Модель 9155

Автоматизированная рабочая станция для поверки и калибровки датчиков вибрации

На рисунке изображена система калибровки датчиков вибрации модели 9155, интегрированная в стойку (опция 9155D-100) с предусилителем сигналов для пьезорезистивных и емкостных датчиков (опция 9155D-478/445) и вибростендом на воздушных подшипниках (9155D-831)

Лабораторная станция модели 9155 предназначена для проведения поверки или прецизионной калибровки датчиков вибрации как традиционным методом сравнения с эталонном (back-to-back), так и с помощью метода лазерной интерферометрии для эталонной калибровки. Данное решение позволяет проводить поверку и калибровку различных типов датчиков: ICP, зарядовых, пьезорезистивных и емкостных акселерометров, велосиметров. Автоматизированное программное обеспечение на базе Windows позволяет создавать типовые шаблоны для калибровки различных типов датчиков, сохранять и перезаписывать данные о калибровке, а также работать с интеллектуальными датчиками TEDS. Масштабируемость системы и возможность комплектации вибровозбудителями различных типов обеспечивает широкие частотный (0,1Гц – 50кГц) и амплитудный (0,1g – 10000g) диапазоны. Также дополнительно к системе можно установить комплект для поверки или калибровки датчиков динамического давления.

Модель 9155 представляет законченное решение, которое имеет в составе управляющий компьютер на базе Windows PC, принтер, ПО автоматизации поверки и калибровки, образцовый акселерометр или лазерный интерферометр, вибростенд (низко/высокочастотные), усилитель мощности, согласующие усилители, метрологическую поверку и таким образом, система поставляется «под ключ».

Возможности:

- Типы калибруемых датчиков вибрации: ICP и зарядовые акселерометры, пьезорезистивные, емкостные, велосиметры, TEDS;
- Эталонная калибровка с помощью лазерного интерферометра;
- Протокол калибровки в соответствии с требованиями ГОСТ или Вашего предприятия;
- Программное обеспечение на базе Windows;
- Автоматизация настройки процедуры калибровки, сбора и сохранения полученных данных, печать протокола калибровки в соответствии с ISO 17025;
- Широкий частотный (0,1Гц до 50кГц) и амплитудный диапазоны (0,1g до 10000g);

Дополнительные возможности:

- Низкочастотный вибростенд (0,1 - 200 Гц);
- Высокочастотный вибростенд на воздушной подушке (2Гц – 50кГц);
- Ударный вибростенд (20g – 10000g);
- Стенд для калибровки датчиков динамического давления;
- Согласующий усилитель ICP и зарядовых акселерометров;
- Согласующий усилитель для емкостных датчиков;
- Согласующий усилитель для пьезорезистивных датчиков;
- Поиск резонансов до 50 кГц;
- Проверка линейности;
- Поддержка интеллектуальных датчиков TEDS;
- Комплект инструмента для монтажа датчиков (моментный ключ, отвертки, шестигранные ключи);

Состав системы

Система калибровки вибродатчиков 9155:

- Интеграция системы в 19” стойку (опция 9155D-100)
- Поддержка датчиков TEDS (опция 9155D-400)
- Поддержка ICP и зарядовых датчиков (опция 9155D-443)
- Поддержка емкостных датчиков (опция 9155D-445)
- Поддержка пьезорезистивных датчиков (опция 9155D-478)
- Поддержка велосиметров (опция 9155D-600)
- Проверка линейности датчиков (опция 9155D-501)
- Поиск резонансов до 50 кГц (опция 9155D-550)

Высокочастотный вибростенд на воздушных подшипниках (опция 9155D-830/831)

- Частотный диапазон (калибровка): 2Гц – 20 кГц;
- Частотный диапазон (поиск резонансов): до 50 кГц;
- Диапазон перегрузок: 40 g;
- Встроенный эталонный ICP акселерометр;
- Минимальные поперечные составляющие (ISO 16063);

Низкочастотный вибростенд (опция 9155D-779)

- Частотный диапазон: 0,1 Гц – 500 Гц;
- Максимальный ход подвижной части 25 см;
- Калибровка низкочастотных, сейсмических датчиков вибрации;
- Оптический энкодер для работы на ультранизких частотах;

Ударный вибростенд (опция 9155D-525)

- Динамический диапазон: 20 g – 10000 g;
- Возможность контроля таких параметров как давление воздуха в разгонной трубе и время воздействия давления на наковальню позволяет получить равномерный и постоянный ударный импульс (калибровка полусинусом);

Эталонная калибровка с помощью лазерного интерферометра (опция 9155D-575)

- Использование эффекта Доплера для измерения лазером позволяет получить минимальные погрешности при калибровки датчиков.
- Данная опция позволяет проводить эталонную калибровку в соответствии со стандартом ISO 16063-11;

Динамический калибратор датчиков давления (опция 9155D-903-905-907-913)

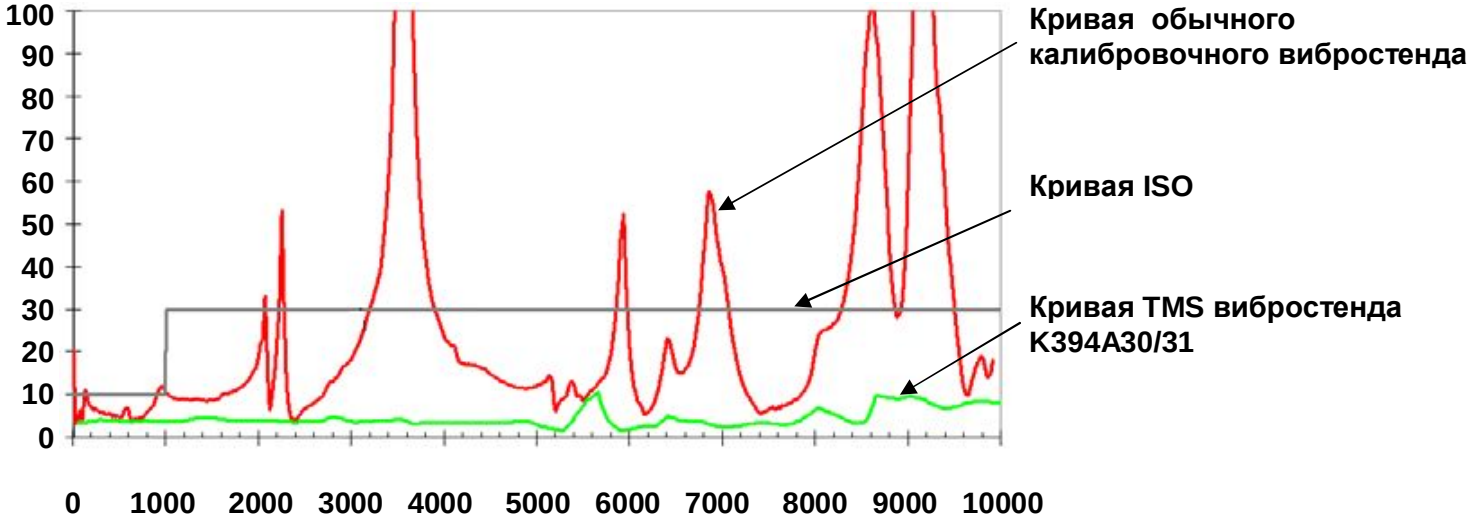
- Диапазон давления: 0 – 6900 Бар;
- Время реакции: 3 мсек;
- Длина импульса: 6-8 мсек;
- В комплект входит актюатор на соответствующий диапазон, согласующие усилители, аксессуары;
- Данный модуль использует программное обеспечение системы 9155;

Калибровочный вибростенд

Вибростенды модели K394A30 и K394A31 были разработаны для прецизионной поверки и калибровки датчиков вибрации. Отличительной особенностью данных калибровочных вибростендов является то, что подвижная часть выполнена из твердого, но легкого бериллия (K394A31, опция 9155-831) и вывешивается для работы с помощью воздушных подшипников, что обеспечивает минимальную поперечную составляющую. Согласно стандарту ISO 16063 часть 21 поперечные составляющие вибростендов при калибровке датчиков не должны превышать диапазон, указанный на рисунке (см. ниже). Вибростенды TMS полностью соответствуют требованиям данного стандарта и обеспечивают минимальные поперечные составляющие, а значит минимальную погрешность при калибровке.

Высокочастотный вибростенд на воздушных подшипниках (опция 9155-830/831)

График поперечных составляющий вибростендов (%)



Программное обеспечение:

- ПО автоматически обновляет данные о новых калибровочных значения во встроенную память датчиков TEDS;
- Настройка критериев *соответствует*/*не соответствует* для каждого типа датчиков;
- Измерения фазы;
- Создание базы данных датчиков, шаблонов и требований о калибровке;
- Печать протокола калибровки в соответствии с ISO 17025, а также возможность настройки протокола в соответствии с требованиями заказчика;
- Создание архивов с калибровочными данными в SQL;
- Экспорт калибровочных данных для дальнейшего использования;
- Представление результатов отчета в дюймовой или метрической единицах;

Модель 9155D

Частотный диапазон:	5 Гц – 10 кГц со стандартным вибростендом; 5 Гц – 15 кГц с высокочастотным вибростендом 9155D-830; 5 Гц – 20 кГц с высокочастотным вибростендом 9155D-831; 0,5 Гц – 500 Гц с низкочастотным вибростендом 9155D-771; 0,1 Гц – 500 Гц с низкочастотным вибростендом 9155D-779;
Погрешность (неопределенность системы) [1]:	2,0% (5 Гц - 10 Гц); 1,2% (10 Гц - 100 Гц); 0,8% (100 Гц); 1,0% (100 Гц - 1000 Гц); 1,4% (1000 Гц - 5000 Гц); 1,9% (5000 Гц - 10000 Гц); 2,2% (10000 Гц - 15000 Гц); 2,8% (15000 Гц - 20000 Гц);
Метод калибровки:	Back-to-back (сравнение) в соответствии с ISO 16063-21;
Измерения:	Чувствительность, АЧХ, ФЧХ, поиск резонансов, линейность, удар;
Типы подключаемых акселерометров:	ICP, зарядовые, вход по напряжению, емкостные[2], пъезорезистивные[3], велосиметры[3] (с выходом по виброскорости), виброперемещение;
Поддержка TEDS:	IEEE 1451.4[4], IEEE P1451.4[4];
Вид возбуждения:	Синус, синус с разверткой, ШСВ;
Уровни возбуждения[5]:	0,1 – 10 g (1-98 м/с^2) пик ;
Базовые частоты:	Устанавливается пользователем;
Управление данными калибровки:	Есть;
Автоматическая классификация *соответствует/не соответствует* для каждого типа датчиков:	Есть;
Единицы измерения:	Метрические, дюймовые;
Питание:	220 В;
Усилитель мощности:	TMS модель 2100E21;
Время калибровки одного датчика:	Менее 90 сек;
Двух канальный АЦП NI:	24 бита, 204,8 кГц частота опроса;

1 погрешности могут зависеть от типа вибростенда и условий окружающей среды;
2 Базовое программное обеспечение поддерживает емкостные датчики. Предусилитель для емкостных датчиков является опцией;
3 опциональные компоненты;

Эталонный акселерометр	**Конфигурация с вибростендом на воздушных подшипниках 830/831**
Тип:	ICP
Чувствительность:	10 мВ/g;
Частотный диапазон:	5 Гц – 20 кГц;
Резонансная частота:	>70 кГц;
Отверстие крепления:	¼-28 UNF (другие размеры опционально)

Опции

9155D-100	Интеграция калибровочной системы в 19'' стойку [93 см x 55 см x 66 см];
9155D-350	Специальный термальный принтер для печати наклеек (шильдиков) на датчики;
9155D-400	Поддержка интеллектуальных датчиков TEDS.
9155D-442	Встроенный предусилитель сигнала для ICP и зарядовых датчиков.
9155D-443	Двух режимный предусилитель сигнала для ICP и зарядовых датчиков с автоматическим переключением.
9155D-445	Емкостной усилитель сигналов;
9155D-478	Предусилитель сигналов для пьезорезистивных датчиков;
9155D-501	Проверка линейности (синус, до 40 g пик);
9155D-525	Ударная калибровка (20g – 10000g);
9155D-550	Поиск резонансов;
9155D-575	Комплект для прецизионной эталонной калибровки с помощью лазерной интерферометрии (ISO 16063-11);
9155D-600	Калибровка велосиметров;
9155D-779	Комплект для низкочастотный калибровки (длинноходовый вибростенд 0,1 – 500 Гц, эталонный оптический датчик);
9155D-830	Высокочастотный вибростенд K394A30 на воздушный подшипниках (2Гц – 15кГц);
9155D-831	Высокочастотный вибростенд K394A31 на воздушный подшипниках (2Гц – 20кГц);
9155D-913	Комплект для калибровки датчиком динамического давления (пульсации давления)

Модель K394A30 и K394A31

Калибровочный вибростенд на воздушных подшипниках для поверки и калибровки датчиков вибрации

Комплекты вибровозбудителей модели K394A30 и K394A31 – это принципиально новый уровень эталонных калибровочных вибростендов. Основной компонентой системы является калибровочный вибростенд модели 396C10 и 396C11. Данные вибростенды разработаны специально для проведения эталонной калибровки датчиков вибрации и имеют воздушные подшипники, которые обеспечивают бесконтактное вывешивание подвижной части, что минимизирует поперечную составляющую. Подвижная часть вибростенда выполнена из бериллия, который обеспечивает максимальную жесткость при минимальной массе и позволяет получать наилучшие характеристики при калибровке.

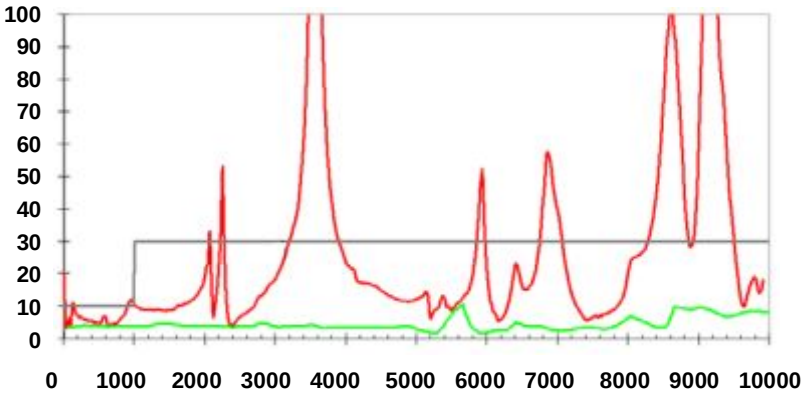
Особенность такого вибростенда заключается в том, что для вывешивания подвижной части используется не традиционные резиновые амортизаторы, а электромагнитное поле и благодаря силе Лоренца и воздушным подшипникам, подвижная часть вывешивается бесконтактным методом. Также особенностью вибростенда является то, что собственная резонансная частота встроенного эталонного акселерометра находится выше 70 кГц, что позволяет выполнять калибровку на высоких частотах, а также находить резонансы датчиков.

Также стоит отметить, что бесконтактное вывешивание обеспечивает электрическую изоляцию между системы, что позволяет избежать в сигнале электрических помех и тем самым уменьшить погрешность калибровки. Усилитель мощности и система подачи воздуха, идущая в комплекте, имеет автоматическую защиту. Если подача воздуха на вибростенд прекращается, то усилитель автоматически выключается, тем самым защищает вибростенд и воздушный подшипник от повреждения.

Особенности:

- Минимальные поперечные составляющие вибростенда, которые удовлетворяют требованиям стандарта ISO 16063 часть 21
- Упрощенная система установки датчика
- Широкий частотный диапазон
- Калибровка на низких частотах с малым коэффициентом нелинейных искажений
- Электрически изолированная платформа для калибровки

График поперечных составляющий вибростендов



Модель K394B30 и K394B31

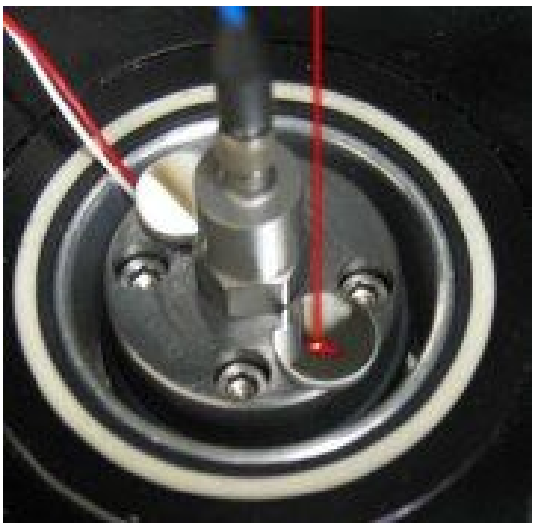
	K394B30	K396B31
Длина хода подвижной части (мм, пик):	10	
Частотный диапазон:	**2 Гц – 15 кГц**	**2 Гц – 20 кГц**
Частотный диапазон для поиска резонансов датчика:	До 50 кГц	
Уровень ускорений (синус)		
- Постоянный (25 до 10000 Гц), g (м/с^2)	8,5 (83)	
- Единовременный (35 до 10000 Гц), g (м/с^2)	40 (392)	
Максимальная нагрузка, грамм	500	
Тип подвески	Сила Лоренца (соленоид)	
Требования к воздуху		
Давление, бар	2-4	
Расход, л/сек	0,7	
Класс ISO 8573.1	3	
Частицы	5	
Масло мгр./м^3	1	
Материал цилиндра подв. Части	Алюминий	Бериллий
Материал подвижной части	Бериллий	Бериллий
Масса подвижной части, грамм	45	
Поперечные составляющие		
< 5000 Гц (%)	5	5
< 10000 Гц (%)	10	10
< 15000 Гц (%)	30	10
< 20000 Гц (%)	-	20
Масса вибростенда, кг	10,1	
Сопротивление обмотки управления, Ом	1,0	
Сопротивление обмотки вывешивания, Ом	2,8	
Встроенный эталонный акселерометр		
Тип	ICP	
Чувствительность, мВ/g	10	
Частотный диапазон, Гц	0,7 до 17000	
Резонансная частота, кГц	>70	
Усилитель мощности SmartAmp 2100E21		
Эффективность	92%	
Выходное напряжение, макс.	38 В	
Выходной ток	18 А пик	
Мощность	400 Вт	
Частотный диапазон	0,4 Гц - 40 кГц	
Максимальный коэф. усиления (ручной)	26 дБ	
DC ток подмагничивания	0 - 1,75 А	
Защита:	Выключение при отсутствии подачи воздуха, отсутствие тока подмагничивания, перегрузка	
Дисплей	LCD с клавишами управления	
Размер	44 x 9 x 37 см	
Масса	3,8 кг	

Комплектация модель K394B30 (или K394B31)

396C10	Вибростенд на воздушных подшипниках (или 396C11 в модели K394B31)
080A200	Бериллиевая подвижная часть со встроенным эталонным акселерометром
482A21	ICP предусилитель
SmartAmp	Усилитель мощности с системой подачи воздуха
SMA kit	Набор креплений акселерометров

Модель 9155 - 575

Поверка и калибровка с помощью первичного метода - лазерного интерферометра



Благодаря рабочей станции для калибровки акселерометров, оснащенной опцией 9155D – 575 эталонного лазерного интерферометра, метрологи получили возможность выполнения первичной эталонной калибровки датчиков вибрации, обеспечивая чрезвычайно малую погрешность, регламентированную требованиями стандарта ISO 16063-11, а также Российскими стандартами. Система полностью интегрируется с калибровочной рабочей станцией модели 9155, что позволяет осуществлять как первичные калибровки с использованием лазерного интерферометра, так и последующие калибровки методом прямого сличения, при которых в соответствии со стандартом 16063-21 задействуется встроенный эталонный акселерометр.

Для измерения перемещения калибровочной платформы в системе используется интерферометр Майкельсона. Сигнал напрямую демодулируется по синфазной и сдвинутой на 90 градусов компонентам лазерного доплеровского сигнала. Результатом является первичная калибровка, в основе которой лежит физическая постоянная – длина волны гелий-неонового лазера.

Выбирая опцию лазерного интерферометра, следует иметь в виду необходимость наличия опции 9155D-831, обеспечивающей работу с вибровозбудителем на воздушных подшипниках. Система 9155, оснащенная данной опцией функционирует с эталонным калибровочным вибростендом модели K394A31, характеристики которого значительно превосходят параметры традиционных электромеханических вибростендов. Используя этот возбудитель на воздушных подшипниках, можно выполнять калибровку на частотах до 20 кГц, а также эффективно исключать поперечные перемещения, выполняя рекомендации стандартов ISO 16063-11 и 16063-21, тем самым значительно снижая погрешность измерения.

Главные преимущества системы

- Высокоточное выполнение первичных и последующих калибровок с обеспечением единства средств измерения согласно требованиям NIST и (или) PTB
- Прямая демодуляция доплеровского лазерного сигнала гарантирует малую погрешность измерения
- Двухлучевой лазер создает условия для повышения эффективности и точности
- Калибровка до 200 частот
- Назначение нескольких критериев годности для каждого испытания и автоматический их вызов из встроенной базы данных
- Печать сертификатов в соответствии с ISO 17025
- Автоматизация процедур калибровки
- Возможность конфигурирования системы для решения любых специализированных задач
- Быстрота и полная автоматизация подготовки к измерению, регистрации данных и печати отчетов

Модель 9155D - 575

Технические характеристики 9155D-575:

Частотный диапазон	5 Гц - 20 кГц	
Расширенная погрешность измерения[1]	5 Гц - 100 Гц	0.7% / 1.5° фазы
	100 Гц - 1 кГц	0.5% / 1.5° фазы
	1 кГц - 5 кГц	0.7% / 1.5° фазы
	5 кГц - 10 кГц	1.5% / 1.5° фазы
	10 кГц-15 кГц	3%/1.5° фазы
	15 кГц - 20 кГц	5% / 2.0° фазы
Метод калибровки	Первичная - согласно методу 3 ISO 16063-11 Последующие - прямое сличение, согласно ISO 16063-21	
Лазерный интерферометр	Гелий-неоновый, двухканальный, с преобразованием на нулевую частоту биений интерферометр Майкельсона	
Диаметр отпечатка, примерно	3 мм	
Измерения	Чувствительность, фаза	
Типы поддерживаемых акселерометров[2]	ICP®, зарядовые, напряжения, емкостные[2], пьезорезистивные[2]	
Поддерживаемые датчики	Ускорения, скорости[3]	
Возбуждение	Синусоидальное, ступенчатое синусоидальное	
Уровни ускорения[4]	0.1 … 10 g	
Управление калибровочными данными	Да	
Автоматическая классификация годности	Да	
Система единиц измерения	Дюймовая, метрическая	
Напряжение питания	115 В, возможность 220 В	

[1] Стандартно, определено с коэффициентом запаса k=2 для доверительного интервала 95%.
[2] С использованием дополнительного преобразующего модуля.
[3] Модули скорости и постоянную развертку по скорости поддерживает дополнительное программное обеспечение.
[4] Уровни ускорения на низких частотах ограничены величиной хода (10 мм).

Необходимые опции системы 9155D:

9155D	Базовая рабочая станция для калибровки акселерометров.
9155D-831	Система возбуждения на воздушных подшипниках модели K394A31, включая высокоточный вибростенд, встроенный эталонный кварцевый акселерометр и усилитель мощности.

Оборудование в комплекте поставки системы 9155D:

ПК с клавиатурой, мышью и монитором	Пакет Microsoft Office
Лазерный принтер	Эталонный акселерометр со сдвоенным ICP®-усилителем
Программное обеспечение 9155D для калибровки	Датчик для поверки системы
Программное обеспечение для сбора данных	Различные переходники и кабели

9155D-100	**Стойка 19".** Размер 93 x 55 x 66 см. Установка элементов в стойку 19" .
9155D-120	**Установка вибростенда.** Деревянное основание калибровочного вибростенда. Требуется заполнение песком (в комплект не входит).
9155D-160	**Набор инструментов.** Тарированный ключ, отвертки, разводной ключ и т.д.
9155D-350	**Печать калибровочных ярлыков.** Автоматическая печать ярлыков с использованием термопринтера Zebra.
9155D-400	**Поддержка датчиков TEDS.** Автоматическое обновление датчиков **TEDS**. Необходима опция 9155D-443.
9155D-442	**Базовое усиление ICP.** Усилитель сигналов для ICP и зарядовых датчиков.
9155D-443	**Двухрежимный зарядовый усилитель.** Компьютерное управление и переключение датчиками ICP и зарядовыми.
9155D-445	**Усилитель сигнала емкостных датчиков.**
9155D-478	**Усилитель сигнала пьезорезистивных датчиков.** Поддержка пьезорезистивных датчиков. Усилитель PCB 478A30.
9155D-525	**Ударная калибровка.** Поверка ударных акселерометров от 20 до 10000g.
9155D-501	**Линейность.** Проверка линейности датчика в нескольких точках при синусоидальном возбуждении до 40 g.
9155D-550	**Проверка резонанса.** Проверка резонанса акселерометров на частотах до 50 кГц.
9155D-600	**Калибровка датчика скорости.** Получение данных в единицах измерения скорости.
9155D-779	**Низкие частоты (0.1 - 500 Гц).** Низкочастотный вибростенд, эталонный акселерометр и оптический датчик.
9155D-830	**Вибростенд на воздушных подшипниках K394A30.** Высокоточный вибростенд 5 Гц - 15 кГц.
9155D-831	**Вибростенд на воздушных подшипниках K394A31.** Высокоточный вибростенд 5 Гц - 20 кГц.
9155D-913	**Импульсная калибровка.** Динамическая импульсная калибровка датчиков давления, 200 … 20000 psi.
9155D-961	**Калибровка молотка.** Калибровка ударных молотков, включает приспособление 9961C.

Модель 9155-7XX

Длинноходовый вибростенд для поверки и калибровки низкочастотных акселерометров, MEMS и сейсмических датчиков

Низкочастотный вибростенд серии 9155D-7XX предназначен для поверки и калибровки датчиков вибрации на ультранизких частотах с высокой точностью. Длиноходовый вибростенд имеет большой ход подвижной части (250 мм) и воздушные подшипники, что позволяет проводить прецизионную калибровку на частотах от 0.1 Гц.

Модель 9155D-771 имеет встроенный низкочастотный эталонный акселерометр модель 301M26, который установлен на подвижную часть вибростенда. Таким образом мы можем проводить поверки или калибровку методом сравнения на частотах от 0.5 Гц до 500 Гц.

Модель 9155D-779 это тот же низкочастотный вибростенд на воздушных подшипника оснащенные вместо пьезоэлектрического акселерометра оптическим датчиком «энкодером». Точность оптического датчика позволяет нам получать исключительные точности при калибровке. Частотный диапазон для при этом расширяется от 0.1 Гц до 500 Гц.

Проводить поверку и калибровку на низких частотах можно как в составе эталонной калибровочной системы модели 9155D, так и отдельно в составе уже имеющейся системы или при помощи прецизионного генератора частот. Данный вибростенд производит калибровку в соответствии со стандартом ISO 16063-21.

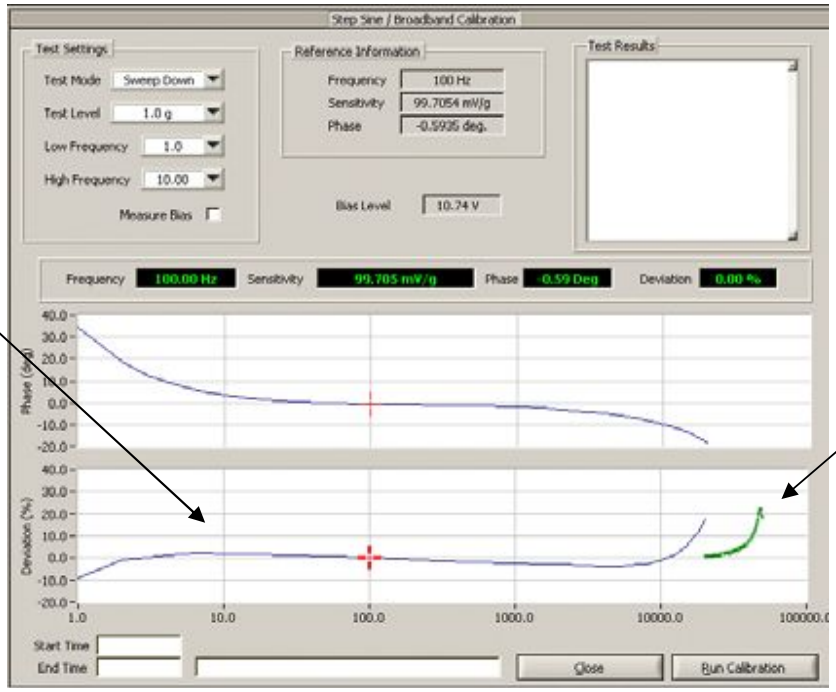
Особенности:

- Длина хода подвижной части 255 мм, что обеспечивает хорошее соотношение сигнал/шум;
- Вибростенд -779 позволяет калибровать на частотах от 0.1 Гц до 500Гц при помощи лазерного датчика;
- Вибростенд -771 позволяет калибровать на частотах от 0.5 Гц до 500Гц при помощи эталонного кварцевого низкочастотного акселерометра;
- Прецизионный ICP акселерометр имеет превосходную линейную характеристику на низкой частоте;
- Управление одним программным обеспечением для высоких и низких частот с автоматизацией;

Модель 9155-771 / 779

	9155D-771	9155D-779
Частотный диапазон:	**0.5 Гц – 500 Гц**	**0.1 Гц – 500 Гц**
Тип вибростенда:	На воздушных подшипниках	
Длина хода подвижной части (пик):	255 мм	
Максимальное усилие	39 Н	
Максимальная масса калибруемого датчика	2 кг	
Требования к воздуху		
Давление	4 - 5,5 бар	
Масса вибростенда	28 кг	
Габариты (длина х ширина х высота)	742 х 280 х 241 мм	
Усилитель мощности	Встроенный серво-усилитель	
Эталонный датчик		
Тип	Эталонный акселерометр	Оптический энкодер / Акселером.
Частотный диапазон	0,5 - 500 Гц	0,1 - 10 Гц / 10 - 500 Гц
Чувствительность	500 мВ/g (51 мВ/м/с^2)	-
Нижняя частота, Гц	0,035	DC
Расширенная неопределенность системы:		
0,1 - 0,25 Гц	-	5,0 %
0,25 - 0,5 Гц	-	3,0 %
0,5 - 1 Гц	1,5 %	1,1 %
1 - 10 Гц	1,25 %	0,8 %
10 - 100 Гц	1,0 %	1,0 %

Данный автоматически сшиваются низкочастотные с высокочастотными результатами калибровки



Результаты поиска резонансов в высокочастотной области до 50 кГц с помощью вибростенда 394 на воздушных подшипниках