

Шамутдинов Айдар Харисович, Заверуха Сергей Николаевич

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ
ШЕСТИКОординатНОГО МАНИПУЛЯТОРА НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СТЕНДЕ**

В данной статье экспериментально определена статическая жесткость оригинальной части шестикоординатного манипулятора, установлены её значения на примере макета при нагрузке в диапазоне $P=0\ldots 2000$ Н, что позволяет применить эксплуатационные возможности данного оборудования в машиностроении, в частности, в металлорежущем оборудовании и манипуляционных системах роботов.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2014/3/50.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2014. № 3 (82). С. 183-186. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2014/3/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 621.01

Технические науки

В данной статье экспериментально определена статическая жесткость оригинальной части шестикоординатного манипулятора, установлены её значения на примере макета при нагрузке в диапазоне $P=0\ldots 2000$ Н, что позволяет применить эксплуатационные возможности данного оборудования в машиностроении, в частности, в металлорежущем оборудовании и манипуляционных системах роботов.

Ключевые слова и фразы: макет оригинального манипулятора; коэффициент жесткости; упругие перемещения; динамометр; стойка с индикатором; домкрат.

Шамутдинов Айдар Харисович, к.т.н.

Заверуха Сергей Николаевич

Омский автобронетанковый инженерный институт

1972id@list.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ЖЕСТКОСТИ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ СТЕНДЕ[©]

Целью проведенных экспериментов являлось определение влияния жесткости системы манипулятора на величину и характер упругих перемещений рабочего стола манипулятора в различных его положениях в пределах рабочей зоны.

Жесткость несущей системы рассматриваемого манипулятора [1; 2; 5] зависит от геометрических параметров, положения подвижной платформы в рабочем пространстве [3; 4].

Схема макета оригинального исследуемого манипулятора представлена на Рис. 1, а схема нагружения и измерения упругих перемещений в направлении оси z – на Рис. 2. Нагружение производилось образцовым динамометром ДОСМ-3-0,2 с диапазоном нагрузок 0-2000 Н в плоскости YOZ в направлении оси Z (Рис. 1). Индикатор закреплялся при помощи специальной магнитной стойки, а измерительный наконечник упирался в подвижную платформу таким образом, что ось наконечника индикатора находилась на прямой с осью домкрата.

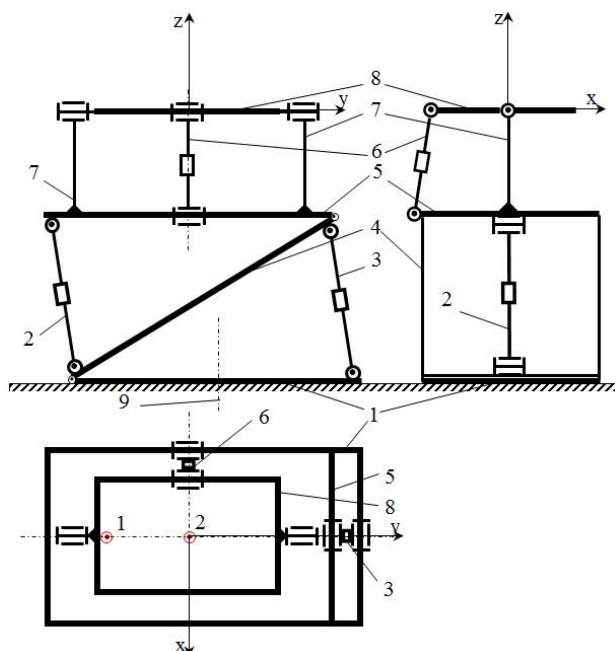


Рис. 1. Схема макета оригинального исследуемого манипулятора

Позиции: 1 – поворотный стол; 2 – левый стержень (двигатель поступательного перемещения);
3 – правый стержень (двигатель поступательного перемещения); 4 – наклонная платформа;
5 – опорно-поворотное устройство; 6 – верхний стержень (двигатель поступательного перемещения);
7 – стойки; 8 – рабочий стол; 9 – ось вращения манипулятора

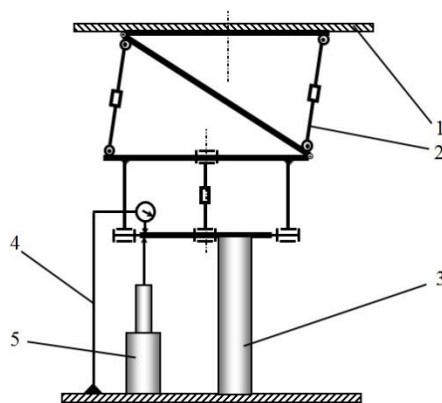


Рис. 2. Схема нагружения

Позиции: 1 – опорная поверхность; 2 – оригинальная часть шестикоординатного манипулятора (ОЧШМ); 3 – стойка-опора; 4 – магнитная стойка с индикатором; 5 – домкрат

Цикл «нагружение – разгрузка» осуществлялся по три раза в каждом направлении при различных положениях подвижной платформы. Положение рабочего стола манипулятора изменялось ступенчато от минимальной высоты $H_{\min}=436$ мм (положение I) до максимальной $H_{\max}=496$ мм (положение II). Измерения производились в каждом из положений (I и II) в двух точках (плоскость XOY) рабочего стола (Рис. 1) – 1 и 2. Это позволило получить полную картину перемещений подвижной платформы под нагрузкой. Измерение упругих перемещений осуществлялось с точностью до 0,01 мм. Значения силы и соответствующие перемещения, полученные при испытаниях, представлены графически (Рис. 4, 5): для точки 1 – графики а), для точки 2 – графики б).

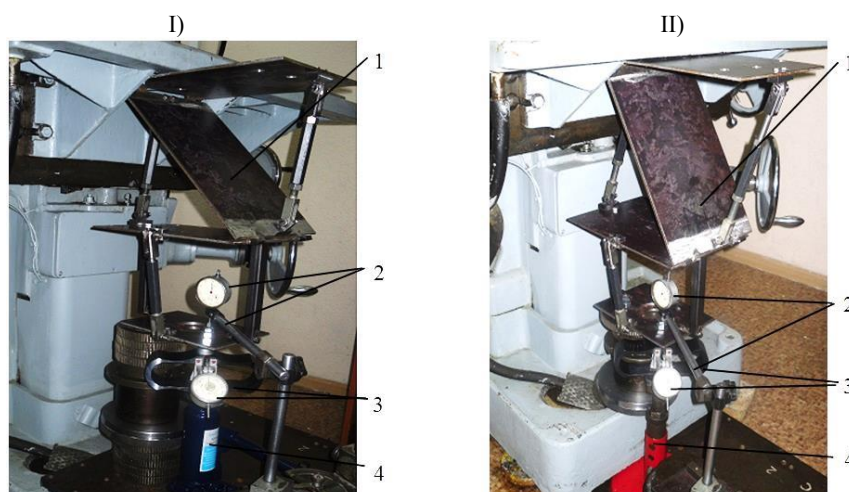


Рис. 3. Общий вид стэнда для снятия статических характеристик

(I – при минимальной длине стержней; II – при максимальной длине стержней)

Позиции: 1 – ОЧШМ; 2 – стойка с индикатором; 3 – динамометр с индикатором; 4 – домкрат
(I – гидравлический, II – винтовой)

В качестве опорной поверхности 1 использовался стол фрезерного станка. Стойка-опора 3 применялась для придания ОЧШМ устойчивого положения при нагружении домкратом 5.

Анализируя графики на Рис. 4-5, определяем максимальные значения упругих перемещений рабочего стола ОЧШМ под воздействием сжимающей (растягивающей) силы $P=0\dots 2000$ Н: 1) при сжатии $\Delta_{\max}=0,47$ мм, $\Delta_{\max}=0,45$ мм; 2) при растяжении $\Delta_{\max}=0,525$ мм, $\Delta_{\max}=0,48$ мм. Зная величину смещения $\Delta_{\max}$ под действием силы $P=2000$ Н, найдем значения коэффициентов жесткости для ОЧШМ:

$$c_{\min} = \frac{2000}{0,525 \cdot 10^{-3}} = 3,81 \cdot 10^6 \frac{H}{M}, \quad c_{\max} = \frac{2000}{0,47 \cdot 10^{-3}} = 4,25 \cdot 10^6 \frac{H}{M} \quad \text{– при сжатии};$$

$$c_{\min} = \frac{2000}{0,48 \cdot 10^{-3}} = 4,16 \cdot 10^6 \frac{H}{M}, \quad c_{\max} = \frac{2000}{0,45 \cdot 10^{-3}} = 4,44 \cdot 10^6 \frac{H}{M} \quad \text{– при растяжении}.$$

Средние значения жесткости будут:

$$c_{\min} = 3,98 \cdot 10^6 \frac{H}{M}; \quad c_{\max} = 4,34 \cdot 10^6 \frac{H}{M}.$$

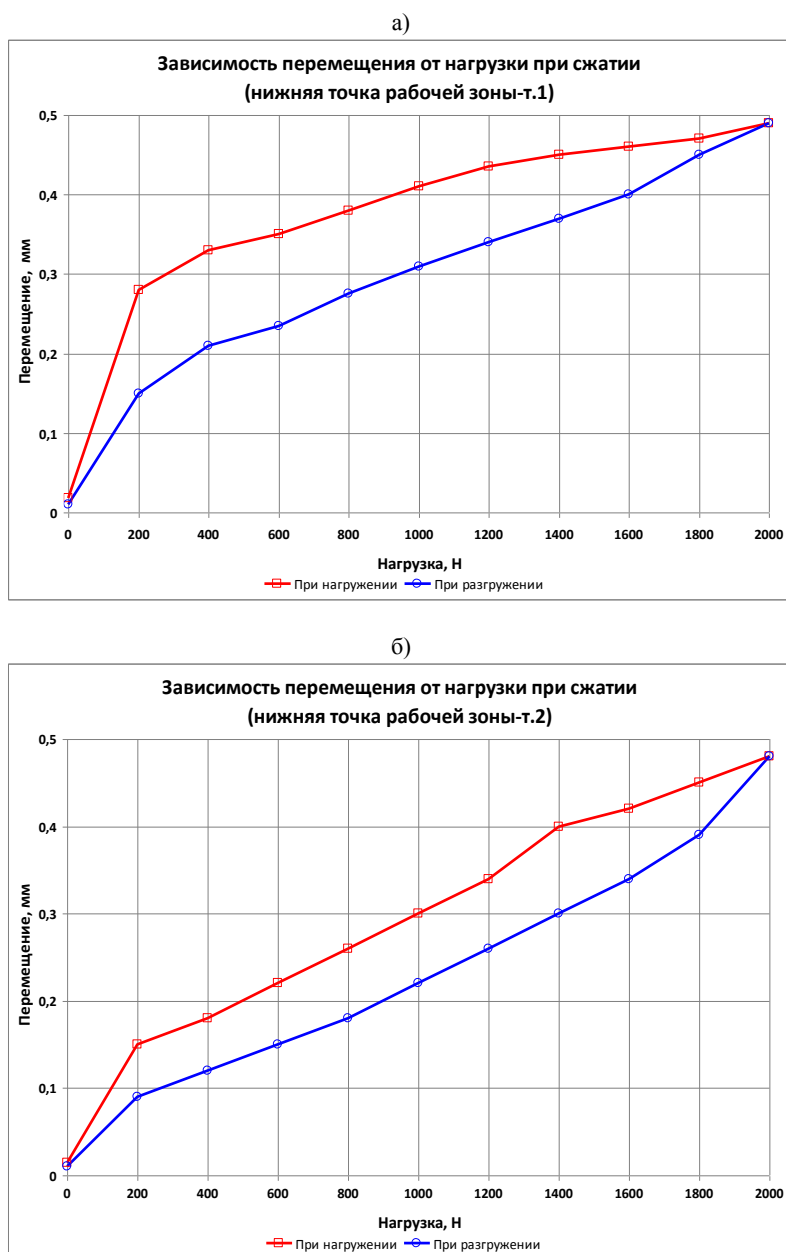


Рис. 4. Зависимости перемещения подвижной платформы от нагрузки при минимальной длине стержней ОЧШМ

Выводы:

1. Экспериментально установлено, что опорно-поворотное устройство ОШМ имеет жесткость, сравнимую с жесткостью рабочего стола.
2. Экспериментально установлено – жесткость ОЧШМ имеет наибольшее значение при минимальной высоте манипулятора, в вертикальной плоскости, что не противоречит положениям теории упругости.
3. Установлены средние значения жесткости макета манипулятора: $c_{\min} = 3,98 \cdot 10^6 \frac{H}{M}$, $c_{\max} = 4,34 \cdot 10^6 \frac{H}{M}$, что позволяет применить эксплуатационные возможности оборудования в конкретных условиях.

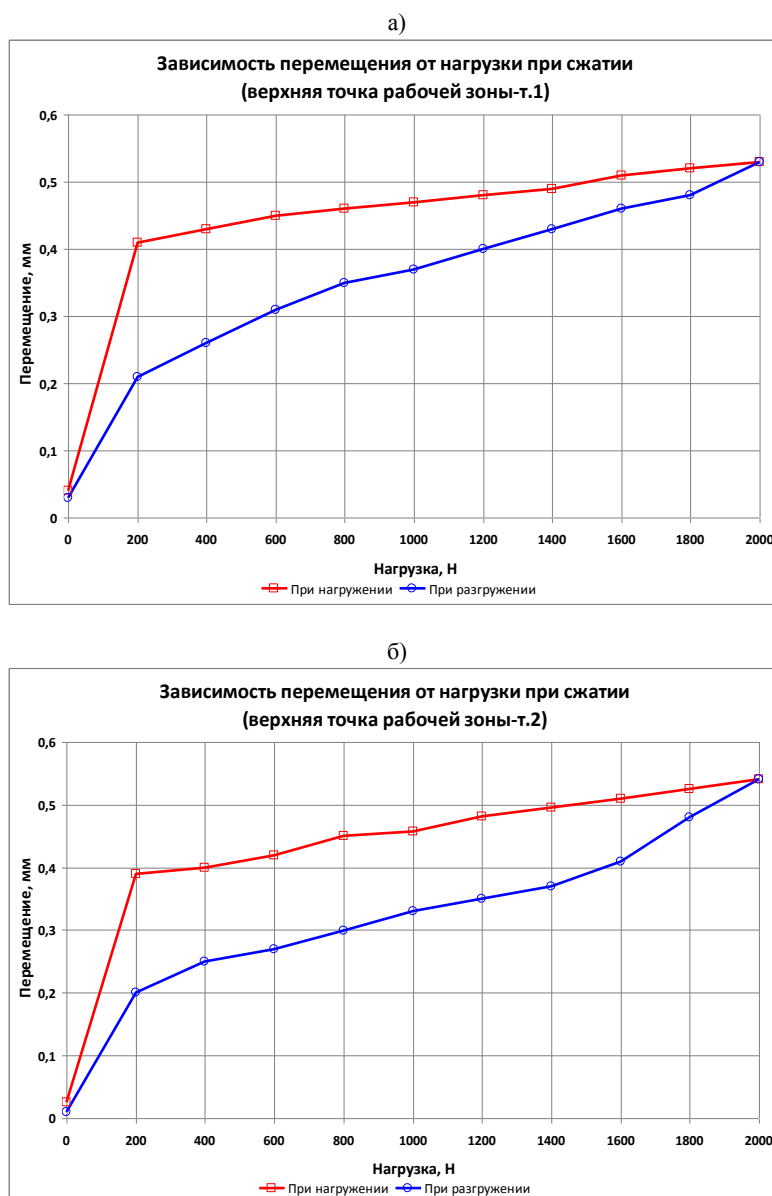


Рис. 5. Зависимости перемещения подвижной платформы от нагрузки при максимальной длине стержней ОЧШМ

Список литературы

1. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Определение рабочей зоны оригинальной части шестикоординатного манипулятора // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 10 (77). С. 21-24.
2. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Решение прямой и обратной задач кинематики оригинальной части шестикоординатного манипулятора // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 10 (77). С. 24-27.
3. Евстигнеев В. Н., Левина З. М. Оценка компоновок многоцелевых станков по критерию жесткости // Станки и инструменты. 1986. № 1. С. 5-7.
4. Левин А. И. Математическое моделирование в исследованиях и проектировании станков. М.: Машиностроение, 1978. 184 с.
5. Патент ПМ № 120599 РФ. МПК B25J1/00. Пространственный механизм / П. Д. Балакин, А. Х. Шамутдинов. № 2011153160/02. Заявлено 26.02.2011. Оpubл. 27.09.2012. Бюлл. 27. 2 с.

DETERMINATION OF STATIC STIFFNESS OF SIX-AXIS MANIPULATOR ORIGINAL PART ON TEST BENCH

Shamutdinov Aidar Kharisovich, Ph. D. in Technical Sciences

Zaverukha Sergei Nikolaevich

Omsk Engineering Institute of Automobiles and Armored Tanks

1972id@list.ru

In this paper we experimentally determine the static stiffness of the six-axis manipulator original part, ascertain its values by the example of the model when the load is in the range $P=0...2000$ H, which enables to apply the operating capacity of the equipment in machine-building, in particular, in metal-cutting equipment and robots manipulation systems.

Key words and phrases: original manipulator model; stiffness coefficient; elastic displacements; dynamometer; stand with indicator; jack.