

**Преобразователи ТИК-DSA производства ООО НПП ТИК
для измерения виброперемещения и осевого сдвига**

Протокол сравнительных испытаний

преобразователей ТИК-DSA1741DSX производства НПП ТИК и
преобразователей 3300 XL производства Bently Nevada.

1. Краткое описание преобразователя ТИК-DSA

- 1.1. Преобразователи ТИК-DSA (далее – преобразователи) предназначены для измерений виброперемещения, зазора, частоты вращения на контролируемом объекте и преобразования их в унифицированные сигналы.
- 1.2. Конструктивно преобразователи состоят из вихретокового датчика DS0, DS1, DS2, DS3 (далее - датчик) с кабелем и усилителя согласующего (далее-УСО) DSAxxxx.
- 1.3. Принцип действия преобразователей основан на измерении изменения добротности колебательного контура при изменении зазора между катушкой вихретокового датчика и контролируемым объектом. Катушка вихретокового датчика DS0 (DS1, DS2, DS3), ёмкость коаксиального кабеля и ёмкость, расположенная в усилителе согласующем (далее – УСО), образуют колебательный контур. Приближение металлической поверхности к катушке датчика вызывает эффекты увеличения активных потерь в контуре и изменение индуктивности катушки, что приводит к снижению добротности и изменению резонансной частоты контура. Изменение добротности колебательного контура датчика преобразуется в электрический сигнал, величина которого пропорциональна величине зазора между катушкой вихретокового датчика и металлической поверхностью. Электрический сигнал обрабатывается в УСО, производится вычисление необходимого параметра и выдача его на аналоговый или цифровой выход.

2. Цель испытаний

- 2.1. Оценка возможности использования преобразователей ТИК-DSA производства компании ООО «НПП ТИК», г. Пермь, вместо преобразователей перемещения Bently Nevada 3300XL при работе со вторичным оборудованием контроля вибрации – системой BN3500.
- 2.2. Сравнение измеренных значений вибрации преобразователями производства ООО НПП «ТИК» с показаниями канала производства Bently Nevada при работе с системой BN3500
- 2.3. Подтверждение взаимозаменяемости оборудования - преобразователей перемещения Bently Nevada 3300XL и преобразователей ТИК-DSA производства компании ООО «НПП ТИК», г. Пермь.

3. Программа, на основании которой были выполнены испытания:

- ЛПЦА.421421.052 ПИ - Преобразователи ТИК-DSA
- Дата проведения испытаний: 20.12.2022г.
- Место проведения испытаний: Санкт-Петербург, АО «Невский завод», лаборатория метрологии, испытательный стенд.
- Заказчик: Акционерное общество «Невский завод»

4. Рабочие эталоны:

- Комплект проверки системы токовихревых датчиков ТК-3 производства Виброприбор.

- Свидетельство о поверке № С-СП/23-11-2022/203519650 до 22.11.2023
- Портативный калибратор вибродатчиков 9100D.
- Свидетельство о поверке № 0014512 до 10.02.2023.
- Метки из материала AISI4140 и 20X13.

5. Система защиты оборудования (вторичное оборудование контроля вибрации):
Система вибромониторинга Bently Nevada 3500.

6. Испытуемое (замещающее) оборудование:

- Преобразователь в составе: Преобразователь TIK-DSA1741DSX (датчик DS1 SN: 5846 + Устройство связи с объектом YCO DSA1741 SN: 0087).
Преобразователь настроен на металл 20X13.

7. Замещаемое оборудование:

- Преобразователь перемещения Bently Nevada 3300XL, в составе: (датчик 3300XL 8mm SN:21F02709 + проксиметр 3300 XL 5/8 SN: 22E00R5C)
Преобразователь настроен на металл AISI4140.

8. Программа испытаний:

- 8.1. Анализ технической документации на преобразователи TIK-DSA.
- 8.2. Сравнительный анализ технических характеристик преобразователей TIK-DSA и преобразователей BN 3300 XL.
- 8.3. Проведение метрологической поверки преобразователей Bently Nevada 3300XL и TIK-DSA1741DSX в лаборатории АО «Невский завод».
- 8.4. Проведение проверки при работе преобразователей Bently Nevada 3300XL и TIK-DSA1741DSX совместно с системой вибромониторинга Bently Nevada 3500 на испытательном стенде АО «Невский завод».
- 8.5. Сравнение показаний, полученных в ходе испытаний.
- 8.6. Формирование выводов по результатам испытаний и принятие дальнейших решений.

9. Сравнение технических характеристик преобразователей представлено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение технических характеристик каналов испытываемых изделий.

Компания-производитель	ООО НПП "ТИК", Россия	Bently Nevada 3300 XL, США
Наименование и состав канала (системы)	ТИК-DSA1741DSX	3300 XL
Вихретоковый преобразователь, модель	DS1	3300XL 8mm
Бронерукав	Кабель в металлорукаве	Кабель без металлорукава
Диапазоны измерений осевого сдвига, мм	0,25-2,3	0.25-2,3
Номинальное значение коэффициента преобразования	7.8 В/мм	7.87 В/мм
Диаметр измерительной головки, мм	8,5	8,2
Диаметр датчика, мм	10	9,6
Тип резьбы	M10x1	3/8-24
Длина датчика без резьбы, мм	0	0
Длина датчика, мм	90	70
Диапазон рабочих температур вихретокового датчика, °С	Стандартное исполнение - 60...+135 Исполнение В от -60 до +180	-51...+177
Диапазон рабочих температур преобразователя УСО и проксиметра, °С	от -60 до +80	-51...+100
Длина интегрированного кабеля, м	10	9
Длина всей системы, м	10	9
Габаритные размеры вторичного преобразователя, мм.	60x100x27,5	71x90x35
Тип крепления вторичного преобразователя	Din рейка	Din рейка
Маркировка взрывозащиты датчика	0Ex ia IIC T6..T1 Ga X	0Ex ia IIC T1..T5 X 2Ex nA II T1..T5 X
Маркировка взрывозащиты преобразователя (проксиметра)	0Ex ia IIC T6..T1 Ga X	0Ex ia IIC T4..T5 X 2Ex nA II T4..T5 X
Допустимое сечение провода для подключения к преобразователю	1.5 мм ²	1.5 мм ²
Устойчивость к протечкам масла внутри кабеля	Используется кабель РК-50	Используется специальная опция FluidLoc
Утверждение типа средства	2 года	3 года

измерения. Межповерочный интервал		
Метрологические характеристики. Предел основной относительной погрешности преобразования	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$
Схема подключения преобразователя (проксиметра)	Трехпроводная	Трехпроводная

Сравнение технических характеристик подтверждают частичную конструктивную, метрологическую и электрическую взаимозаменяемость преобразователей.

Отличия наблюдаются в следующих характеристиках

- Маркировка взрывозащиты.
- Использование герметичного кабеля (устойчивого к протечкам масла внутри оболочки кабеля).

10. Результат проведения метрологической поверки преобразователей Bently Nevada 3300XL и ТК-DSA1741DSX в лаборатории АО «Невский завод»

Протокол поверки Bently Nevada 3300XL

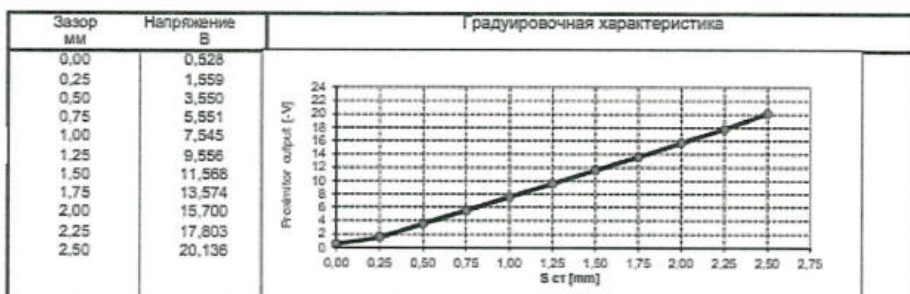
Метрологическая служба АО"НЗЛ"	
192029 г. С.-ПЕТЕРБУРГ, пр. Обуховской обороны пр.Обуховской обороны д.51 литер АХ	
Заказчик:	НЗЛ Стендовое пр.
Данные преобразователя	
Тип СИ:	ВН-ГПП Рег. №56536-14
Мод. датчика	3300XL 8mm
S/N.	21F02709
Кабель	9 метра
Мод. преципитра	3300 XL 5/8
S/N.	22E00R5C
Образец стали:	E4140H1

Условия поверки:	Температура окружающего воздуха: 20 ± 5 °C	21,9
	Относительная влажность: 60 ± 20 %	41
	Атмосферное давление: мм.рт.ст	766
		101 ± 4 кПа
	Напряжение питания: В 50 Гц	220,0

Эталоны: Поверочная установка 2-го разряда по МИ 2070-90
портативный калибратор вибродатчиков 9100D за. №549
Комплект проверки системы токовых датчиков ТК-3
шпильный микрометр №14A01JMJ

Средства измерения: Мультиметр "Agilent 34401A" №MY53005010
Прибор комбинированный "testo 608-H1" №41382357

Методика поверки: МП 56536-14



Определение действительного значения коэффициента преобразования статическим методом ГОСТ Р 8.669-2009
Средний коэф.преобразов. (СКП): **8,19 В/мм**

Определение неравномерности ЧХ вибропреобразователя

Частота, Гц	U экз, мВ	So., мкм	γ %	U р-р, мВ	Кд В/мм
30	864,0	300,0	-0,92	2443,76	8,15
40	882,0	300,0	1,15	2494,67	8,32
50	879,0	300,0	0,80	2486,19	8,29
63	875,0	300,0	0,34	2474,87	8,25
80	872,0	300,0	0,00	2466,39	8,22
100	872,0	300,0	0,00	2466,39	8,22
125	867,0	300,0	-0,57	2452,25	8,17
150	858,0	300,0	-1,61	2426,79	8,09

Неравномерность ЧХ в рабочем диапазоне частот **1,61** %
Допустимая погрешность 2,5%

Действительное значение коэфф. Преобразования **8,19 В/мм**
Пределы значений коэффициента преобразования **7,67 ± 0,51 В/мм**

Датчик к эксплуатации : годен

Поверитель: Семёнов.А.Д. Подпись:

Дата: 20 декабря 2022г.

Протокол поверки ТК-DSA1741DSX

Метрологическая служба АО"НЗЛ"	
192029 г. С-ПЕТЕРБУРГ, пр. Обуховской обороны пр.Обуховской обороны д.51 литер АХ	
Заказчик:	НЗЛ Стендовое пр.
Данные преобразователя	
Тип СИ:	DS-1
Мод. датчика	8mm
S/N.	5846
Кабель	10 метра
Мод. прециметра	ТК-DSA1741DSX 10 metre system
S/N.	0087
Образец стали:	20Х13

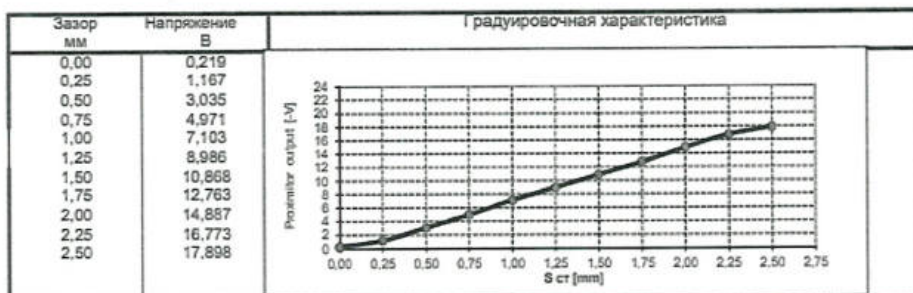
Условия поверки:

Температура окружающего воздуха: $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$	21,9
Относительная влажность: $60 \pm 20\%$	41
Атмосферное давление:	мм.рт.ст 766 101 \pm 4 кПа 102
Напряжение питания: В 50 Гц	220,0

Эталоны: Поверочная установка 2-го разряда по МИ 2070-90
портативный калибратор вибродатчиков 9100D зав. №549
Комплект проверки системы токовых датчиков ТК-3
шпильный микрометр №14A01JMJ

Средства измерения: Мультиметр "Agilent 34401A" №MY53005010
Прибор комбинированный "testo 608-H1" №41382357

Методика поверки: МП 56536-14



Определение действительного значения коэффициента преобразования статическим методом ГОСТ Р 8.669-2009
Средний коэф.преобразов. (СКП): **7,64 В/мм**

Определение неравномерности ЧХ вибропреобразователя

Частота, Гц	U скз, мВ	So., мкм	γ %	U p-p, мВ	Кд, В/мм
30	905,0	300,0	-0,98	2559,73	8,53
40	924,0	300,0	1,09	2613,47	8,71
50	921,0	300,0	0,77	2604,98	8,68
63	917,0	300,0	0,33	2593,67	8,65
80	914,0	300,0	0,00	2585,18	8,62
100	914,0	300,0	0,00	2585,18	8,62
125	905,0	300,0	-0,98	2559,73	8,53
150	896,0	300,0	-1,97	2534,27	8,45

Неравномерность ЧХ в рабочем диапазоне частот **1,97 %**
Допустимая погрешность 2,5%

Действительное значение коэфф. Преобразования **7,64 В/мм**
Пределы значений коэффициента преобразования **7,87 \pm 0,51 В/мм**

Датчик к эксплуатации : годен

Поверитель:

Семенов.А.Д

Подпись:

Таблица 2. Сравнительный анализ преобразователей по метрологическим показателям.

Преобразователь	Средний коэф. преобразования	Неравномерность ЧХ в раб. Диапазоне частот	Результат поверки
ТК-DSA1741DSX	7,64 В/мм	1,97%	Годеи
BN 3300 XL	8,19 В/мм	1.61%	Годеи
Допустимая погрешность	7,87±0,51 В/мм	2,5%	

11. Результаты проверки при работе преобразователей Bently Nevada 3300XL и ТК-DSA1741DSX совместно с системой вибромониторинга Bently Nevada 3500 на испытательном стенде АО «Невский завод»

Подключение преобразователя ТК-DSA1741DSX и преобразователя BN3300XL к системе вибромониторинга Bently Nevada 3500 было выполнено на испытательном стенде АО «Невский завод» в боксе №8.

Датчики устанавливались на рабочий эталон - портативный калибратор вибродатчиков 9100D и подключались с крейту BN 3500, см. Рисунок 1.

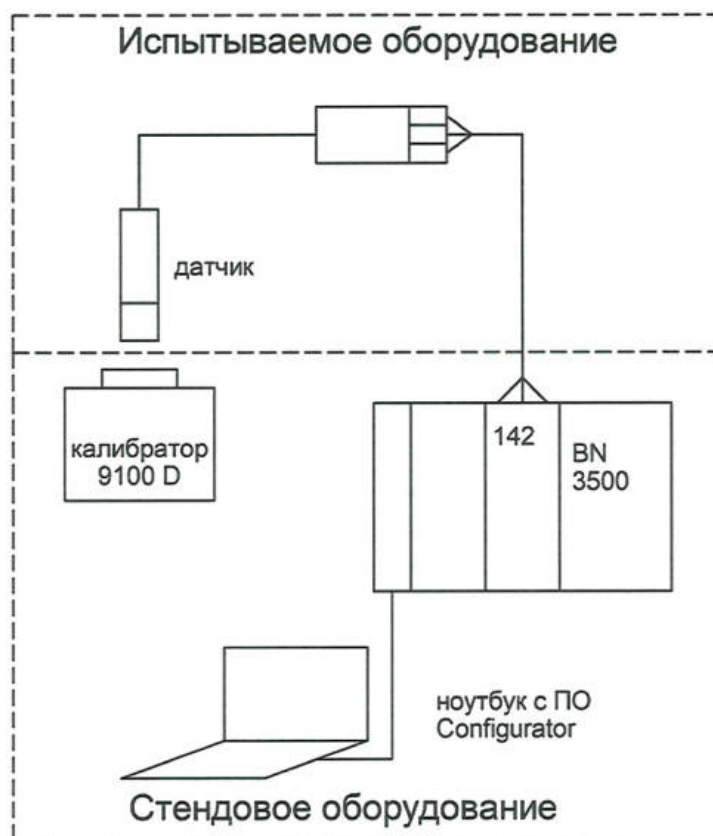


Рисунок 1 - Схема стенда для проверки работоспособности преобразователей.

Было выполнено сравнение показаний на частотах: 40Гц, 80Гц и 100Гц при размахе виброперемещения: 0мкм, 50мкм, 100мкм, 150мкм, 200мкм.

Результаты отражены в таблице 3.

Таблица 3. Сравнительный анализ измеренных в системе BN3500 значений виброперемещения для преобразователей ТИК-DSA и преобразователей BN3300 XL

Преобразователь	Частота 40 Гц.					Частота 80 Гц.					Частота 100 Гц.				
	Виброперемещение, мкм.					Виброперемещение, мкм.					Виброперемещение, мкм.				
	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200	0	50	100	150	200
Измеренные значения 3300 XL	3	51	100	150	201	2	54	106	158	210	2	54	106	157	209
Расхождение показаний с эталоном, мкм	3	1	0	0	1	2	4	6	8	10	2	4	6	7	9
Измеренные значения ТИК-DSA	2	51	102	153	204	3	52	106	160	214	3	53	106	159	212
Расхождение показаний с эталоном, мкм	2	1	2	3	4	3	2	6	10	14	3	3	6	9	12
Расхождение показаний между преобразователями, мкм	1	0	2	3	3	1	2	0	2	4	1	1	0	2	3

Результаты испытаний показали, что расхождения показаний преобразователей Bently Nevada 3300XL и ТИК-DSA1741DSX составляют не более 1.9% и укладывается в погрешность средств измерений.

Так же имеется допущение, что поверка преобразователя в динамике производилась на металле AISI4140.

12. Приложения к настоящему протоколу испытаний

- ЛПЦА.421421.052 РЭ - Преобразователи ТИК-DSA.
- ЛПЦА.421421.052 ПИ - Преобразователи ТИК-DSA.
- ЛПЦА.421421.068 Альбом чертежей «Преобразователи ТИК-DSA».
- ЛПЦА.421241.060 ПС – Преобразователь ТИК-DSA1741DS1
- Сертификат об утверждении типа средства измерения – Преобразователи ТИК-DSA.
- Описание типа средства измерения – преобразователи ТИК-DSA.
- Сертификат соответствия ТР ТС 012/2011 – Преобразователи ТИК-DSA.
- Декларация о соответствии ТР ТС 020/2011 – Преобразователи ТИК-DSA.
- Сертификат типа ГОСТ Р на сейсмостойкость – Преобразователи ТИК-DSA.
- Свидетельство о поверке эталонов.

13. Выводы по результатам испытаний

В ходе испытаний была подтверждена частичная конструктивная, аппаратная, метрологическая и электрическая взаимозаменяемость преобразователей ТИК-DSA1741DSX производства ООО НПП «ТИК» и преобразователей Bently Nevada 3300XL при работе системой вибромониторинга Bently Nevada 3500.

Так, например, в своем текущем состоянии преобразователи ТИК-DSA1741DSX полностью могут быть использованы вместо преобразователей Bently Nevada 3300XL, установленных на ЦБК Н-400 ГПА-32 «Ладога».

Для обеспечения полной взаимозаменяемости и использования преобразователей ТИК-DSA1741DSX в составе ГТУ Т-32 необходимо обеспечить устранение следующих ограничений:

- Использование между датчиком токовихревым и усилителем согласующим УСО кабеля типа «fluid lock» не подверженного проникновению масла из-за капиллярного эффекта через оболочку кабеля (или иных конструктивных решений).
- Получение сертификата соответствия ТР ТС 012 с маркировкой взрывозащиты Exn.

14. Принятые решения:

14.1. Разработать и согласовать пояснительную записку с основными техническими решениями по проведению испытаний преобразователей ТИК-DSA на ЦБК Н-400 в составе ГПА-32 «Ладога» на компрессорной станции газотранспортной организации при подключении преобразователей ТИК-DSA к системе BN3500.

Срок – 28.03.2022.

Ответственный в части разработки документа – ООО «НПП ТИК».

Ответственный в части согласования документа – АО «Невский завод».

14.2. Разработать и согласовать программу и методику испытаний преобразователей ТИК-DSA на ЦБК Н-400 в составе ГПА-32 «Ладога» на компрессорной станции газотранспортной организации.

Срок – 30.04.2022.


Ответственный в части разработки документа – ООО «НПП ТИК».

Ответственный в части согласования документа – АО «Невский завод».

14.3. Проработать вопрос с ПАО «Газпром» по проведению испытаний преобразователей типа ТИК-DSA на ЦБК Н-400 в составе ГПА-32 «Ладога» на компрессорной станции газотранспортной организации при подключении преобразователей к системе BN3500.

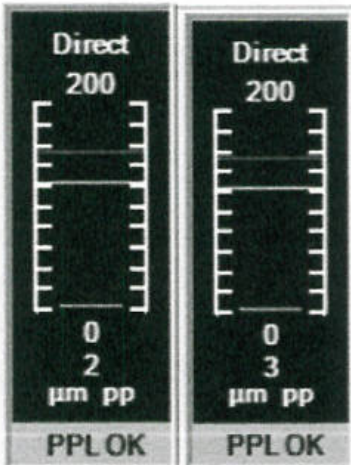
Срок – 30.05.2022.

Ответственный – АО «Невский завод»

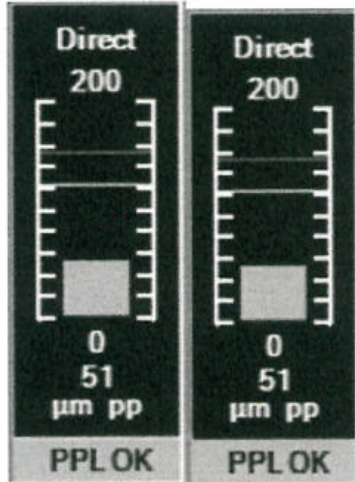
АО «Невский Завод»:		
Главный конструктор КБ автоматизации, регулирования и электротехнических систем		А.А. Столбов
Начальник отдела локализации вспомогательного оборудования		В.А. Иванов
Начальник отдела КО АСУ, КИП и программирования		А.А. Трофимов
Руководитель группы КИП		Б.А. Басов
ООО НПП «ТИК»		
Директор по развитию		А.В. Клочков
Заместитель директора по развитию		М.А. Смирнов

16.02.2023

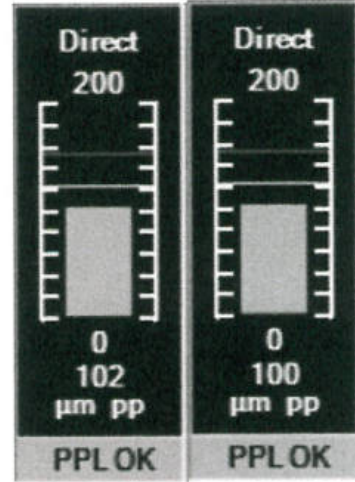
40Гц
Размах
виброперемещения
0
BN



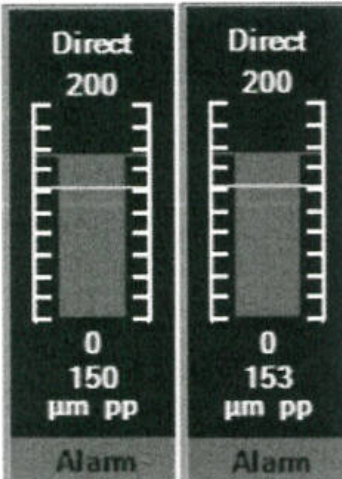
40Гц
Размах
виброперемещения
50
BN



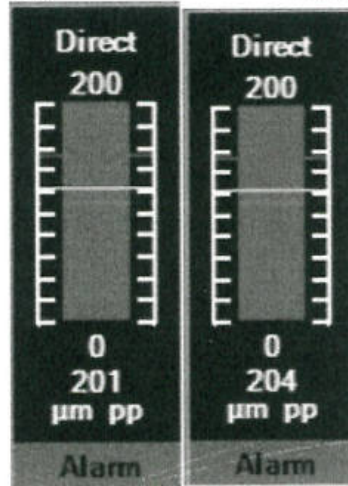
40Гц
Размах
виброперемещения
100
BN



40Гц
Размах
виброперемещения
150
BN

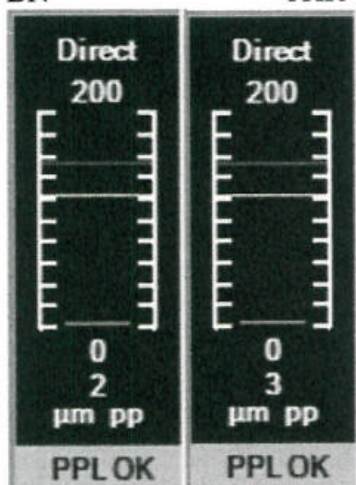


40Гц
Размах
виброперемещения
200
BN



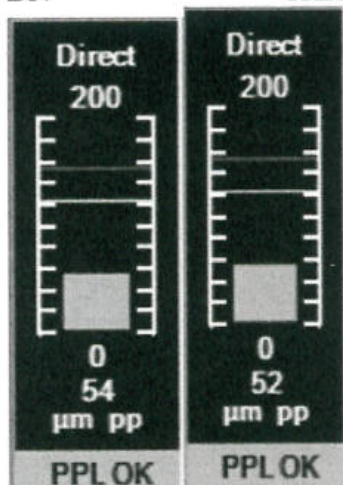
80Гц
Размах
виброперемещения
0

BN ТИК



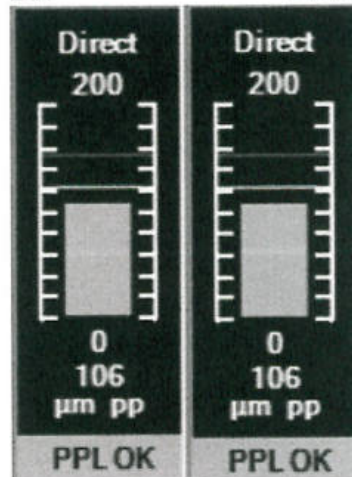
80Гц
Размах
виброперемещения
50

BN ТИК



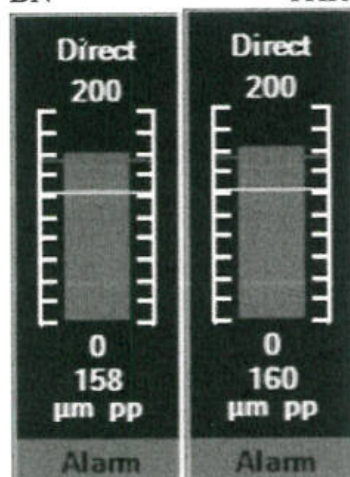
80Гц
Размах
виброперемещения
100

BN ТИК



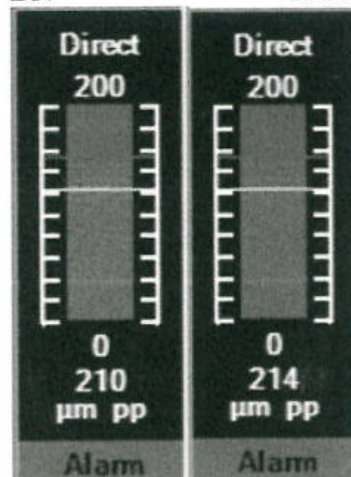
80Гц
Размах
виброперемещения
150

BN ТИК

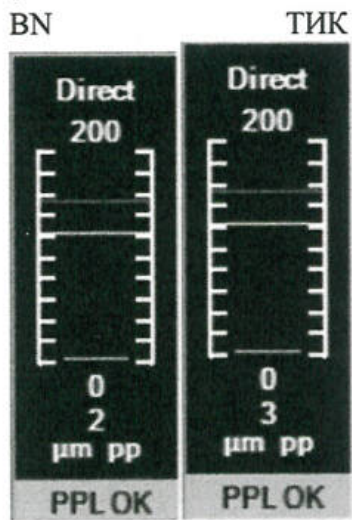


80Гц
Размах
виброперемещения
200

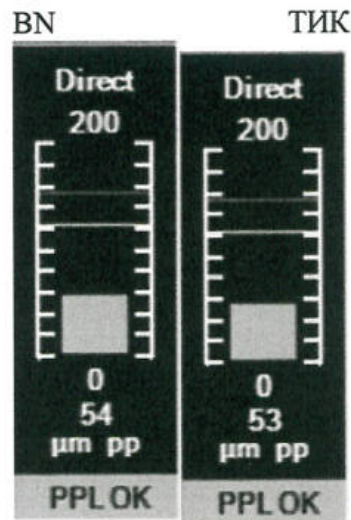
BN ТИК



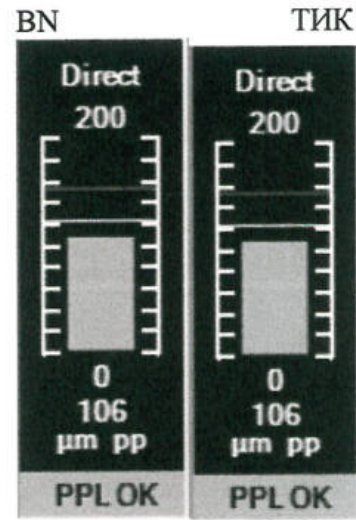
100Гц
Размах
виброперемещения
0



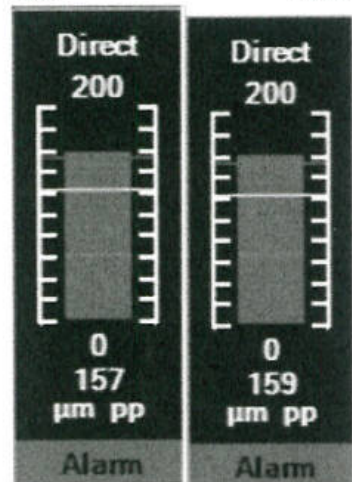
100Гц
Размах
виброперемещения
50



100Гц
Размах
виброперемещения
100



100Гц
Размах
виброперемещения
150



100Гц
Размах
виброперемещения
200

