Шамутдинов А.Х., Пантюхин А.И.

Регулярная структура оригинального манипулятора

*Омский автобронетанковый инженерный институт – филиал ФГКВОУ ВО
«Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В.
Хрулева» Министерства обороны РФ
(Россия, Омск)*

doi: 10.18411/lj-01-2021-62

ids: lj-01-2021-62

Аннотация

Целью данного исследования является синтез регулярной структуры манипулятора на основе поступательного перемещения его рабочей платформы. Составлена расчетная схема рабочей части оригинального манипулятора в виде модели параллелограмма с изменяемой длиной боковой стороны. Найдена функция искомого перемещения рабочей платформы от длины наклонной платформы и перемещения штока привода (гидроцилиндра). В программе MathCAD 14 построены графики этих зависимостей и сделаны выводы.

Ключевые слова: оригинальный манипулятор, рабочая платформа, наклонная платформа, гидроцилиндр, поступательное перемещение, регулярная структура, программа MathCAD 14.

Abstract

The purpose of this study is to synthesize the regular structure of the manipulator based on the translational movement of its working platform. Compiled a design diagram of the working part of the original manipulator in the form of a parallelogram model with a variable side length. The function of the required movement of the working platform from the length of the inclined platform and the movement of the drive rod (hydraulic cylinder) is found. In the MathCAD 14 program, graphs of these dependencies are built and conclusions are drawn. var analyzing the CCcc

Key words: original manipulator, working platform, inclined platform, hydraulic cylinder, translational movement, regular structure, MathCAD 14 program.

Разработка нового типа манипулятора, описанного в [1, с.65], [3, с.2], является продолжением исследований, проведенных в [4, с.78]. Движения манипулятора, а точнее оригинальной части манипулятора (ОЧМ) будем моделировать, как изменение геометрических параметров в параллелограмме, боковая сторона которого изменяет свой размер (рис. 1). Здесь и далее принимаем допущение: из за конструктивных соображений (малости расстояния) и упрощений расчета, в данном манипуляторе верхний конец штока O_2A совпадает с т. A платформы BA , т.е. т. A' и т. A совпадают. Аналогично и со штоком O_1B – т. O_1' и т. O_1 , также совпадают.

Воспользовавшись формулой для определения полной скорости перемещения т. A . из [5, с.10], можно найти поступательное перемещение рабочей платформы BA за время t как $S = V_A^{(z)} \cdot t$. Тогда, зная, что $V_{Ht} = l$ перемещение рабочей платформы будет

$$S(a, l) = \frac{(8a^2 - 3l^2) \cdot l}{2a^2 \sqrt{4a^2 - l^2}}, \quad (1)$$

где a – длина рабочей платформы BA , l – перемещение штока привода (гидроцилиндра) (рис. 1).

Из (1) видно, что перемещение т. A рабочей платформы b зависит от двух переменных: $l = var$ и постоянной величины $-b = a = const$. Используя пакет

программы MathCAD 14, приводим зависимости выражения (1), которые представлены на рис. 2, 3.

Рис. 1 – Расчетная схема ОЧМ

Рис. 2 – Зависимость вертикального перемещения платформы S от длины рабочей платформы: 1 – при $a = 0,1$ м; 2 – при $a = 0,25$ м; 3 – при $a = 0,5$ м

Рис. 3 – Зависимость вертикального перемещения платформы S от перемещения штока: 1 – при $l = 0,2$ м; 2 – при $l = 0,4$ м; 3 – при $l = 0,6$ м

На рис. 2, 3: координаты точек a_1, a_2, a_3 и l_1, l_2, l_3 находятся из выражения $S=0$, откуда

$$a_1(l_1) = l_1 \sqrt{\frac{3}{8}} = 0,2 \cdot \sqrt{\frac{3}{8}} \approx 0,12 \text{ м}, a_2(l_2) = l_2 \sqrt{\frac{3}{8}} = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{3}{8}} \approx 0,24 \text{ м},$$

$$a_3(l_3) = l_3 \sqrt{\frac{3}{8}} = 0,6 \cdot \sqrt{\frac{3}{8}} \approx 0,37 \text{ м}, l(a_1) = a_1 \sqrt{\frac{8}{3}} = 0,1 \cdot \sqrt{\frac{8}{3}} \approx 0,16 \text{ м},$$

$$l(a_2) = a_2 \sqrt{\frac{8}{3}} = 0,25 \cdot \sqrt{\frac{8}{3}} \approx 0,41 \text{ м}, l(a_3) = a_3 \sqrt{\frac{8}{3}} = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{8}{3}} \approx 0,82 \text{ м}.$$

Соединяя данные манипуляторы (ОЧМ) последовательно, как показано на рис. 4, можно синтезировать так называемую – регулярную структуру, т.е. сконструировать схемное решение манипулятора регулярной структуры [2, с.72].

Имея n последовательно соединенных ОЧМ вида [3, с.2], можно создать новый вид манипулятора, перемещение рабочей платформы которого рассчитывается по формуле

$$S = \frac{(8a^2 - 3l^2) \cdot l \cdot n}{2a^2 \sqrt{4a^2 - l^2}}. \quad (2)$$

Рис. 4 – Схема манипулятора регулярной структуры

Выводы:

- 1) При увеличении длины рабочей платформы и постоянном перемещении штока привода (гидроцилиндра) – перемещение рабочей платформы возрастает до тах-го значения, а потом убывает по кубическому закону;
- 2) При увеличении перемещения штока привода (гидроцилиндра) и постоянной длины рабочей платформы – перемещение рабочей платформы возрастает до тах-го значения, а потом убывает.

- 3) При одном и том же перемещении рабочей платформы до тах-го значения, при увеличении перемещения штока (гидроцилиндра), ее величина возрастает.

1. Балакин П.Д. Схемное решение механизма пространственного манипулятора / П.Д. Балакин, А.Х. Шамутдинов // Омский научный вестник. – 2012. – № 2. – С.65-69.
 2. Корендясев, А.И. Теоретические основы робототехники. В 2-х кн. / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес; отв. ред. С.М. Каплунов; Ин-т машиноведения им. А.А. Благонравова РАН. – М.: Наука, 2006. – ISBN 5-02-033952-0. Кн. 1. – 2006. – 383 с. – 5-02-034439-7.
 3. Пат. №120599 РФ, МПК В25J1/00. Пространственный механизм / П.Д. Балакин, А.Х. Шамутдинов. Заявка №2011153160/02, 26.02.2011. Оpubл. 27.09.2012, Бюл. №27.
 4. Шамутдинов А.Х. Вертикальное перемещение рабочей платформы манипулятора / А.Х. Шамутдинов // «Тенденции развития науки и образования». Октябрь 2019 г. №54, Ч. 1 Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019 г., с.75-79.
-