

**Конкурсная работа в номинации:
«За успехи в создании систем и агрегатов для авиастроения»**

Проект: Разработка датчика углового положения МУ-615М

Введение

Разработка датчика углового положения МУ-615М (далее – датчик МУ-615М) была осуществлена АО «НПО «Прибор» в соответствии с техническим заданием от АО «НЦВ Миль и Камов» на опытно-конструкторскую работу.

Датчик МУ-615М ИСУЯ.401263.005 предназначен для установки на вертолеты Ми-8МТВ, Ми-171 и Ми-8АМТ и их модификаций, прошел квалификационные испытания и имеет литеру «О1».

Датчик МУ-615М (1) имеет исполнение ИСУЯ.401263.005-01. Датчик МУ-615М (1) ИСУЯ.401263.005-01 предназначен для установки на самолете SSJ-NEW в составе системы контроля параметров шасси, прошел предварительные испытания и имеет литеру «О». В настоящее время проводятся квалификационные испытания системы контроля параметров шасси. Конструкторской документации датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01 литера «О1» будет присвоена после завершения квалификационные испытания системы контроля параметров шасси.

Краткая аннотация

Датчики МУ-615М ИСУЯ.401263.005 и МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01 предназначены для преобразования величины угла поворота оси датчика относительно плоскости установки в аналоговое напряжение.

Принцип работы датчиков МУ-615М ИСУЯ.401263.005 и МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01 основан на использовании эффекта Холла. При повороте вала датчиков МУ-615М происходит изменение направления вектора магнитной индукции встроенного магнита и как следствие изменение выходной характеристики датчика Холла.

В состав датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005 (датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01) входят:

- датчик МУ-615М ИСУЯ.401263.005 (датчик МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01);
- паспорт;
- руководство по технической эксплуатации.

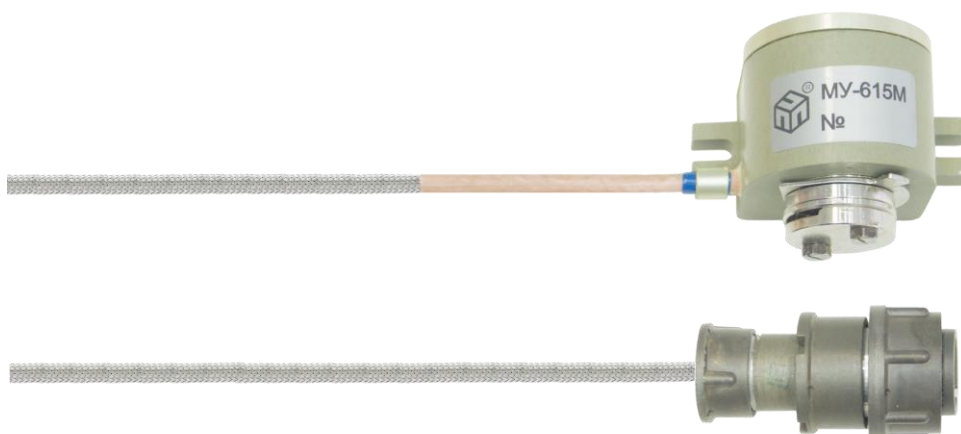
Конструктивно датчики МУ-615М ИСУЯ.401263.005 и МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01 выполнены в виде корпуса с кабелем. В корпусе датчика

располагается печатная плата, на которой смонтирован интегральный датчик Холла и радиоэлементы.

Масса датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005 (датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01) не превышает 170 г.

Внешний вид датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005 приведен на рисунке 1.

Внешний вид датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01 приведен на рисунке 2.



- 1 - прижимные винты;
- 2 - фланец (крепление на валу);
- 3 - указатель угла поворота вала;
- 4 - корпус датчика;
- 5 - кабель;
- 6 - разъем.

Рисунок 1 – Внешний вид датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005



- 1 - корпус датчика;
- 2 - указатель угла поворота вала;
- 3 - фланец (крепление на валу);
- 4 - прижимные винты;
- 5 – кабель.

Рисунок 2 - Внешний вид датчика МУ-615М (1) ИСУЯ.401263.005-01

Установочные и габаритные размеры датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005 приведены на рисунке 3.

Установочные и габаритные размеры датчика МУ-615М (1) ИСУЯ.401263.005-01 приведены на рисунке 4.

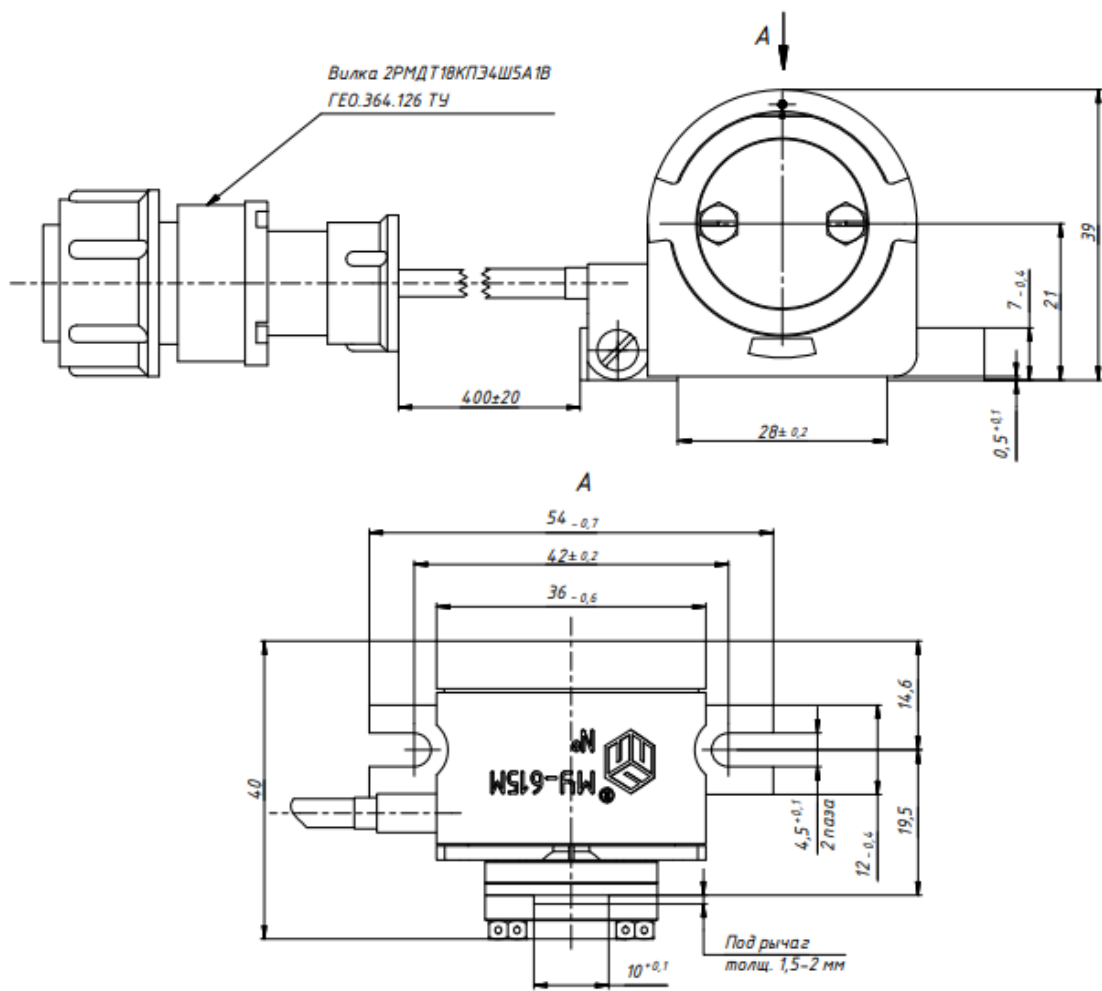


Рисунок 3 - Установочные и габаритные размеры датчика МУ-615М
ИСУЯ.401263.005

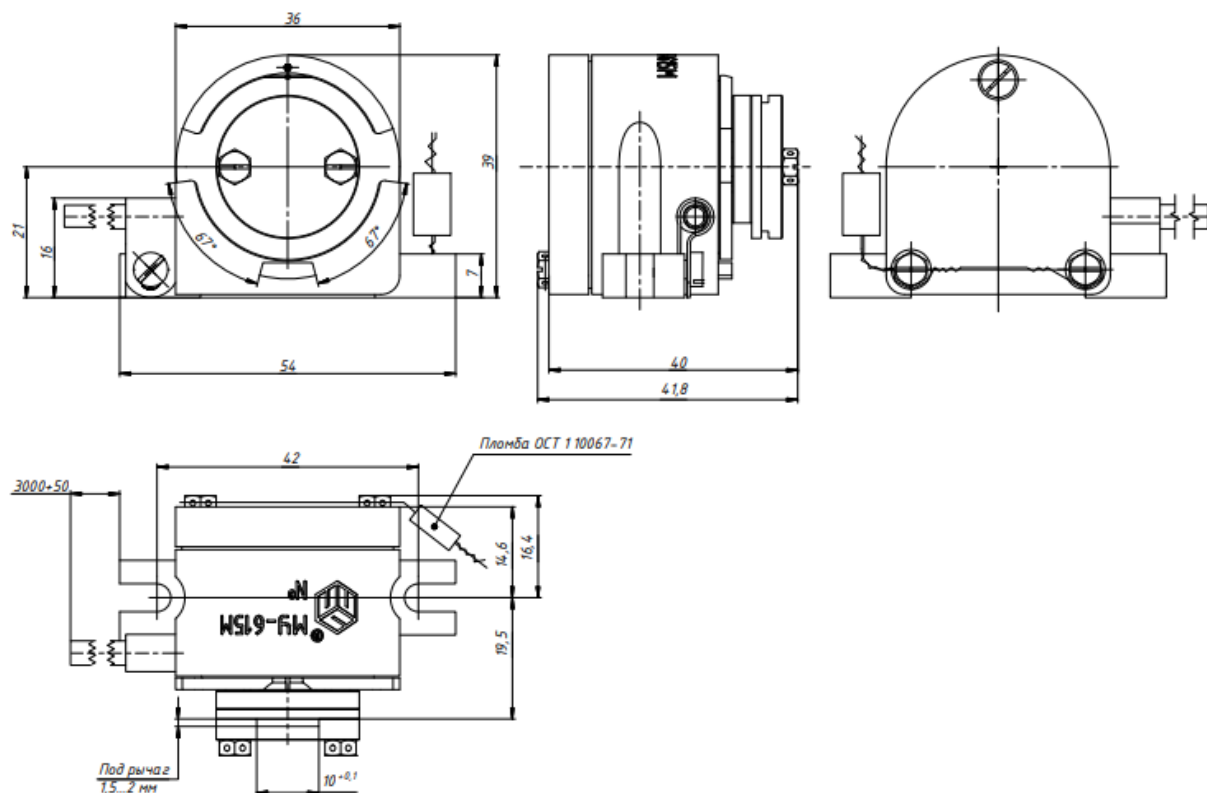


Рисунок 4 - Установочные и габаритные размеры датчика МУ-615М (1)
ИСУЯ.401263.005-01

Технические характеристики

Датчик МУ-615М ИСУЯ.401263.005 обеспечивает преобразование углов в диапазоне от минус 30° до плюс 30° с погрешностью $\pm 1^\circ$ (номинальный диапазон измерения 60°) и выходной сигнал от 0 В до напряжения питания пропорционального углу поворота.

Датчик МУ-615М (1) ИСУЯ.401263.005-01 обеспечивает преобразование углов в диапазоне от минус 60° до плюс 60° с погрешностью $\pm 1^\circ$ (номинальный диапазон измерения 120°) и выходной сигнал от 0 до значения напряжения, равного значению напряжения питания, пропорциональный углу поворота.

Погрешность преобразования датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005 (датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01) не превышает $\pm 1\%$ от номинального диапазона преобразования в нормальных условиях и $\pm 3\%$ для остальных условий эксплуатации.

Отклонение от линейности датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005 (датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005-01) не превышает $\pm 1\%$ от номинального диапазона преобразования.

Электрическое питание датчика МУ-615М ИСУЯ.401263.005 (датчика МУ-615М (1) ИСУЯ.401263.005-01) осуществляется от источника постоянного тока напряжением от 4,75 до 6,62 В.

Внешние воздействующие факторы

По внешним воздействиям датчик МУ-615М ИСУЯ.401263.005 соответствует требованиям ГОСТ РВ 20.39.304-2012 и КТ-160D, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ п.п	Внешние воздействующие факторы (ВВФ)	Характеристика ВВФ	Значение характеристики ВВФ
1	Пониженная температура	Рабочая, °С	минус 60
		Предельная, °С	минус 65
2	Повышенная температура	Рабочая, °С	плюс 70
		Рабочая при кратковременном воздействии, °С	плюс 70
		Предельная, °С	плюс 85
3	Высота	Максимальная рабочая высота, м	7600
		Давление, кПа (мм рт.ст.)	37,6 (282)
4	Изменение температуры	Диапазон изменения, °С	от минус 60 до плюс 70
		Скорость изменения, °С/мин	5
5	Влажность	Относительная влажность, %	≥ 95
		Температура, °С	65
6	Ударные эксплуатационные нагрузки и безопасность разрушения	Ударные эксплуатационные нагрузки:	
		Ударное ускорение, g	6
	Длительность импульса, мс	11	
	Количество ударов по каждой оси ± X, ± Y, ± Z	3	
	Безопасность разрушения:		
	Импульсное воздействие		
	Ударное ускорение, g	20	
	Длительность импульса, мс	11	
	Количество ударов по каждой оси ± X, ± Y, ± Z	1	

№ п.п	Внешние воздействующие факторы (ВВФ)	Характеристика ВВФ	Значение характеристики ВВФ
7	Вибрация	Датчики МУ-615 должны быть прочными и устойчивыми к совместному воздействию широкополосной случайной вибрации (ШСВ) и синусоидальных вибраций в соответствии с характеристиками, приведенными в таблицах 3 и 4	См. таблицы 3 и 4
8	Водонепроницаемость	Удельный расход воды, л/м ² в час	280
		Время испытания, мин	15
		Высота, м	не менее 1
9	Загрязняющие жидкости	Синтетическое масло на основе сложного эфира: - MOBIL JET OIL 254; - Turbonucoil 98.	
10	Пыль и песок	Концентрация, г/м ³	от 3,5 до 8,8
		Скорость струи, м/с	от 0,5 до 2,5
11	Грибоустойчивость	Относительная влажность, %	97 ± 2
		Температура, °С	30
		Продолжительность, дней	28
12	Соляной туман	Раствор хлористого натрия, %	5 ± 1
		Значение рН	от 6,5 до 7,2
		Температура, °С	40 ± 2
		Относительная влажность, %	95 ± 3
		Время, сут.	7
13	Обледенение	Относительная влажность, %	≥ 95
		Температура, °С	от плюс 30 до минус 65
		Количество циклов	3
14	Линейное ускорение	Линейное ускорение по осям ± X, ± Y, ± Z, м/с ² (g)	до 98,1 (10)
15	Акустический шум	Диапазон частот, Гц	от 100 до 10000
		Уровень звукового давления, дБ	150
16	Магнитное воздействие	Расстояние, на котором создается отклонение магнитной стрелки на 1°, м	от 0,3 до 1
17	Повышенная влажность воздуха	Относительная влажность, %	98
		Температура, °С	плюс 35
		Количество циклов	10

По внешним воздействиям датчик МУ-615М (1) ИСУЯ.401263.005-01 соответствует требованиям КТ-160G/14G, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2

Раздел, пункт квалификационных требований по ВВФ	Характеристика ВВФ	Категория по квалификационным требованиям по ВВФ	Значение характеристики ВВФ
4.5.1 КТ-160G/14G	Предельная пониженная температура	D2	минус 55 °С
4.5.2 КТ-160G/14G	Пониженная рабочая температура	D2	минус55 °С
4.5.3 КТ-160G/14G	Повышенная предельная температура	D2	плюс 85 °С
4.5.3 КТ-160G/14G	Кратковременное воздействие повышенной рабочей температуры	D2	плюс 70 °С
4.5.4 КТ-160G/14G	Повышенная рабочая температура	D2	плюс 70 °С
4.6.1 КТ-160G/14G	Пониженное давление	D2	11,6 кПа (87 мм рт. ст.)
5.0 КТ-160G/14G	Изменение температуры	A	от минус 55 °С до плюс 70 °С
6.0 КТ-160G/14G	Влажность	C	Относительная влажность (95 ± 4) % при температуре плюс (55 ± 2) °С. Относительная влажность не менее 85 % при температуре Плюс (38 ± 2) °С
7.2 КТ-160G/14G	Ударные эксплуатационные нагрузки	B	6 g
7.3.1 КТ-160G/14G	Безопасность разрушения	X	20 g
8.0 КТ-160G/14G	Вибрация	S(W)	Амплитуда ускорения: 0,5 g. Диапазон частот: от 10 до 2000 Гц
9.0 КТ-160G/14G	Взрывобезопасность	H	Температура поверхности не более плюс 204 °С
10.0 КТ-160G/14G	Водонепроницаемость	S	Непрерывный поток воды температурой плюс 50 °С со всех сторон в течение 5 мин

Раздел, пункт квалификационных требований по ВВФ	Характеристика ВВФ	Категория по квалификационным требованиям по ВВФ	Значение характеристики ВВФ
11.0 КТ-160G/14G	Загрязняющие жидкости	F	Метод - разбрызгиванием. Типы загрязняющей жидкостей: 1) Гидравлические жидкости - Skydrol LD-4 (плюс 70 °С), АМГ-10 (плюс 80 °С); 2) Противообледенительная жидкость – Этиленгликоль (плюс 50 °С)
12.0 КТ-160G/14G	Песок и пыль	S	Пыль: - концентрация: 3,5-8,8 г/м ³ ; - скорость воздуха в пределах между 0,5 и 2,4 м/с. Песок: - концентрация: 0,18 г/м ³ - 0,0/+0,2 г/м ³ ; Скорость воздушного потока: от 18 до 29 м/с
13.0 КТ-160G/14G	Грибоустойчивость	F	Aspergillus niger van Tieghet; Aspergillus terreus Thom; Aureobasidium pullulans (de Bary) Arhau; Paecilomyces varioti Bainier; Penicilium funiculosum Thom; Penicilium ochro-chloron Biourge; Scopulariopsis brevicaulis Bainier; Trichoderma viride Pers ex Fr.
14.0 КТ-160G/14G	Соляной туман	S	Интенсивность образования тумана: 1-3 мл / 80 см ² /ч. Колво циклов воздействия: 2.
15.0 КТ-160G/14G	Магнитное воздействие	A	Dc: 0,3<D≤1 м
19.0 КТ-160G/14G	Восприимчивость к помехам индукции	АСХ	20 А _{эфф} на частоте 400 Гц; Величина окружающего магнитного поля: I x L = 18 Ахм на частотах от 380 до 420 Гц; Величина окружающего электрического поля: V x L = 360 Вхм на частотах от 380 до 420 Гц

Раздел, пункт квалификационных требований по ВВФ	Характеристика ВВФ	Категория по квалификационным требованиям по ВВФ	Значение характеристики ВВФ
24.0 КТ-160G/14G	Обледенение	А, В	<p>Категория А: Изменение температуры от минус 55 °С (стабилизированной при нормальном давлении и влажности) до плюс 5 °С (при воздействии температуры плюс 30 °С и влажности не менее 95 %), затем снижение температуры до минус 55 °С (при нормальном давлении и влажности). Всего 3 цикла воздействия.</p> <p>Определение соответствия характеристик оборудования при температуре поверхности оборудования минус (10 ± 5) °С.</p> <p>Категория В:</p> <p>Изменение температуры оборудования при повышении температуры от минус 20 °С (при давлении 11, 6 кПа и влажности не менее 95 % и при изменении температуры в камере менее плюс 30 °С) до температуры в диапазоне от 0 °С до 5 °С с дальнейшим изменением давления и влажности до нормальной комнатной. Всего 25 циклов воздействия.</p>
25.0 КТ-160G/14G	Электростатический разряд	А	Подача серии 10 положительных и 10 отрицательных импульсов напряжения 15000 В
26.0 КТ-160G/14G	Пожар, воспламеняемость	С	Вертикальное испытание в течении 12 с на бунзеновской горелке

Таблица 3 Уровни для испытаний на виброустойчивость датчика МУ-615М
ИСУЯ.401263.005

Широкополосная случайная вибрация (ШСВ)			Синусоидальная вибрация на фоне ШСВ	
Диапазон частот, Гц	Спектральная плотность виброускорения $S, g^2/Гц$	Суммарное СКЗ, g	Частота F_i , Гц	Амплитуда виброускорения A_i , g
10 - 300 300 - 2000	0,015 0,015...0,0015 спад (см. рисунок 5)	3,37	16 32 75 340 820	0,8 1,6 4.2 6,0 16,7
Примечание - Длительность испытаний - 30 мин по каждой оси.				

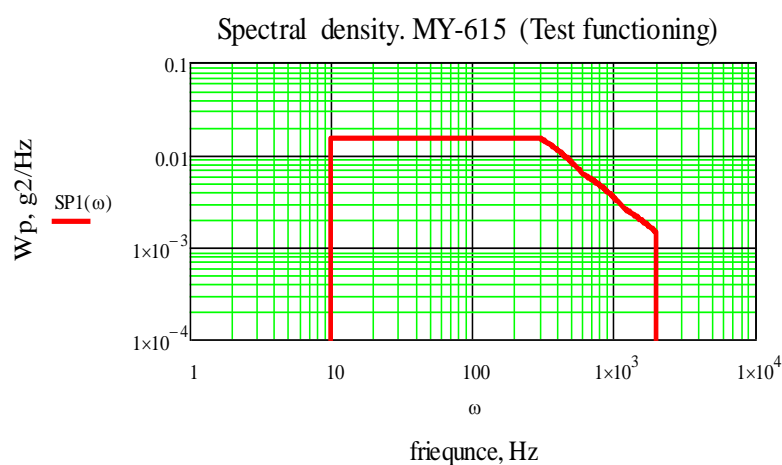


Рисунок 5 Форма спектральной плотности виброускорения для ШСВ при испытаниях на виброустойчивость (для справки)

Таблица 4 Уровни для испытаний на вибропрочность датчика МУ-615М
ИСУЯ.401263.005

Широкополосная случайная вибрация (ШСВ)			Синусоидальная вибрация на фоне ШСВ	
Диапазон частот, Гц	Спектральная плотность виброускорения $S, g^2/Гц$	Суммарное СКЗ, g	Частота F_i , Гц	Амплитуда виброускорения A_i , g
10-300 300-2000	0,015 0,015...0,0015 спад (см. рисунок 6)	3,37	16 32 75 340 820	0,8 1,6 4.2 6,0 16,7
Примечание - Длительность испытаний - 2 ч по каждой оси.				

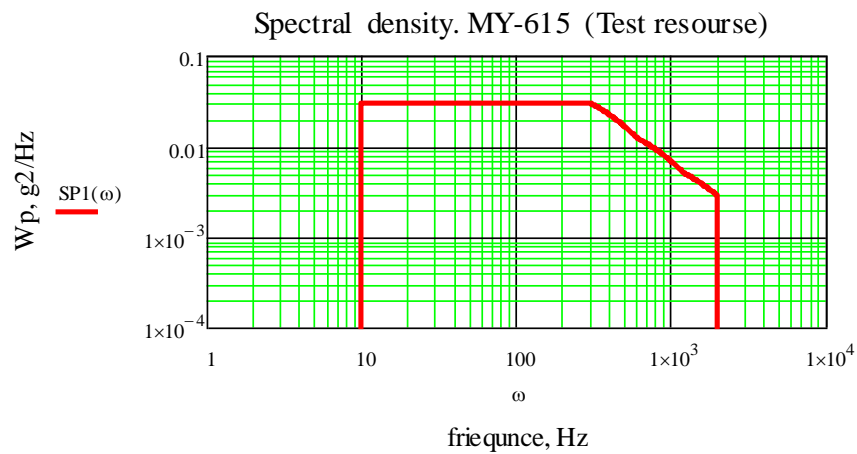


Рисунок 6 Форма спектральной плотности виброускорения для ШСВ при испытаниях на вибропрочность (для справки)

Практическое применение

АО «НПО «Прибор», имея значительные компетенции в области разработки и производства авиационной техники, уделяет особое внимание потребительским свойствам продукции и безопасности эксплуатации конечными пользователями воздушных судов.