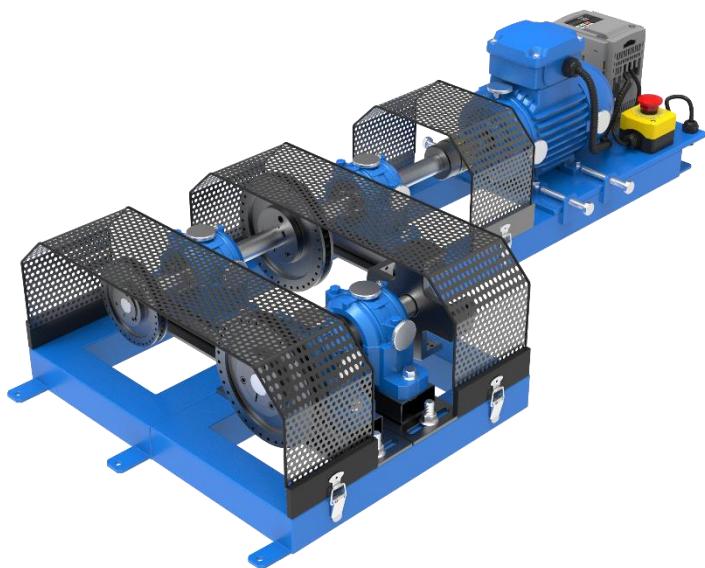
ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ: сборочный комплект



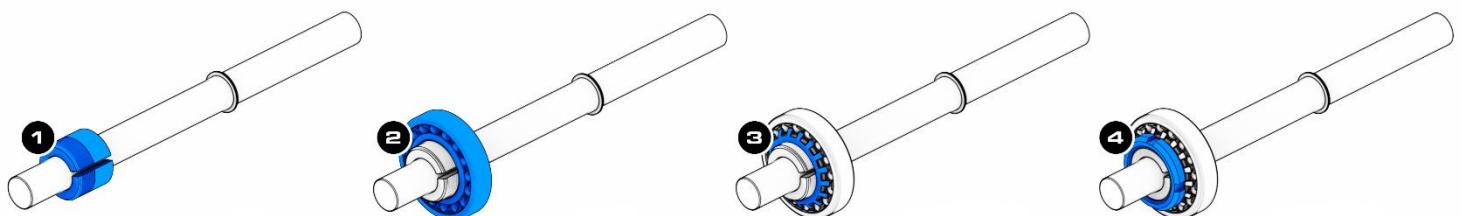
ИСХОДНОЕ СОСТОЯНИЕ: основание стенда для сборки



## РЕЗУЛЬТАТ СБОРКИ:

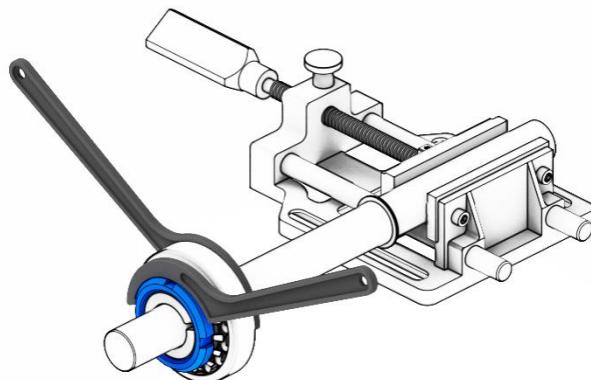


1.1. Смонтировать шариковый подшипник с конической втулкой на вал.



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

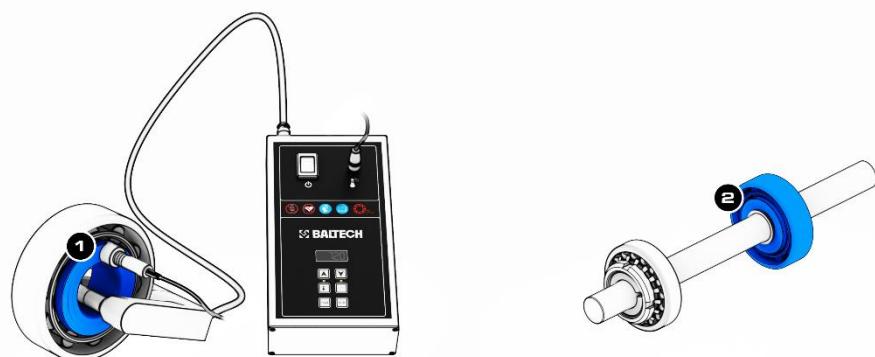
**ВАЖНО:** В соответствии с правилами монтажа подшипника на втулку, сначала гайкой зажимается сам подшипник и только потом на втулку устанавливается стопорная шайба. Так как данные подшипниковые узлы постоянно разбираются и собираются, гайку разрешается не стопорить кольцом.



1.2. Нагреть роликовый подшипник на индукционном нагревателе и установить его на вал

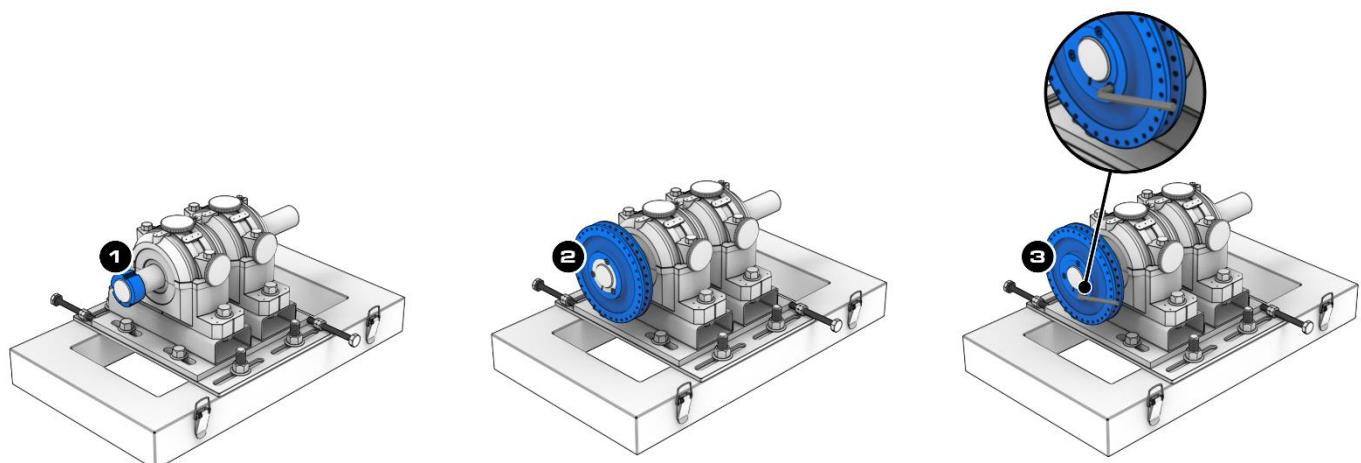
Использование индукционного нагревателя:

- 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) Выставите температуру 90 °C
- 6) Нажмите кнопку «START» для начала нагрева.
- 7) Дисплей покажет текущую температуру нагреваемого подшипника/детали. Достигение 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.

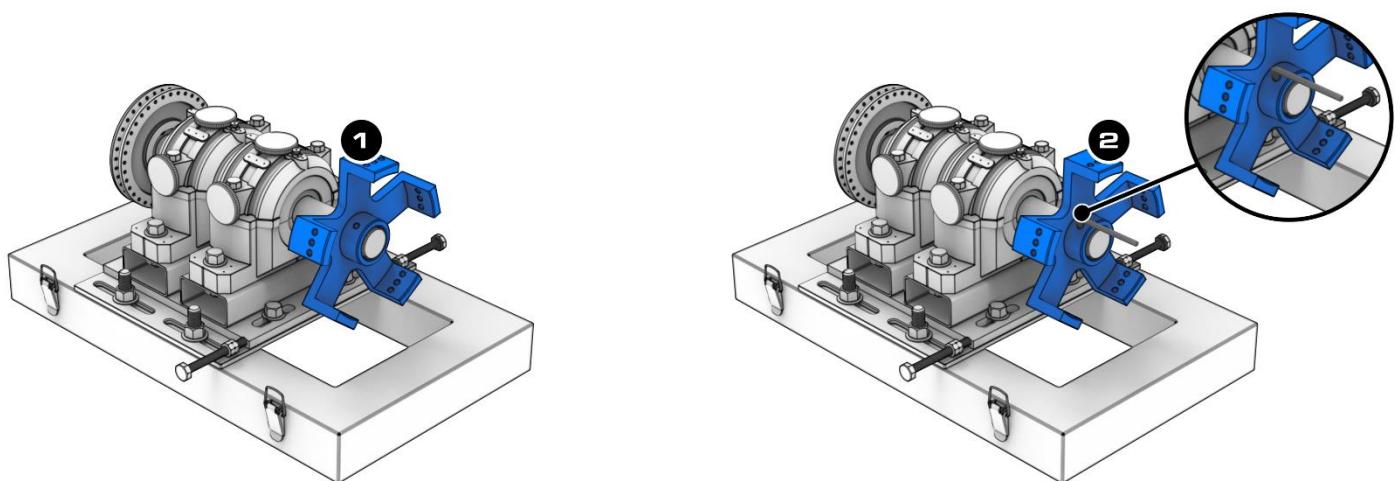


1.3. Смонтировать вал с подшипниками в подшипниковые опоры. При отсутствии смазки в подшипнике, нанести ее. Смазка должна быть нанесена поверхности только на тела качения, **в корпуса подшипников смазка не закладывается**. Для затяжки болтов подшипниковых опор использовать динамометрический ключ, момент 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 эксперта

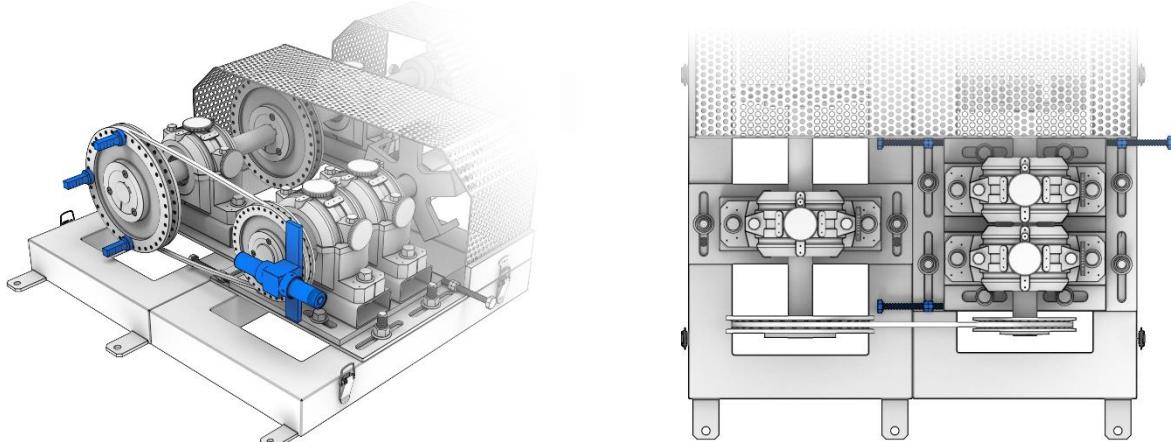
подпись

время

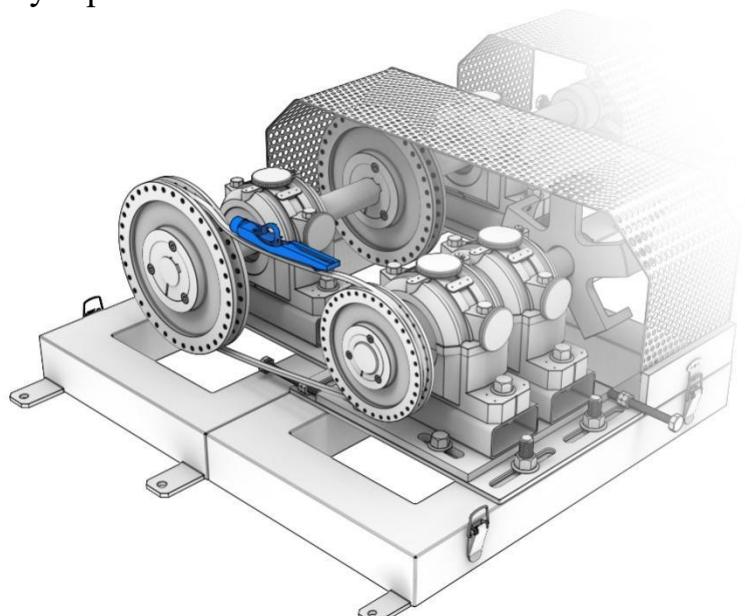
**После сборки выполняются работы по предварительной регулировке:**

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.



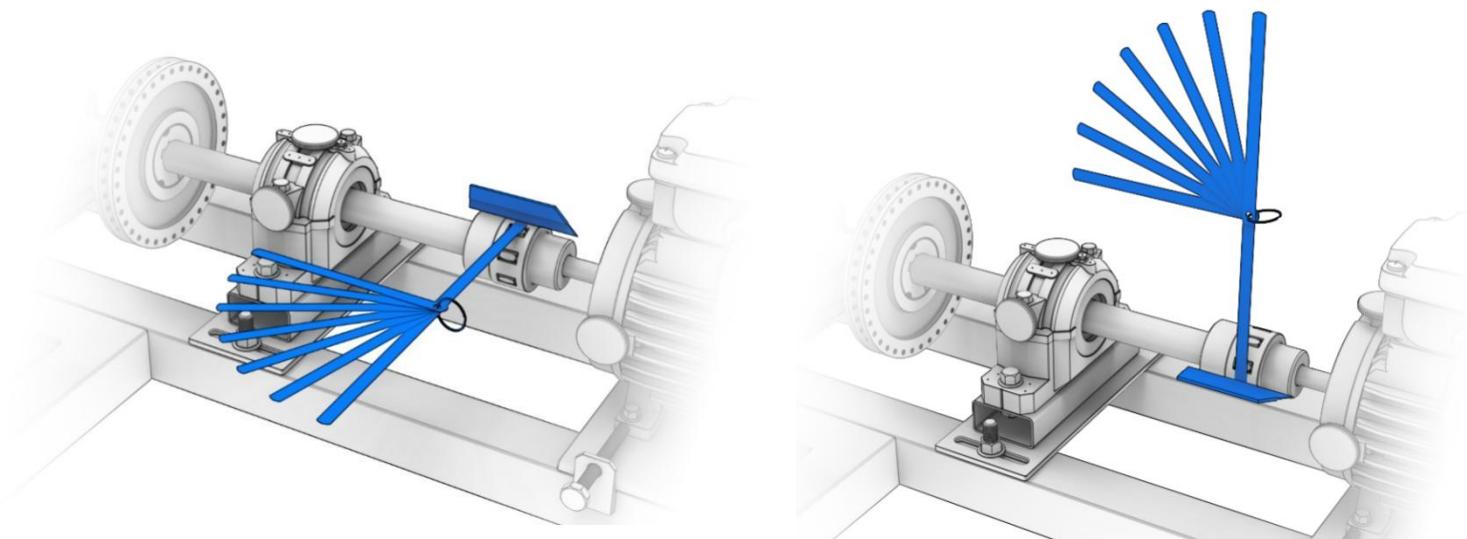
После регулировки шкивов, с помощью измерителя натяжения, проверить натяжку ремня, оно должно составлять от **150-250 Н**, при необходимости ослабьте или натяните ремень регулировочными винтами.



## Собранный стенд с дополнительным блоком

### 1.7. Грубая центровка:

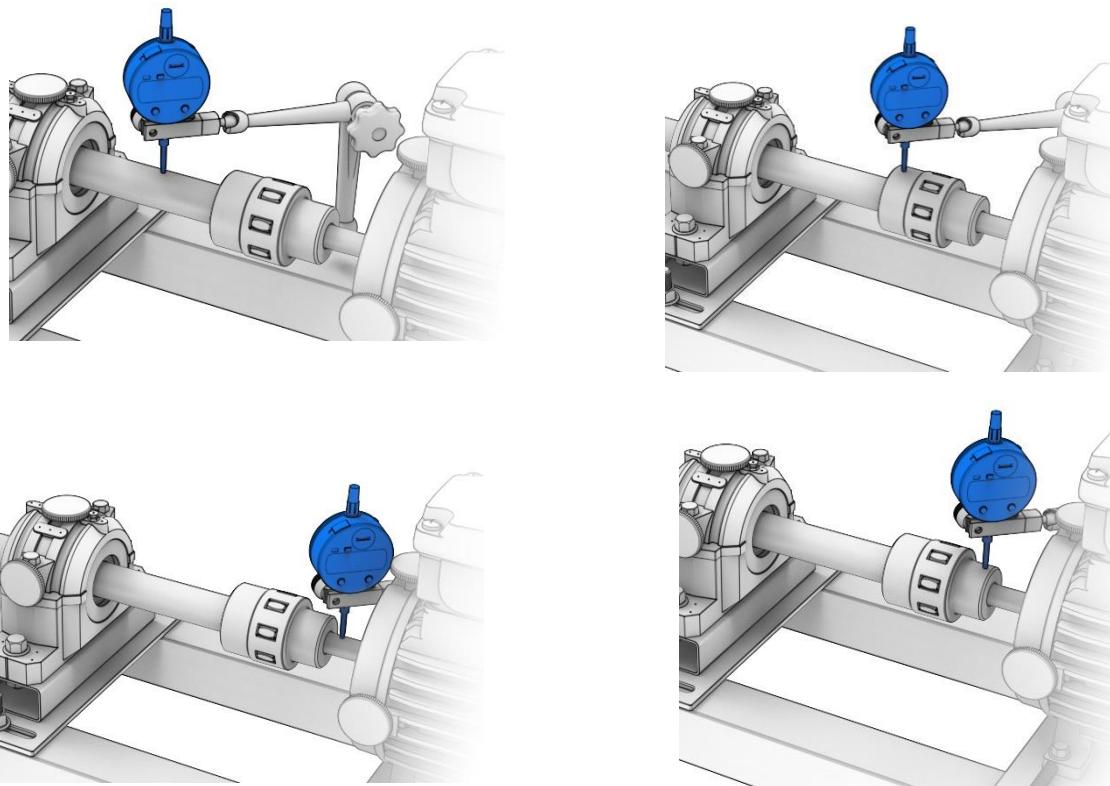
Замеры выполняются калиброванными щупами и лекальной линейкой. При помощи щупов вычисляют необходимое количество пластин для корректировки двигателя по высоте и необходимое перемещение в горизонте;



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

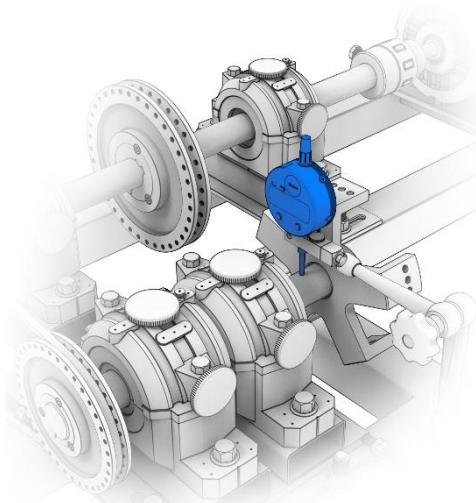


- 1.8. Проверка величин биений. При помощи магнитной стойки и часового индикатора проверить радиальное биение валов с каждой стороны полумуфты, каждой из полумуфт и радиальное биение вала основного блока стенда.
- 1.9. Измерение биения валов производится в непосредственной близости к полумуфте.
- 1.10. 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 эксперта

подпись

время

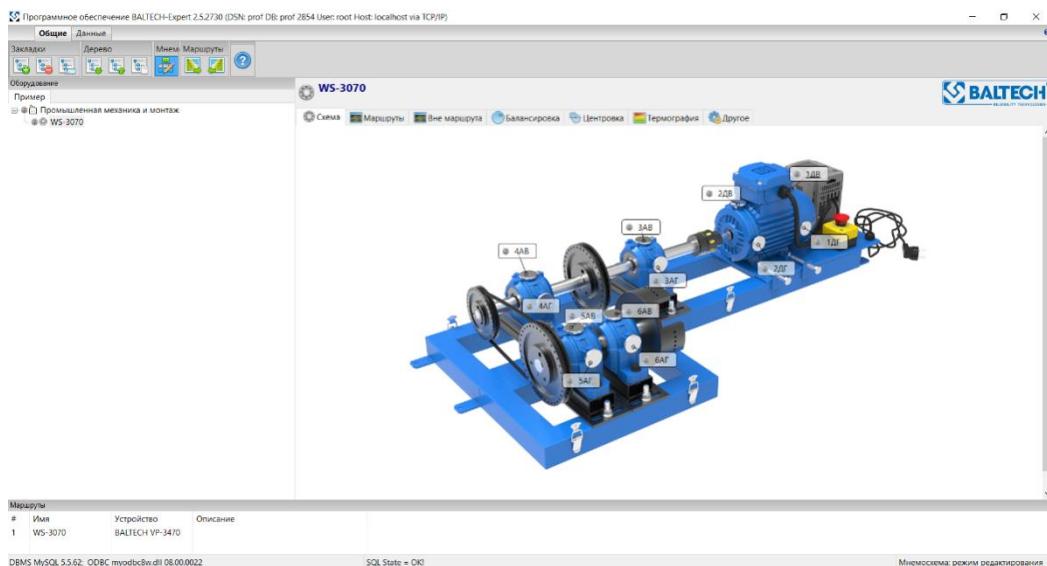
## II Блок – Диагностика и определение состояния роторного агрегата вибродиагностическим и тепловым методами НК

### 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  $\approx 1500$  об/мин, обратите внимание что скорость вала дополнительного блока меньше из-за ременной передачи и составляет  $\approx 1000$  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 вибоналадке, используя рекомендованные уровни вибрации и анализ прямого спектра вибрации.

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

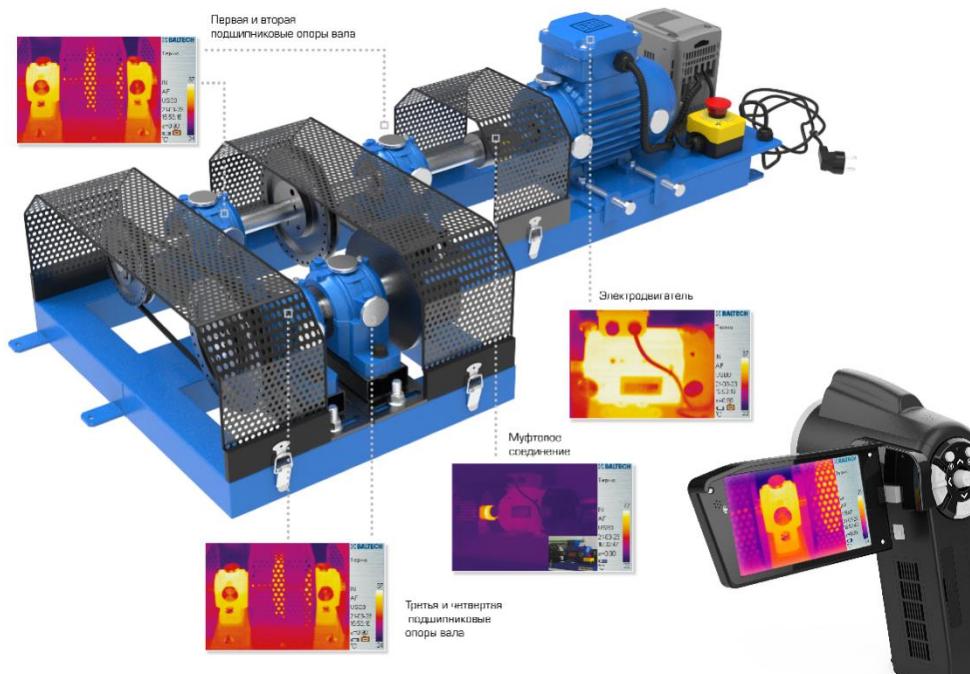
## 2.2. Используя тепловизор провести определение тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

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 вибоналадке, каково значение температуры узлов.

Заключение о состоянии оборудования:

Задание выполнено / / /  
 ФИО эксперта / подпись / врем

**\*Справочная информация:**

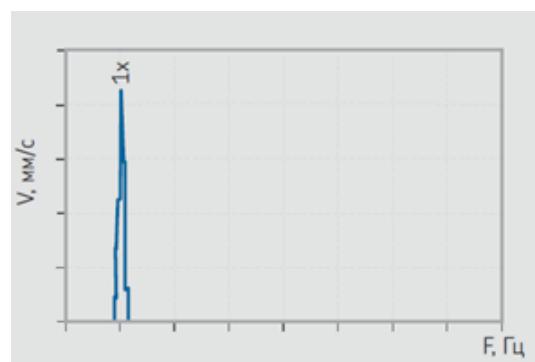
*Нормирование общего уровня вибрации:*

Уровень вибрации $V_{\text{сka}}$ , мм/с (10...1000Гц)	Зоны вибрационного состояния стенда 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, считаются пригодными для дальнейшей эксплуатации без ограничения сроков
1,8		
2,8	Зона С	Машины, попадающие в эту зону, рассматриваются 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 рассматриваются как достаточно серьезные, для того чтобы вызвать повреждение машины
9,3		
11,20		
14,7 и выше		

*Оценка прямого спектра*

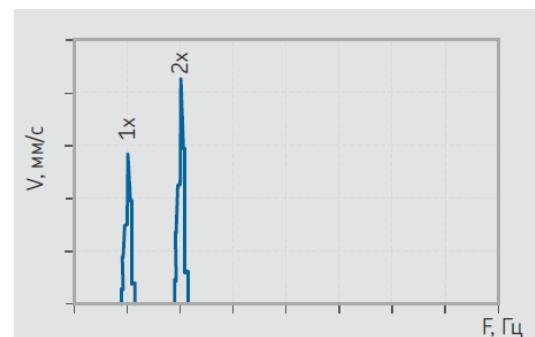
Наличие дефекта «дисбаланс» проявляется в виде всплеска вибрации на оборотной частоте (для скорости  $n=1500$  об/мин, оборотная частота составит  $F_{\text{об}}=25$  Гц, для скорости  $n=1000$  об/мин, оборотная частота составит  $F_{\text{об}}=16,5$  Гц)

Высокий уровень вибрации преобладает в горизонтальном направлении.



Наличие дефекта «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  $F_{\text{об}}=25$  Гц, 2-кратная  $F_{2\text{об}}=50$  Гц).

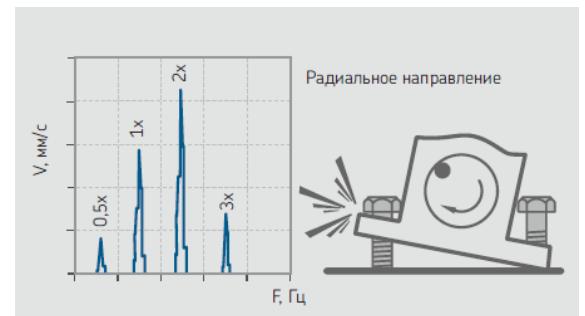
Высокий уровень радиальной и осевой вибрации:



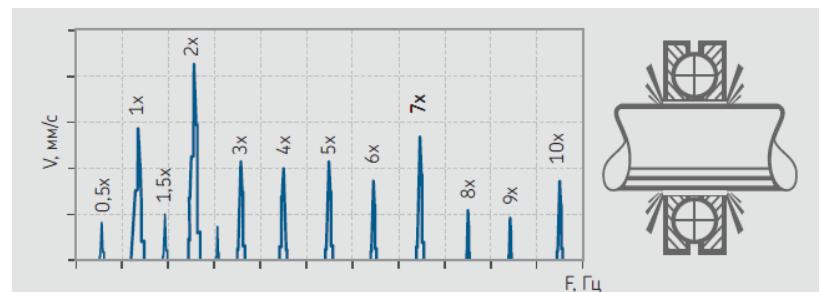
- Преобладающая амплитуда 1-ой, 2-ой, а иногда и 3-ей оборотной частот в спектре вибрации
- При большой угловой или параллельной расцентровке могут возникать и более высокие гармоники (4x - 8x) или даже целые серии высокочастотных гармоник, соответствующих по характеру спектра дефекту «механические ослабления»

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

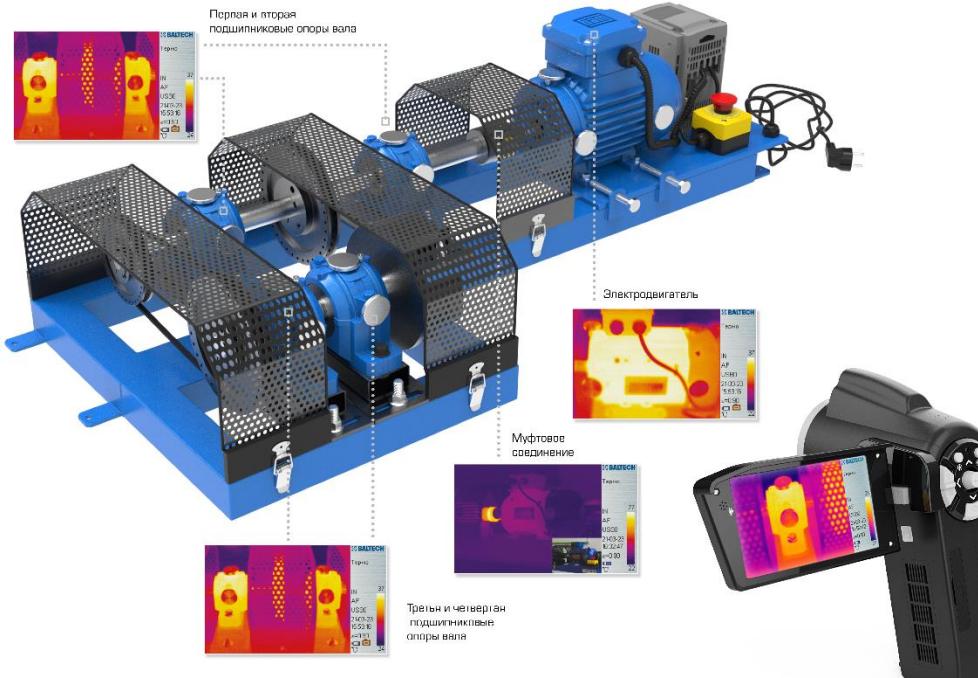
- Характеризуется появлением составляющих вибрации корпуса на 1x, 2x, 3x, 0.5x, а при сильной разболтанности – появлением высокочастотных составляющих некратных оборотным частотам из-за ударных процессов.



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.

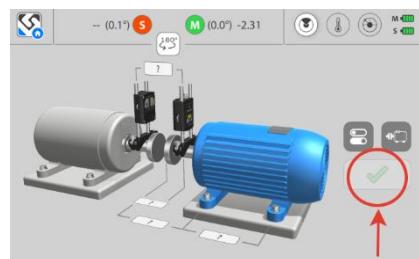
#### 3.1. Выполнить точную центровку муфтового соединения при помощи системы лазерной центровки.

- 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 включаются при запуске программы центровки!)



Выбрать функцию «центровка горизонтальных машин».

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

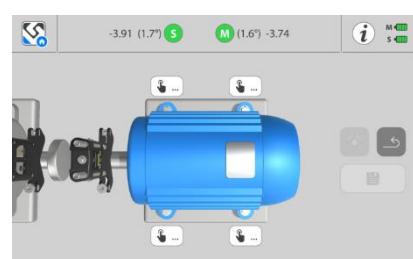
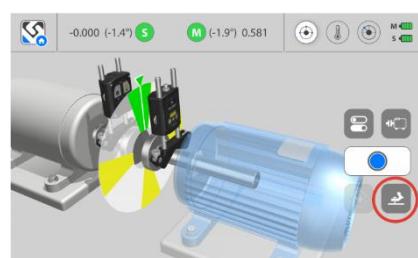


- После ввода размером кнопка «подтверждение» станет активной и позволит перейти к выбору допусков
- Ввод скорости вращения электродвигателя 1500 об\мин



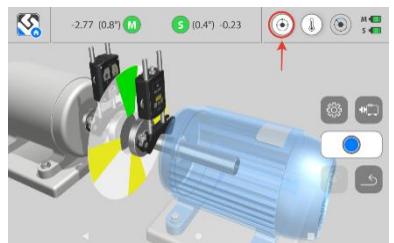
Изначально проверяется наличие и устраняется дефект «мягкая лапа».

- 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 пластины.
- 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 эксперта

/ 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).

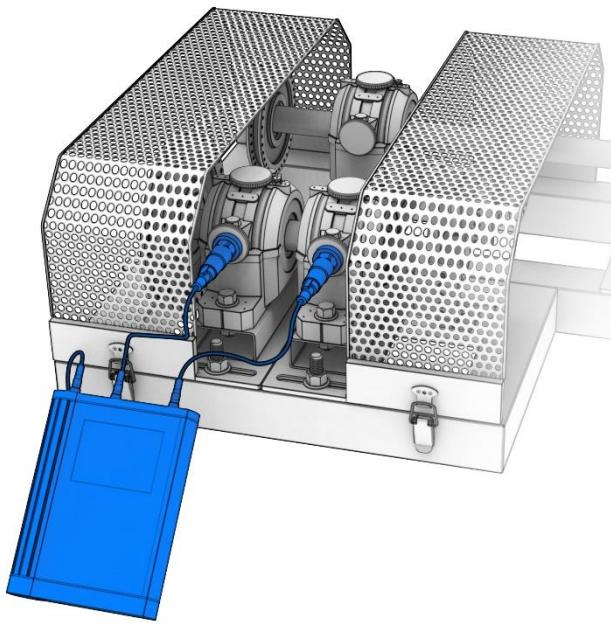
Использовать следующие границы допусков вибрации (V мм/с):

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

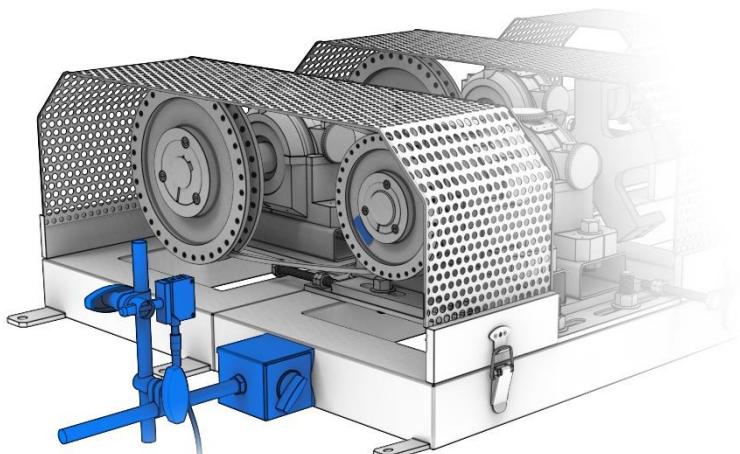
Вращающийся шнек является плоскостью коррекции для установки пробной и корректирующих масс.

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

НОВ БАЛАНСИРОВКА 08 19	
число плоскостей	< 1 >
точек измерений	2
метод	по углам
число углов	5
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> - <b>оба канала</b>	Делаем измерения на 1 и 2 точке. Сохранение при зеленом маркере сбора данных!	После снятия замеров жмем <input checked="" type="checkbox"/> и подтверждаем желание выполнить балансировку повторным нажатием <input checked="" type="checkbox"/>
Шаг 4	Шаг 5	Шаг 6
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.	Повторно производим замер вибрации. Действия аналогичные шагу 2.	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°
Шаг 7		
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 <input checked="" type="checkbox"/>		



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)

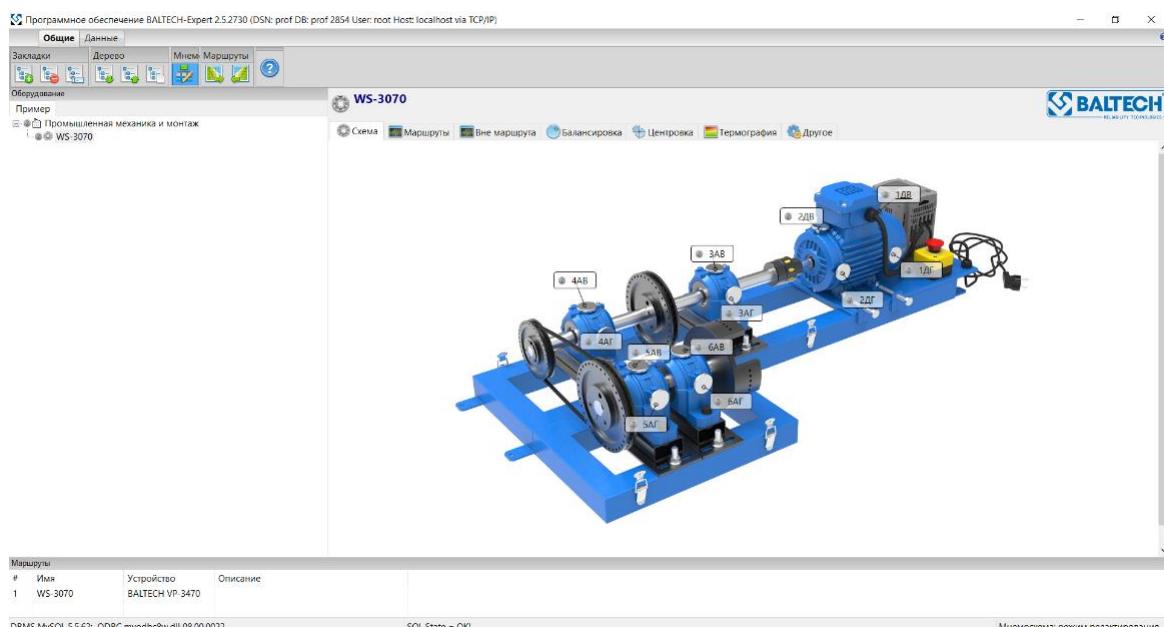
Работы, аналогичные Блоку II включая прогрев стенда 5 минут.

Проводится 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.

Данные замеров выгрузить в программное обеспечение.



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

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

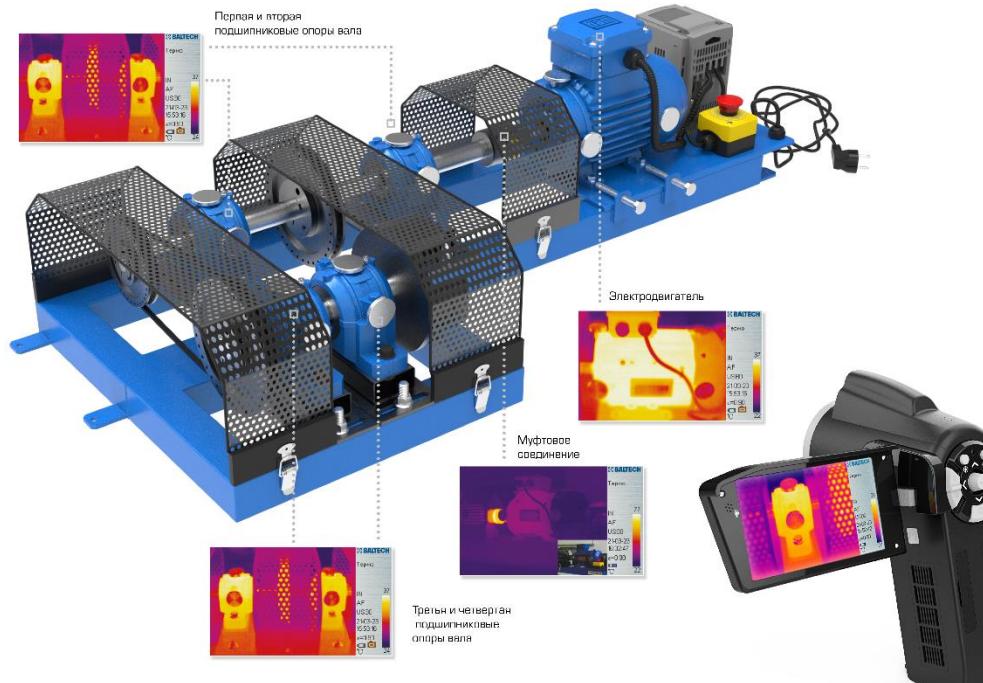
#### 4.2. Используя тепловизор провести измерения тепловых полей подшипниковых опор, муфты и электродвигателя.

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 вибоналадке, каково значение температуры узлов.

Заключение о состоянии оборудования:

Выводы делаются на основе справочной информации\*

Задание выполнено

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

ФИО эксперта

подпись

время