

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЛАНШАЙБЫ КАРУСЕЛЬНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 1541**

**Баранов М.А., Прокopenко В.А.**

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** шпиндель, гидростатический подшипник, статическая характеристика, несущая способность.

**Аннотация.** В статье исследованы статические характеристики гидростатических подшипников универсального токарно-карусельного станка. Выполнен анализ соответствующих характеристик. Показано, как с помощью исследования статических характеристик, а также расчёта параметров податливости опоры уточнить необходимую несущую способность.

**MODERNIZATION OF THE FACEPLATE OF THE ROTARY MACHINE OF MODEL 1541**

**Baranov M.A., Prokopenko V.A.**

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg*

**Keywords:** spindle, hydrostatic bearing, static characteristic, bearing capacity.

**Abstract.** The article research the static characteristics of hydrostatic bearings of the universal turning and carousel machine. The analysis of the corresponding characteristics is carried out. It is shown how to specify the necessary bearing capacity using the study of static characteristics, as well as the calculation of the parameters of the bearing capacity.

Цель работы. Замена двух подшипников качения на схему с одним гидростатическим подшипником и круговых направляющих планшайбы аналогично исходной схеме.

На рисунке 1 представлена схема модернизированного шпинделя планшайбы универсального токарно-карусельного станка 1541.

При анализе возможных вариантов схем базирования 1 обоснована замена двух опорного на подшипниках качения одним передним гидростатическим подшипником (ГСП). Схема управления ГСП выбрана «насос-карман» как обладающая наибольшей нагрузочной способностью.

Исследование статических характеристик, а также расчёт параметров податливости опоры для сравнения результатов схем управления (СУ) произведён для нескольких значений давления питания (рис. 2) и принятого радиального зазора  $h = 90 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 90 \text{ мкм}$ .

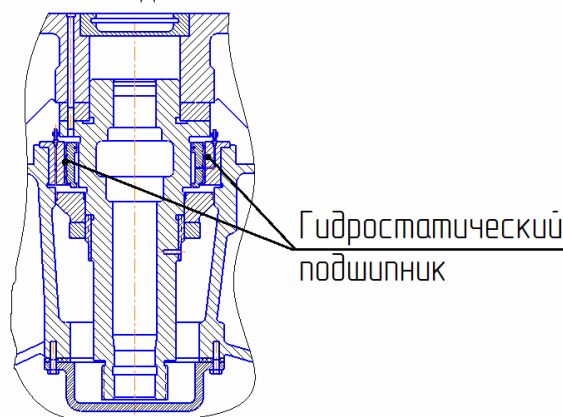


Рис. 1. Конструкция шпиндельного узла после модернизации

Установлена требуемая величина перепада давления  $\Delta p = 3 \text{ МПа}$  и с учетом полученных зависимостей (рис. 2), определена рабочая точка по давлению  $p_0 = 3 \cdot 10^6 \text{ Па} = 3 \text{ МПа}$ .

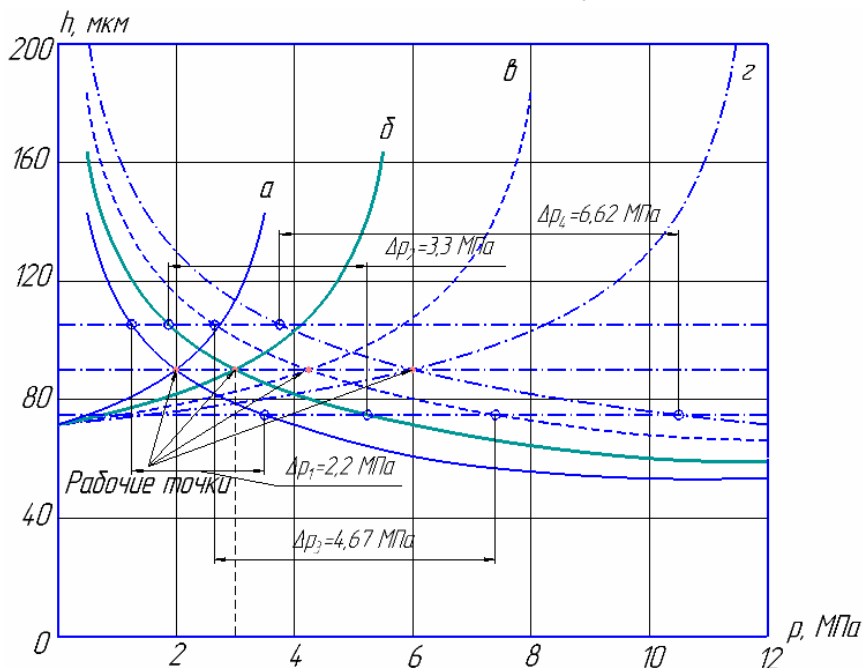


Рис. 2. Статическая характеристика ГСП системы управления «насос-карман»:

а)  $p = 2 \text{ МПа}$ , б)  $p = 3 \text{ МПа}$ , в)  $p = 4,25 \text{ МПа}$ , г)  $p = 6 \text{ МПа}$

Для варианта б) с давлением 3 МПа в рабочей точке расход в опоре: равный производительности потребного насоса  $Q_H = \text{const} = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$

Сравнение результатов статического расчета СУ «насос-карман» и дроссельной показывает, что при одинаковой нагрузочной способности величины статической ошибки в передней опоре ГСП ШУ практически одинаковы. Однако для обеспечения требуемой несущей способности при СУ «насос-карман» необходимое давление в опоре меньше в 1,8 раза в сравнении с дроссельной СУ ( $p_0 = 3 \text{ МПа} < p_0 = 5,5 \text{ МПа}$ ), что является преимуществом СУ «насос-карман».

Вывод. По результатам исследований замена подшипников качения на гидростатические в станке 1541 является целесообразной.

### Список литературы

1. Сафронович А.А., Булатов М.В., Шургин А.М. Карусельные станки: Конструкция и эксплуатация – М.: Машгиз, 1960. – 176 с.
2. Свешников В.К., Усов А.А. Станочные гидроприводы: Справочник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Машиностроение, 1988. – 512 с.

### Сведения об авторах:

Прокопенко Вячеслав Алексеевич – к.т.н., доцент, СПбПУ;

Баранов Матвей Антонович – студент, СПбПУ.

УДК 621.914.1

<https://doi.org/10.26160/2618-7493-2019-2-21-23>

## КОЛЕБАНИЯ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ

*Адмакин М.А., Баранов М.А., Быченко Д.А.*

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург*

**Ключевые слова:** фреза, сила резания, колебания, равномерность фрезерования.

**Аннотация.** В статье исследовано влияние силы резания на вибрации при фрезеровании концевыми фрезами. Выполнен анализ соответствующих характеристик. Показано, как влияет изменение силы резания и параметров концевой фрезы на увеличение или уменьшение колебаний. Построением графиков изменения силы резания при фрезеровании различными вариантами фрез подтверждена обоснованность достигнутых результатов.

## FLUCTUATIONS OF CUTTING FORCE IN MILLING WITH END MILLS

*Admakin M.A., Baranov M.A., Bychenko D.A.*

*Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg*

**Keywords:** mill, cutting force, fluctuations, calculation.

**Abstract.** The article examines the effect of cutting force on the vibrations in the end milling process. The analysis of the appropriate characteristics has shown how the change of cutting force and end mill's parameters affects the increase or decrease of vibrations. The plots of cutting force's fluctuations during milling with different types of mills confirmed the validity of the achieved results.

Цель работы: исследование колебаний силы резания при фрезеровании различными вариантами концевых фрез.

Колебания силы резания являются одной из основных причин появления вибраций при резании металлов, в большей степени при фрезеровании. Негативные проявления вибраций особенно нежелательны в таких областях машиностроения, как двигателестроение и турбиностроение, где к деталям предъявляются повышенные требования по точности размеров (допуски порядка 30 мкм и меньше) и качеству поверхности (параметр Ra порядка 1.25-1.6 мкм) [1]. Обработка резанием деталей турбин осложняется их изготовлением из труднообрабатываемых жаропрочных сталей и сплавов с большим содержанием никеля, хрома, кобальта и других легирующих элементов.

При фрезеровании прямозубой фрезой каждый зуб будет последовательно входить в обрабатываемый материал, снимая стружку толщиной  $a_i$  (рис.1). Площадь среза, приходящаяся на один зуб, с некоторыми упрощениями составит [2]:

$$f_i = B \cdot S_z \cdot \sin \psi_i, \quad (1)$$

где  $B$  – ширина фрезерования, мм;  $S_z$  – подача на зуб фрезы, мм/зуб;  $\psi_i$  – угол контакта фрезы с заготовкой в данный момент времени.

Угол контакта меняется от 0 до максимального значения и может быть выражен через угол поворота самой фрезы  $\varphi_i$ . Тогда сила резания, действующая на  $k$ -й зуб фрезы, находящийся в зоне обработки, составит:

$$P_{i,k} = p \cdot B \cdot S_z \cdot \sin(\varphi_i - k\psi_0); \quad k = 0, 1 \dots z - 1, \quad (2)$$

где  $p$  – удельная сила резания, Н/мм<sup>2</sup>;  $\varphi_i$  – угол поворота фрезы,  $\varphi_i = 0 \dots 360^\circ$ ;  $z$  – число зубьев фрезы;  $\psi_0$  – угловой шаг зубьев, град.  $\psi_0 = 360^\circ/z$ .