

Датчики и ударные молотки для модальных испытаний

- **Модальный анализ**
- **Прочностные испытания**
- **Исследование импульсной характеристики и отклика**
- **Определение резонанса**
- **Анализ состояния строительных конструкций**



ICP® - акселерометры серии 333 ICP® и их аксессуары спроектированы с учетом требований многоточечных модальных и вибропрочностных испытаний. Разработка оборудования велась в сотрудничестве со всемирно известной Лабораторией исследований динамической прочности Университета Цинцинатти.

Все акселерометры имеют пьезокерамические чувствительные элементы, обеспечивающие высокий уровень выходного сигнала при малых вибрационных воздействиях на входе. Применение для корпусов датчиков ультралегких материалов исключает влияние их массы на объект исследования. Датчики обладают минимальным рассеянием фазы, что является важным фактором для анализа форм колебаний. В семейство входят акселерометры с корпусами различных типов, разнообразными способами крепления и коммутации выходных кабелей. Все эти опции дают возможность применения датчиков практически в любых ситуациях, возникающих при испытаниях. При помощи связующего датчики кубической формы удобно устанавливать на любые поверхности. Акселерометры с цилиндрическими корпусами монтируются на установочные площадки со связующим и при помощи специальных переходников могут быть легко конфигурированы в двух- и трехосевых схемах. Наличие спецификации "TEDS" позволяет использовать технологию «интеллектуальных датчиков», обеспечивающую высокую степень автоматизации процесса измерения.







Молотки для модального анализа Modally Tuned® компании PCB являются удобным решением для передачи импульсных нагрузок на объект испытания и обеспечивают получение измеренных электрических сигналов составляющих амплитуды и частоты приложенной силы. С целью определения резонанса, модальных характеристик, передаточной функции и анализа технического состояния объекта результирующее перемещение как сигнал отклика измеряется акселерометрами.





Датчики серии 333 и ударные молотки серии 086 внесены в Государственный реестр средств измерения РФ.

PCB PIEZOTRONICS^{INC.}
MTS SYSTEMS CORPORATION



Акселерометры ICP для модальных испытаний

Модель акселерометра	333B	333B31	333B30	333B32
TEDS – встроенная память с информацией о датчике, значением чувствительности и координат				
Чувствительность ($\pm 15\%$)	100 мВ/г	100 мВ/г	100 мВ/г	100 мВ/г
Динамический диапазон	± 50 г	± 50 г	± 50 г	± 50 г
Частотный диапазон ($\pm 5\%$)	2 - 1000 Гц	2 - 1000 Гц	0,5 - 3000 Гц	0,5 - 3000 Гц
Резонансная частота	≥ 5 кГц	≥ 40 кГц	≥ 40 кГц	≥ 40 кГц
Фазовый отклик ($\pm 5\%$)	2 - 1000 Гц	2 - 3000 Гц	2 - 3000 Гц	2 - 3000 Гц
Разрешение	0,0007 м/с ² (СКЗ)	0,0015 м/с ² (СКЗ)	0,0015 м/с ² (СКЗ)	0,0015 м/с ² (СКЗ)
Нелинейность	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$
Поперечная чувствительность	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$
Внешние параметры				
Предел нагрузки (ударной)	± 3500 г (пик)	± 5000 г (пик)	± 5000 г (пик)	± 5000 г (пик)
Температурный диапазон	-18 до +66 °С	-18 до +66 °С	-18 до +66 °С	-18 до +66 °С
Чувс. к деформации крепления	-	0,1 (м/с ²)/ $\mu\epsilon$	0,1 (м/с ²)/ $\mu\epsilon$	0,1 (м/с ²)/ $\mu\epsilon$
Электрические параметры				
Спектральный шум (10 Гц)	42,1 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	110 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	110 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	110 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$
Спектральный шум (100 Гц)	12,8 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	33 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	33 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	33 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$
Спектральный шум (1000 Гц)	5,9 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	14 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	14 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	14 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$
Аппаратные				
Чувствительный элемент	Керамика	Керамика	Керамика	Керамика
Нагрузка чувств. элемента	Сдвиговая	Сдвиговая	Сдвиговая	Сдвиговая
Изоляция	Герметичный	Герметичный	Герметичный	Герметичный
Материал корпуса	Полимер	Титан	Титан	Титан
Размер	12,2 мм	14,5 x 11,2 мм	10,2 x 16,0 x 10,2 мм	10,2 x 16,0 x 10,2 мм
Масса	5,6 грамм	4,0 грамма	4,0 грамма	4,0 грамма
Разъем	3-штырьковый	10-32 Соaxial Jack	10-32 Соaxial Jack	10-32 Соaxial Jack
Расположение разъема	-	Верхний	Боковой	Боковой
Крепление	-	На клей	На шпильку 5-40	На клей
Государственный реестр СИ	№76059-19	№76059-19	№76059-19	№76059-19
Дополнительные опции (заказываются отдельно): T – TEDS				

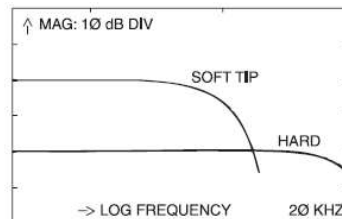
Модель акселерометра	333B40	333B42	333B50	333B52
TEDS – встроенная память с информацией о датчике, значением чувствительности и координат				
Чувствительность ($\pm 15\%$)	500 мВ/г	500 мВ/г	1000 мВ/г	1000 мВ/г
Динамический диапазон	± 10 г	± 10 г	± 5 г	± 5 г
Частотный диапазон ($\pm 5\%$)	0,5 - 3000 Гц	0,5 - 3000 Гц	0,5 - 3000 Гц	0,5 - 3000 Гц
Резонансная частота	≥ 20 кГц	≥ 20 кГц	≥ 40 кГц	≥ 40 кГц
Фазовый отклик ($\pm 5\%$)	2 - 3000 Гц	2 - 3000 Гц	2 - 3000 Гц	2 - 3000 Гц
Разрешение	0,0005 м/с ² (СКЗ)	0,0005 м/с ² (СКЗ)	0,0005 м/с ² (СКЗ)	0,0005 м/с ² (СКЗ)
Нелинейность	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$
Поперечная чувствительность	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$
Внешние параметры				
Предел нагрузки (ударной)	± 5000 г (пик)	± 5000 г (пик)	± 4000 г (пик)	± 4000 г (пик)
Температурный диапазон	-18 до +66 °С	-18 до +66 °С	-18 до +66 °С	-18 до +66 °С
Чувс. к деформации крепления	0,1 (м/с ²)/ μE	0,1 (м/с ²)/ μE	0,1 (м/с ²)/ μE	0,1 (м/с ²)/ μE
Электрические параметры				
Спектральный шум (100 Гц)	11 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	11 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	11 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	11 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$
Спектральный шум (1000 Гц)	3,9 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	3,9 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	3,9 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$	3,9 ($\mu\text{м/сек}^2$)/ $\sqrt{\text{Гц}}$
Аппаратные				
Чувствительный элемент	Керамика	Керамика	Керамика	Керамика
Нагрузка чувств. элемента	Сдвиговая	Сдвиговая	Сдвиговая	Сдвиговая
Изоляция	Герметичный	Герметичный	Герметичный	Герметичный
Материал корпуса	Титан	Титан	Титан	Титан
Размер	17,3 x 11,4 мм	17,3 x 11,4 мм	17,3 x 11,4 мм	17,3 x 11,4 мм
Масса	7,5 грамма	7,5 грамма	7,5 грамма	7,5 грамма
Разъем	10-32 Соaxial Jack	10-32 Соaxial Jack	10-32 Соaxial Jack	10-32 Соaxial Jack
Расположение разъема	Боковой	Боковой	Боковой	Боковой
Крепление	На шпильку 5-40	На клей	На шпильку 5-40	На клей
Государственный реестр СИ	№76059-19	№76059-19	№76059-19	№76059-19
Дополнительные опции (заказываются отдельно): T – TEDS				



Ударные молотки для модальных испытаний (ГРСИ №71574-18)

Модель 086E80 — миниатюрный молоток и служит для испытания очень легких объектов, таких, как лопадки компрессоров, металлических листовых элементов и печатных плат на средних и высоких частотах.

- Чувствительность: 22,5 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 20 кГц;
- Динамический диапазон: 222 Н;
- Масса молотка: 4,8 грамма;
- Диаметр головки молотка: 6,3 мм;

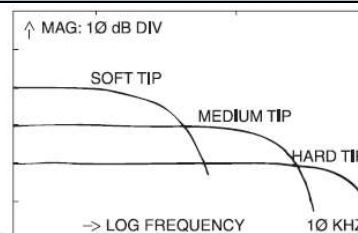


Аксессуары:

Транспортировочный кейс, кабель 3 метра, воск, дополнительная масса, ударные насадки из различных материалов;

Модель 086C01 — Легкая алюминиевая головка, испытания конструкций небольшой и средней массы типа слабодемпфированных панелей и рам на средних и высоких частотах.

- Чувствительность: 11,2 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 9500 Гц;
- Динамический диапазон: 444 Н;
- Масса молотка: 100 грамм;
- Диаметр головки молотка: 1,57 см;

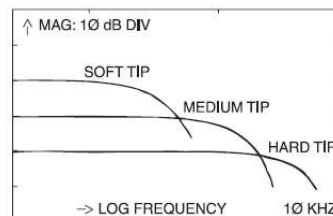


Аксессуары:

Транспортировочный кейс, шпилька, дополнительная масса (алюминий), ударные насадки из различных материалов;

Модель 086C02 — Молоток общего назначения с высокой чувствительностью.

- Чувствительность: 11,2 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 8000 Гц;
- Динамический диапазон: 444 Н;
- Масса молотка: 160 грамм;
- Диаметр головки молотка: 1,57 см;

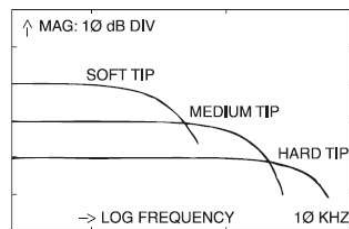


Аксессуары:

Транспортировочный кейс, шпилька, дополнительная масса (сталь), ударные насадки из различных материалов;

Модель 086C03 — Молоток общего назначения для испытания конструкций средних размеров, например рам автомобилей, двигателей и деталей машин на низких и средних частотах.

- Чувствительность: 2,25 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 8000 Гц;
- Динамический диапазон: 2224 Н;
- Масса молотка: 160 грамм;
- Диаметр головки молотка: 1,57 см;

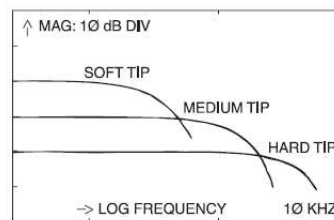


Аксессуары:

Транспортировочный кейс, шпилька, дополнительная масса (сталь), ударные насадки из различных материалов;

Модель 086C04 — Молоток общего назначения с малой чувствительностью.

- Чувствительность: 1,1 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 8000 Гц;
- Динамический диапазон: 4448 Н;
- Масса молотка: 160 грамм;
- Диаметр головки молотка: 1,57 см;

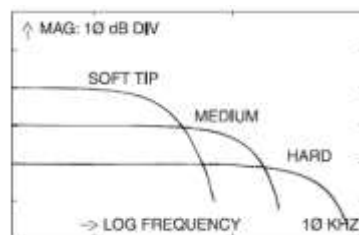


Аксессуары:

Транспортировочный кейс, шпилька, дополнительная масса (сталь), ударные насадки из различных материалов;

Модель 086D05 — Испытания конструкций крупных и средних размеров, например станков, легких грузовиков на низких и средних частотах.

- Чувствительность: 0,23 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 5000 Гц;
- Динамический диапазон: 22240 Н;
- Масса молотка: 320 грамм;
- Диаметр головки молотка: 2,5 см;

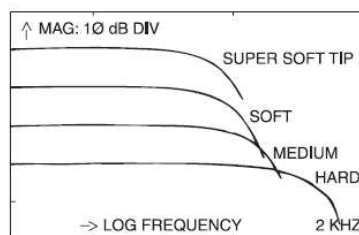


Аксессуары:

Транспортировочный кейс, шпилька, дополнительная масса (сталь), ударные насадки из различных материалов;

Модель 086D20 — Небольшой молот для испытания средних и крупногабаритных объектов, таких, как основания и резервуары на низких и средних частотах.

- Чувствительность: 0,23 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 1000 Гц;
- Динамический диапазон: 22240 Н;
- Масса молотка: 1,1 кг;
- Диаметр головки молотка: 5,1 см;

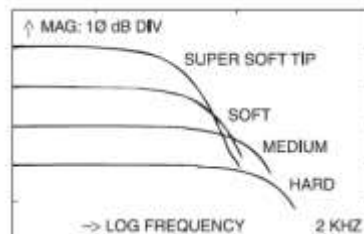


Аксессуары:

Транспортировочный кейс, ударные насадки из различных материалов (супер мягкий, мягкий, средний, жесткий пластик);

Модель 086D50 — Большой молот для испытания очень крупных конструкций – зданий, локомотивов, судов и фундаментов на низких и очень низких частотах.

- Чувствительность: 0,23 мВ/Н;
- Частотный диапазон: 750 Гц;
- Динамический диапазон: 22240 Н;
- Масса молотка: 5,5 кг;
- Диаметр головки молотка: 7,6 см;








Аксессуары:

Транспортировочный кейс, ударные насадки из различных материалов (мягкий и жесткий пластик);



Датчики силы для модальных испытаний

Модель датчика силы	208C01	208C02	208C03	208C04	208C05
					
Чувствительность	112,4 мВ/Н	11,24 мВ/Н	2,2 мВ/Н	1,1 мВ/Н	0,22 мВ/Н
Диапазон (Сжатие)	44,48 Н	444,8 Н	2224 Н	4448 Н	22,24 кН
Диапазон (Растяжение)	44,48 Н	444,8 Н	2224 Н	2224 Н	2224 Н
Макс. Нагрузка (Сжатие)	270 Н	2669 Н	13,5 кН	26,69 кН	35,59 кН
Макс. Нагрузка (Растяжение)	270 Н	2224 Н	2224 Н	2224 Н	2224 Н
Разрешение	0,00045 Н СКЗ	0,004 Н СКЗ	0,02 Н СКЗ	0,04 Н СКЗ	0,222 Н СКЗ
Частотный диапазон	0,01-36000 Гц	0,001-36000 Гц	0,0003-36000 Гц	0,0003-36000 Гц	0,0003-36000 Гц
Нелинейность	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %
Внешние параметры					
Температурный диапазон	-54 до +121 °С	-54 до +121 °С	-54 до +121 °С	-54 до +121 °С	-54 до +121 °С
Темп. коэф. чувствительности	< 0.09%/ °С	< 0.09%/ °С	< 0.09%/ °С	< 0.09%/ °С	< 0.09%/ °С
Электрические параметры					
Спектральный шум (1 Гц)	5,62e-05 (Н)/√Гц	6,03e-04 (Н)/√Гц	9,42e-04 (Н)/√Гц	3,56e-03 (Н)/√Гц	7,50e-03 (Н)/√Гц
Спектральный шум (10 Гц)	1,89e-05 (Н)/√Гц	1,23e-04 (Н)/√Гц	4,88e-04 (Н)/√Гц	1,28e-03 (Н)/√Гц	5,01e-03 (Н)/√Гц
Спектральный шум (100 Гц)	0,65e-05 (Н)/√Гц	4,27e-05 (Н)/√Гц	1,73e-04 (Н)/√Гц	3,84e-04 (Н)/√Гц	2,05e-03 (Н)/√Гц
Спектральный шум (1000 Гц)	0,23e-05 (Н)/√Гц	9,46e-06 (Н)/√Гц	3,85e-05 (Н)/√Гц	1,23e-04 (Н)/√Гц	5,92e-04 (Н)/√Гц
Полярность	Положительная	Положительная	Положительная	Положительная	Положительная
Аппаратные					
Жесткость	1,05 кН/мм	1,05 кН/мм	1,05 кН/мм	1,05 кН/мм	1,05 кН/мм
Размер, мм	15,8 x 12,7	15,8 x 12,7	15,8 x 12,7	15,8 x 12,7	15,8 x 12,7
Масса	22,7 грамм	22,7 грамм	22,7 грамм	22,7 грамм	22,7 грамм
Разъем	10-32 Coaxial Jack	10-32 Coaxial Jack	10-32 Coaxial Jack	10-32 Coaxial Jack	10-32 Coaxial Jack
Расположение разъема	Боковой	Боковой	Боковой	Боковой	Боковой
Крепление	10-32 "розетка"	10-32 "розетка"	10-32 "розетка"	10-32 "розетка"	10-32 "розетка"

ИМПЕДАНСНАЯ ГОЛОВКА ICP® модель 288D01

Датчик служит для одновременного измерения нагрузки, приложенной в точке возбуждения и ускорения отклика объекта испытания, выполняемого для определения таких параметров, как механической подвижности и механического импеданса. Устройство состоит из высокоточного акселерометра и датчика силы с кварцевым чувствительным элементом, размещенных в общем корпусе и предназначено, в первую очередь, для использования с вибростендами.

- Прочностные испытания
- Модальные испытания

	Акселерометр	Датчик силы
Чувствительность (± 10%)	100 мВ/g	22,4 мВ/Н
Динамический диапазон	± 50 g	± 222,4 Н
Частотный диапазон (± 5%)	1 - 5000 Гц	-
Разрешение	0,02 м/с ² (СКЗ)	0,02 м/с ² (СКЗ)
Резонансная частота	≥ 20 кГц	
Нелинейность	≤ 1 %	
Поперечная чувствительность	≤ 5 %	
Макс. нагрузка на датчик	-	2224 Н
Внешние параметры		
Температурный диапазон	-18 до +95 °С	
Электрические параметры		
Спектральный шум (1 Гц)	1962 (μм/с ²)/√Гц	
Спектральный шум (10 Гц)	490,5 (μм/с ²)/√Гц	
Спектральный шум (100 Гц)	98,1 (μм/с ²)/√Гц	
Спектральный шум (1000 Гц)	29,4 (μм/с ²)/√Гц	
Аппаратные		
Чувствительный элемент	Керамика	Кварц
Материал корпуса	Титан	
Масса	19,2 грамм	
Размер, мм	11/16 x 20,83	
Разъем	10-32 Coaxial Jack	
Крепление	10-32 "розетка"	

