

Национальный исследовательский
Томский Политехнический Университет

«Техническое обеспечение качества и надежности технологических систем»

ЛЕКЦИИ доц. к.т.н. Гаврилин А.Н.

- ЛЕКЦИЯ №3

The background of the slide features a large, semi-transparent image of interlocking gears. The gears are rendered in a light greenish-blue color. Overlaid on the gears is a white wireframe grid that follows the circular and radial patterns of the gear teeth, creating a technical or engineering aesthetic. The overall background is a gradient of blue, transitioning from a darker shade at the top to a lighter shade at the bottom.

- В одном из методов для изучения частотных характеристик акустического канала наносят удар, обычно стальным шариком, после чего регистрируют спектр вынужденных колебаний. Длительность удара шарика по плоской поверхности стальной детали определяется как

$$\tau = 0,888 \cdot 10^{-4} d v_0^{-\frac{1}{5}},$$

- где v_0 – скорость столкновения шарика с деталью, м/с;
- d – диаметр шарика, мм.
- Скорость соударения шарика с деталью

$$v_0 = \sqrt{2gh},$$

- где g – ускорение свободного падения, мм/с²;
- h – высота, с которой бросается шарик, мм.
- Например, при падении шарика диаметром 5 мм с высоты 100 мм длительность соударения составит $1,6 \cdot 10^{-5}$ с, а ширина полосы спектра – 100 кГц. Таким импульсом можно исследовать частотные характеристики каналов частотной полосе 10–20кГц.

Другой метод исследования акустических свойств каналов реализуется посредством установки в различных местах на корпусе механизма вибропреобразователей. Микровибраторы возбуждают в кинематических парах колебания широкого диапазона частот и амплитуд.

Вибропреобразователи регистрируют выходные сигналы. После чего строятся амплитудно-частотные характеристики акустического канала, демонстрирующие частоты, усиленные резонансными свойствами канала, ослабленные или пройденные без искажения.

При определении нижней частоты спектра f_n требуется первоначально найти скорость распространения волн C . Волны могут быть: продольными, поперечными, поверхностными и другими. В связи с тем, что реальный механизм не является сплошным телом пути распространения волн от одной точки механизма к другой увеличиваются. Стыки и пустоты приводят к снижению скорости распространения волны (увеличению акустического сопротивления канала)

$$C = \alpha C_1,$$

где C_1 – скорость поперечных волн;

$\alpha < 1$ – коэффициент, учитывающий затухание волн вследствие нарушения сплошности среды

$$\alpha = \left(\frac{m}{g \rho V} \right)^3,$$

- где m – масса механизма;
- ρ – плотность материала механизма.
- За нижнюю частоту спектра f_n принимают наименьшую скорость распространения, соответствующую волнам с поперечной поляризацией

Требования к установке вибропреобразователя

- Качество сигнала на выходе вибропреобразователя зависит от места его установки, способа крепления, ориентации относительно вибрируемой поверхности. В связи с чем установлены следующие требования.
- Вибропреобразователи необходимо устанавливать как можно ближе к объекту диагностирования. Это обуславливает изготовление рядом фирм агрегатов с вмонтированными в них вибропреобразователями;
- Оптимальный способ крепления вибропреобразователей – крепление металлическим элементом, например, шпилькой. Крепление клеями, магнитными приставками искажают высокочастотную часть спектра.
- Вибропреобразователь желательно ориентировать в направлении действия максимальной возмущающей силы [13].
-

ПРИБОРЫ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИЙ И ВИБРОДИАГНОСТИКИ



Измеряемые функции – форма сигнала, спектр, разгонные характеристики, огибающая, траектория.
Максимальное разрешение прибора по частоте – 0,125 Гц.
Динамический диапазон не хуже 63дБ.
Частотный диапазон – 4 Гц – 20кГц.

Измеряемые величины: виброперемещение, виброскорость, виброускорение, электрическое напряжение и ток.

Диапазоны измерения СКЗ:

- виброускорение – 0,05–1000 м/с²;
- виброскорость – 0,1–100 мм/с;
- виброперемещение – 1–1000 мкм.



Полоса частот измерения составляет:

- виброускорения – 2–10000 Гц;
- виброскорости и виброперемещения – 2–1000 Гц.
- Динамический диапазон измерения параметров:
- виброускорения – 0,1–1 000 м/с²;
- виброскорость – 0,25–100 мм/с;
- виброперемещения – 1–1000 мкм.

Предел основной относительной погрешности измерения виброускорения в диапазоне частот 2,8–7000 Гц, виброскорости и виброперемещения в диапазоне частот 2,8–700 Гц составляет $\pm 10\%$.

«Виброрегистратор-Ф»



Портативный многоканальный, переносной измерительный комплекс (рис. 40, б) предназначен для проведения исследовательских, наладочных и диагностических работ на механизмах.

Оптимальный вариант технического оснащения специалистов для выездных работ на объектах при необходимости работы с количеством разнообразных каналов до 32.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2014661189

Виброрегистратор-Ф

Правообладатели: *федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (RU), общество с ограниченной ответственностью «ВиТэк Сибирь» (RU)*

Авторы: *Гаврилин Алексей Николаевич (RU), Виноградов Андрей Алексеевич (RU), Серебряков Константин Вадимович (RU)*

Заявка № 2014618793

Дата поступления 02 сентября 2014 г.

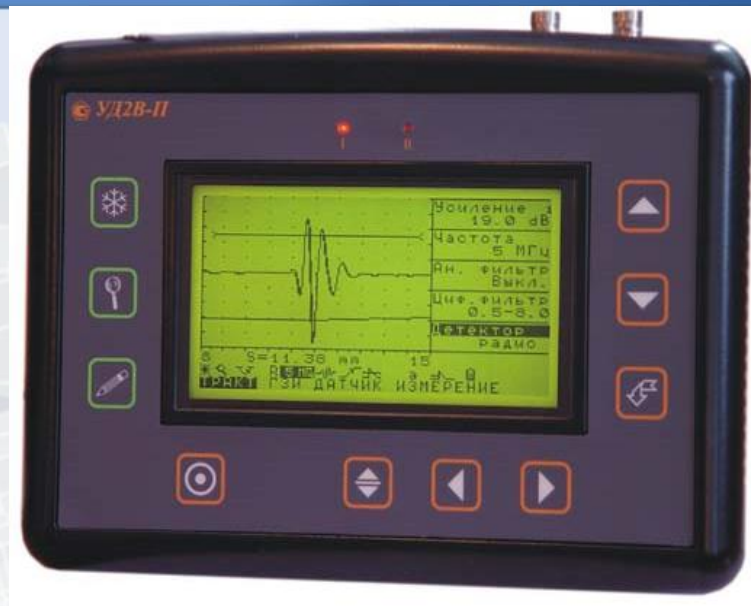
Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ 24 октября 2014 г.



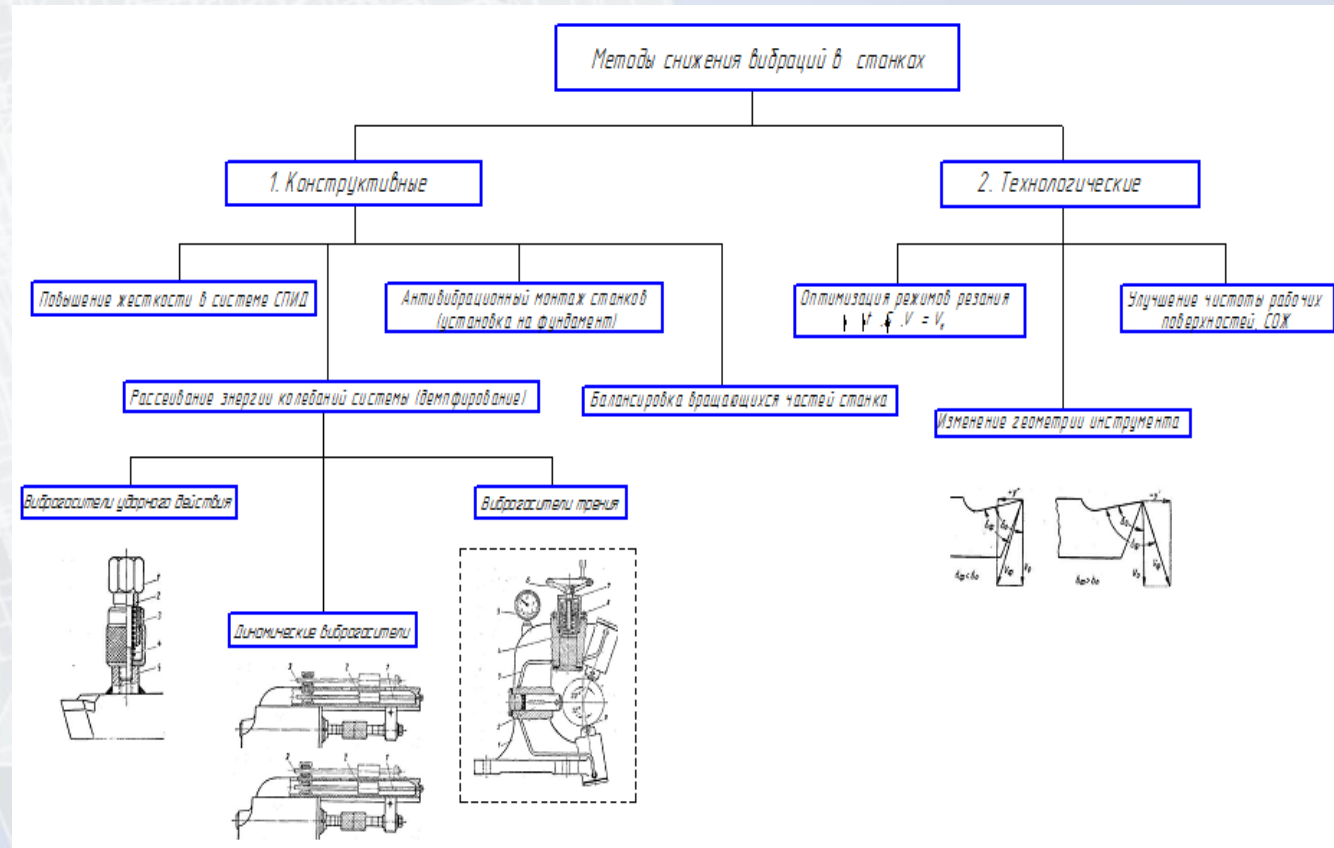
Врио руководителя Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



Прибор (рис. 42) предназначен для обнаружения дефектов в полуфабрикатах, готовых изделиях и сварных соединениях, для измерения глубины и координат их залегания, измерения толщины, измерения скорости распространения и затухания ультразвуковых колебаний в материале [44].

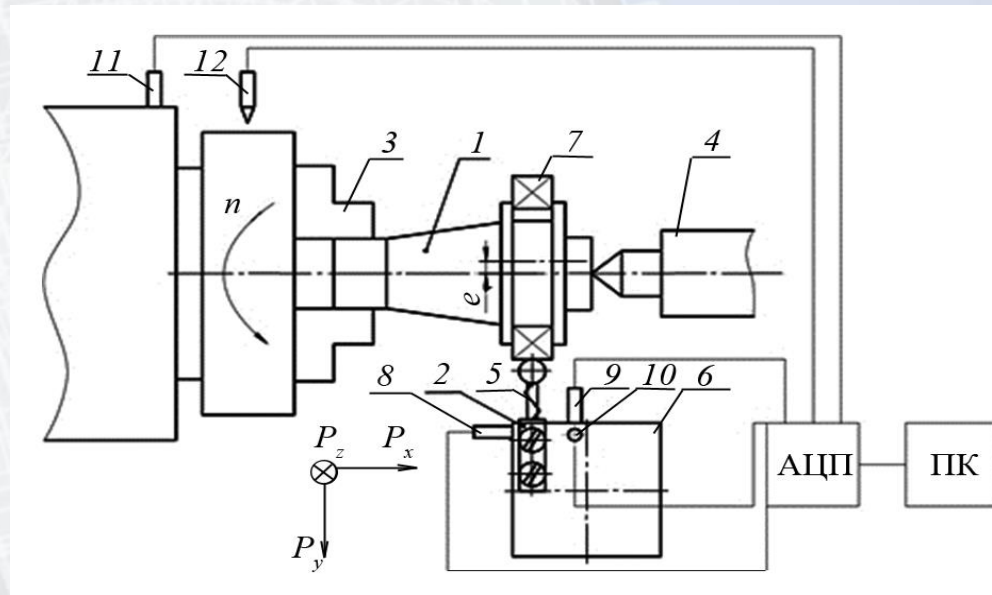
Методы снижения вибраций в технологической системе (ТС)



МЕТОДЫ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЗОНАНСНЫХ ЧАСТОТ ТС



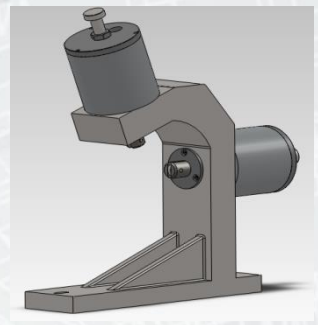
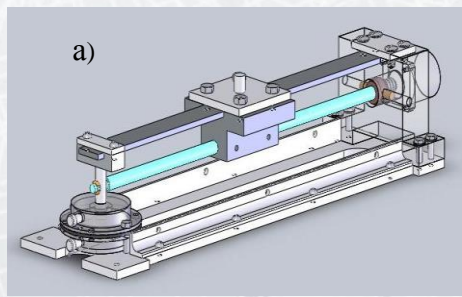
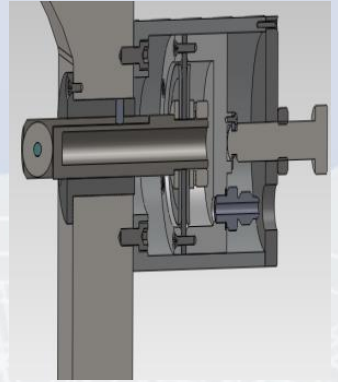
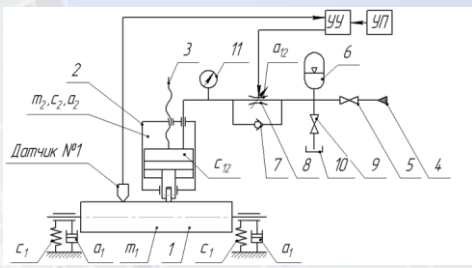
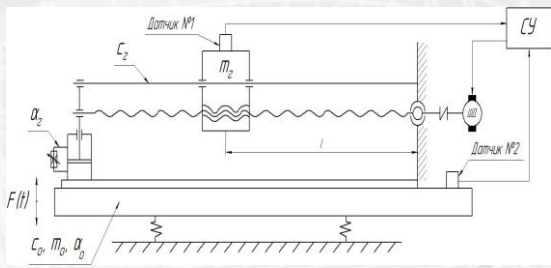
Выявление воздействия и б) «встроенного» генератора резонансных частот ТС а) импульсного



Принципиальная схема устройства оперативной диагностики технологической системы:

- 1 – эксцентриковый вал; 2 – державка с упругим элементом; 3 – трехкулачковый патрон;
 4 – задний центр; 5 – упругий элемент; 6 – резцедержатель; 7 – подшипник;
 8–11 – акселерометры; 12 – датчик оборотов;
 АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; ПК – персональный компьютер;
 P_x , P_y , P_z – направления действия составляющих силы резания
 (применительно к токарно-винторезному станку мод. 16К20)

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ В ТС



б)



Конструкционная реализация виброгасителей а) динамического типа и б) трения.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 98792

**ДИНАМИЧЕСКИЙ САМОНАСТРАИВАЮЩИЙСЯ
ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ**

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
"Национальный исследовательский Томский политехнический
университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2010127063

Приоритет полезной модели 01 июля 2010 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных
моделей Российской Федерации 27 октября 2010 г.

Срок действия патента истекает 01 июля 2020 г.



*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам*

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2475660

ВИБРОГАСИТЕЛЬ ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ

Патентообладатель(и): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет" (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2011132249

Приоритет изобретения 29 июля 2011 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 февраля 2013 г.

Срок действия патента истекает 29 июля 2031 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 145093

ГАСИТЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ УДАРНОГО ТИПА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2014114327

Приоритет полезной модели **10 апреля 2014 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **05 августа 2014 г.**

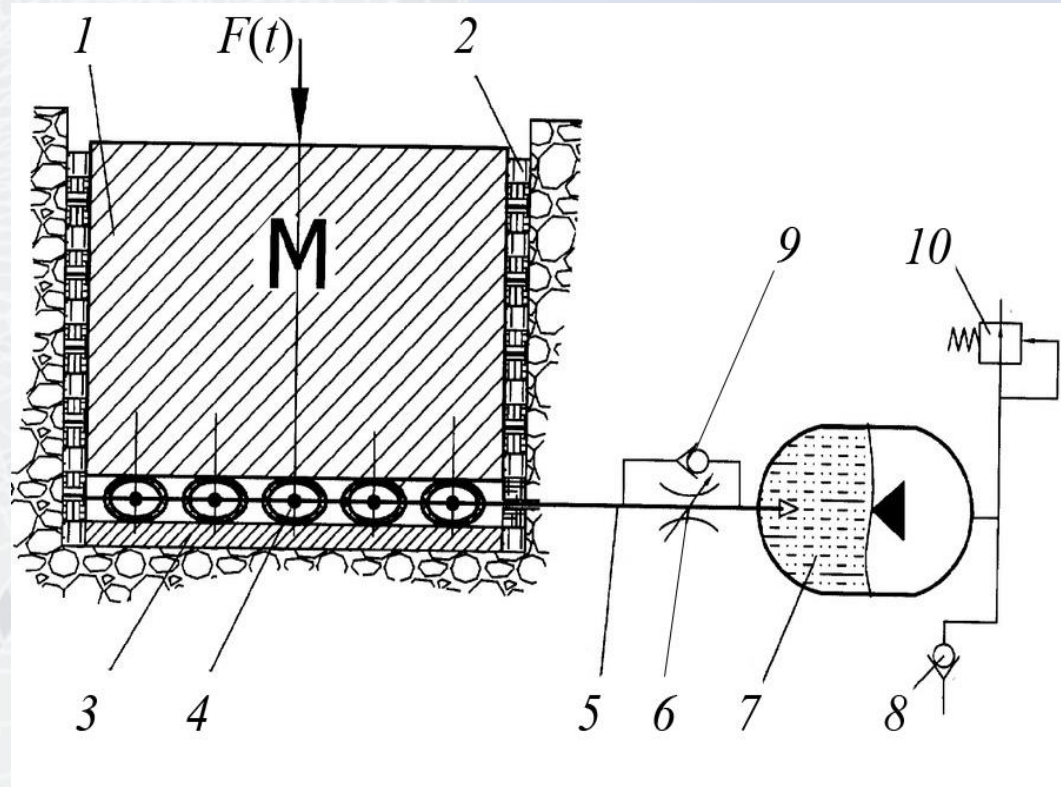
Срок действия патента истекает **10 апреля 2024 г.**

Врио руководителя Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Л.Л. Кирий



ВИБРОГАСЯЩИЕ ОПОРЫ И ФУНДАМЕНТЫ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИИ В ТС



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВИБРАЦИЙ В ТС

Реализация технологического метода снижения вибрации методом подбора

а) геометрии инструмента

а)

б)

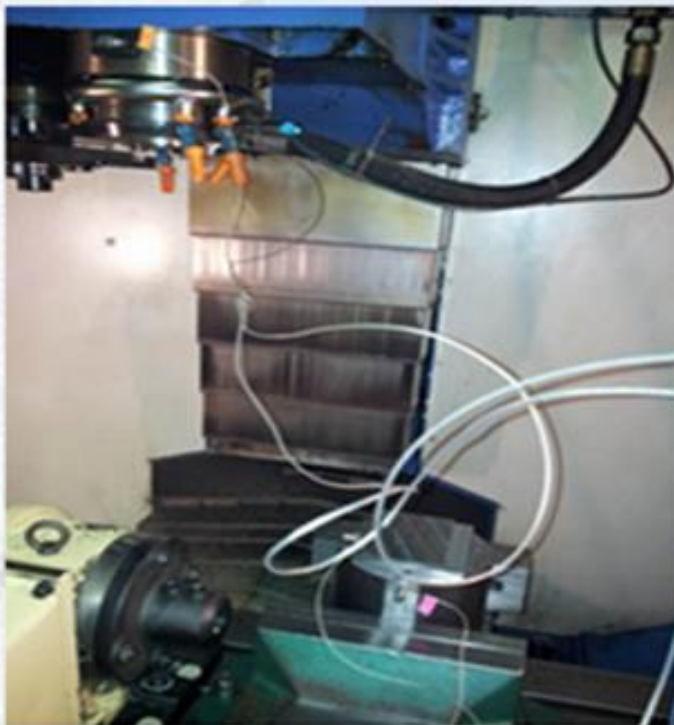
Параметры фрез

Параметры	Единицы измерения	Фреза «№3 омега 60»	Фреза «омега 60 новая»
Предприятие	----	МИОН	МИОН
Материал фрезы	----	H10F	H10F
Модель и номер станка	----	MCV-400	MCV-400
Диаметр фрезы	мм	10,0	10,0
Число зубьев фрезы	шт	4	4
Угол спирали зуба фрезы	град	60,0	30,0
Главный угол в план	град	90,0	90,0
Нормальный передний угол на цилиндре	град	10,0	6,0
Нормальный передний угол на фаске при вершине	град	8,0	5,0
Величина фаски при вершине фрезы	мм	0,3	0,5

- б) режимов резания согласно план-матрице эксперимента.

Матрица	Параметры	Значения	Матрица	Параметры										
Параметры режимов обработки														
Формат «МД» длина 60»														
Пор.	A_p мм	A_e мм	S_{ph} мм/об	$V_{ср}$ мм/мин	n об/мин	$V_{ср}$ мм/мин	$L_{ср}$ мм	СОР мм/мин	m_s	$K_{ср}$ Н/мм ²	Компарт ТОНС	Q_1 мм ³ /об	S_{ph} Гг	$S_{ср}$
1	5,0	3,0	0,0298	120,00	3119,7	606,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,597	238,6	1,97
2	5,0	3,0	0,0278	100,00	3113,1	606,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,716	232,2	2,26
3	5,0	3,0	0,0241	140,00	6256,3	606,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,512	297,1	1,69
4	5,0	3,0	0,0168	120,00	3119,7	256,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,251	238,6	0,63
5	5,0	3,0	0,0201	100,00	3113,1	256,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,302	232,2	0,99
6	5,0	3,0	0,0144	140,00	6256,3	256,00	23,0	600	0,500	1600,0		0,215	—	—
7	5,0	3,0	0,0292	140,00	6256,3	1056,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,669	297,1	2,93
Формат «Спиг»														
Пор.	A_p мм	A_e мм	S_{ph} мм/об	$V_{ср}$ мм/мин	n об/мин	$V_{ср}$ мм/мин	$L_{ср}$ мм	СОР мм/мин	m_s	$K_{ср}$ Н/мм ²	Компарт ТОНС	Q_1 мм ³ /об	S_{ph} Гг	$S_{ср}$
1	5,0	3,0	0,0298	120,00	3119,7	606,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,597	238,6	1,27
2	5,0	3,0	0,0278	100,00	3113,1	606,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,716	232,2	1,73
3	5,0	3,0	0,0241	140,00	6256,3	606,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,512	297,1	1,95
4	5,0	3,0	0,0168	120,00	3119,7	256,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,251	238,6	0,96
5	5,0	3,0	0,0201	100,00	3113,1	256,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,302	232,2	1,15
6	5,0	3,0	0,0144	140,00	6256,3	256,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	0,215	297,1	0,62
7	5,0	3,0	0,0291	120,00	3119,7	1056,00	23,0	600	0,500	1600,0	Компарт а У	1,027	238,6	2,94

Схема виброизмерений в ТС



Технологическая система (ТС -) (станок, приспособление, инструмент, деталь). для реализации эксперимента по оптимизации режимов для снижения уровня вибрации уф аппаратно- программный комплекс К 5101 СПМО «Виброрегистратор-Ф».



Спасибо за внимание