- наличие стального хвостовика как конструктивного элемента;
- недостаточная паяемая площадь контактной поверхности хвостовика резцов с корпусом коронки. Отсюда и пониженная прочность крепления;
- пропилы для разъема резцов захватывают и корпус коронки, что его значительно ослабляет;
- наличие клиньев уменьшает число устанавливаемых на коронке резцов.

Заключение

Анализ диаграммы показывает, что все способы крепления с боковым упором оказывают наибольшее сопротивление усилию выдавливания из паза, чем без упора. При этом прочность способа крепления сваркой примерно на 60% больше прочности крепления пайкой. Но наиболее предпочтительным является способ крепления сваркой хвостовика без резца в пазу, вследствие чего нет опасности перегрева АТП. И, наоборот, наибольшая опасность перегрева резца наблюдается при втором способе, когда проводится сварка хвостовика с припаянным АТП. В заключение заметим, что вышеуказанные недостатки говорят о необходимости продолжения работ по совершенствованию и поиску новых способов крепления.

1. МОСКВА, 16 янв — РИА Новости. Новый наноматериал из нитрида бора оказался тверже алмазов. URL: <http://ria.ru/science/20130116/918441369.html>. (Дата обращения 10.02.2019).
2. Зимина Т.Ю. Изящное решение. Синтез самого твёрдого материала в мире. Наукажизнь. 2014. №14.- С. 53-57
3. Solopova N. Dubrovinskaya N., Dubrovinsky L. Synthesis of nanocrystalline diamond from glass carbon balls. J. Cryst. 412, (2015), pp. 54-59. Google Scholar.
4. Васин С. А., Хлудов С. Я. Проектирование сменных многогранных пластин. Методологические принципы. - М.: Машиностроение, 2006. – 352 с.
5. Третьяк А. А. Теоретическое обоснование, разработка конструктивных параметров технологии бурения скважин коронками, армированными алмазно-твердосплавными пластинами: Дис. Докт. техн. наук. – Новочеркасск: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, 2017. – 319 с.
6. Патент Российская Федерация №2574091 МПК E21B 10/48 Буровая коронка с клиновым зажимом резцов / Фёдоров Л.Н., Ермаков С.А.; заявитель Федер. гос. бюджет. учреждение науки, Инс-т горн. дела Севера им. Н.В. Черского Сиб. отд-ния Рос. акад. наук.; заявл. 11.11.2014; опубл. 10.02. 2016.
7. Патент Российская Федерация №2631756 МПК E21B 10/46 (2006.01) E21B 10/633 (2006.01) Способ разъемного крепления пластин-резцов с двумя или тремя сверхтвердыми слоями и твердосплавной подложкой / Фёдоров Л.Н., Ермаков С.А., Иванов И.И., Ткаченко В.В., Шипков А.Н.; заявитель Федер. гос. бюджет. учреждение науки, Инс-т горн. дела Севера им. Н.В. Черского Сиб. отд-ния Рос. акад. наук; заявл. 31.05.2016; опубл. 26.09.2017 Бюл. № 27.
8. Петров К. Г., Усманов З. И., Лукьянов А. А. [и др.]. Применение методик математического планирования экспериментов для оптимизации параметров диффузионной сварки твёрдых сплавов со сталями // молодежный научный форум: технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XXIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 10 (29). URL: [https://nauchforum.ru/archive/mnf_tech/10\(29\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/mnf_tech/10(29).pdf) (дата обращения: 18.09.2018).

Шамутдинов А.Х.

Вертикальное перемещение рабочей платформы 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-09-2019-20

idsp: ljjournal-09-2019-20

Аннотация

Целью данного исследования является определение скорости вертикального перемещения рабочей платформы манипулятора нетрадиционной компоновки.

Составлена расчетная схема рабочей части манипулятора нетрадиционной компоновки в виде модели треугольника с изменяемой длиной боковой стороны. Найдена функциональная зависимость скорости вертикального перемещения рабочей платформы от: скорости поступательного перемещения штока гидроцилиндра и длины наклонной платформы. В программе MathCAD 14 построены графики зависимости вертикальной скорости перемещения платформы от геометрических и кинематических параметров движения манипулятора. *вагана*лизируя

Ключевые слова: манипулятор, наклонная платформа, шток гидроцилиндра, вертикальная скорость, обобщенная координата.

Abstract

The purpose of this study is to determine the speed of vertical movement of the working platform of a non-traditional layout manipulator. A design diagram of the working part of the manipulator of an unconventional layout in the form of a triangle model with a variable side length has been compiled. The functional dependence of the speed of vertical movement of the working platform on: the speed of translational movement of the hydraulic cylinder rod and the length of the inclined platform is found. The program MathCAD 14 constructed graphs of the dependence of the vertical velocity of the platform on the geometric and kinematic parameters of the movement of the manipulator.

Keywords: manipulator, inclined platform, hydraulic cylinder rod, vertical speed, generalized coordinate.

Для исследования рассмотрим манипулятор, описанный в [1, с.65], [2, с.2], [3, с.2]. Движения манипулятора будем моделировать, как изменение геометрических параметров в треугольнике, одна сторона которого изменяет свой размер (рис. 1). Поворот наклонной платформы а (О1А) на угол φ происходит за счёт перемещения штока на величину s , т.е. за обобщённую координату принимаем перемещение s штока О2А. При этом, движение т. А будет поступательным с какой-то скоростью V_{Π} – движение штока гидроцилиндра и вращательным со скоростью V_B – поворот

наклонной платформы а. Из рис. 1 видно, что $\vec{V}_A = \vec{V}_B + \vec{V}_{\Pi}$. По известной теореме находим: $V_A^2 = V_B^2 + V_{\Pi}^2 - 2V_B \cdot V_{\Pi} \cdot \cos \alpha$, где $V_B = \omega \cdot a = \dot{\varphi} \cdot a$,

$V_{\Pi} = \frac{ds}{dt} = \dot{s}$. Из рис. 1 видно, что $\alpha = \frac{\varphi}{2}$. Из геометрических соображений

находим $\gamma = \frac{\varphi}{2}$. Выбирая конструктивно параметры так, что $a = b$, из треугольника О1АО2 найдем:

$$AO_2 = s = 2a \cdot \sin \frac{\varphi}{2}. \quad (1)$$

Из выражения (1) находим

$$\varphi = 2 \arcsin \left(\frac{s}{2a} \right). \quad (2)$$

Дифференцируя (2) по времени t найдём угловую скорость т. А платформы а:

$$\dot{\varphi} = \frac{d\varphi}{dt} = \omega = \frac{2 \cdot \dot{s}}{2a \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{s}{2a} \right)^2}} = \frac{2 \cdot V_{\Pi}}{\sqrt{4a^2 - s^2}}. \quad (3)$$

Рис. 1. Расчетная схема модели манипулятора:

$a = O_1A = \text{const}$ – длина наклонной платформы; $b = \text{const}$ – длина основания O_1O_2 ; $s = O_2A = \text{var}$ – изменяемая длина штока гидроцилиндра; φ – угол наклона наклонной платформы a ; $\vec{V}_B$ – вектор вращательной скорости т.А (наклонной платформы a); $\vec{V}_\Pi$ – вектор поступательной скорости т. А (подвижной опоры s); $\vec{V}_A$ – вектор абсолютной скорости т. А; α – угол между векторами скоростей $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_\Pi$; $\vec{V}_A^{(z)}$ – вектор вертикальной составляющей скорости $\vec{V}_A$; γ – угол между векторами скоростей $\vec{V}_\Pi$ и $\vec{V}_A^{(z)}$.

Дифференцируя (1) по времени t находим:

$$\dot{s} = \frac{ds}{dt} = 2a \cdot \frac{1}{2} \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos \frac{\varphi}{2} = a\omega \cdot \cos \frac{\varphi}{2} = V_B \cdot \cos \frac{\varphi}{2}$$

Таким образом

$$V_\Pi = V_B \cdot \cos \frac{\varphi}{2} = \dot{\varphi} \cdot a \cdot \cos \frac{\varphi}{2} \quad (4)$$

Вертикальная скорость $V_A^{(z)}$ – проекция V_A на ось Z . Из рис. 1 видно, что $V_A^{(z)} = AN = AM + MN$. Используя (3) и (4) находим:

$$AM = V_{\Pi} \cdot \cos \gamma = V_{\Pi} \cdot \cos \frac{\varphi}{2} = \dot{\varphi} \cdot a \cdot \cos^2 \frac{\varphi}{2}, MN = (n\kappa) \cdot \cos \varphi = V_B \cdot \cos \varphi = \dot{\varphi} \cdot a \cdot \cos \varphi$$

$$V_A^{(z)} = \dot{\varphi} \cdot a \cdot \cos^2 \frac{\varphi}{2} + \dot{\varphi} \cdot a \cdot \cos \varphi = \dot{\varphi} \cdot a \cdot \left(\cos^2 \frac{\varphi}{2} + \cos \varphi \right) = \dot{\varphi} \cdot a \cdot \left(3 \cos^2 \frac{\varphi}{2} - 1 \right) \text{ или}$$

$$V_A^{(z)} = \dot{\varphi} \cdot a \cdot \left(3 \cos^2 \frac{\varphi}{2} - 1 \right) = \frac{2V_{\Pi}}{\sqrt{4a^2 - s^2}} \cdot a \cdot \left[3 \left[\cos \left(\arcsin \left(\frac{s}{2a} \right) \right) \right]^2 - 1 \right] =$$

$$= \frac{2 \cdot V_{\Pi} \cdot a}{\sqrt{4a^2 - s^2}} \cdot \left[3 \left[\cos \left(\arccos \left(\sqrt{1 - \frac{s^2}{4a^2}} \right) \right) \right]^2 - 1 \right] = \frac{(8a^2 - 3s^2) \cdot V_{\Pi}}{2a\sqrt{4a^2 - s^2}}.$$

Таким образом

$$V_A^{(z)}(a, s, V_{\Pi}) = \frac{(8a^2 - 3s^2) \cdot V_{\Pi}}{2a\sqrt{4a^2 - s^2}}. \quad (5)$$

Из (5) видно, что скорость платформы т. А наклонной платформы а зависит от двух переменных – перемещения опоры $s = \text{var}$, $V_{\Pi} = \text{var}$ и постоянной величины – длины наклонной платформы $a = \text{const}$. Используя пакет программы MathCAD 14, приводим зависимости выражения (5), которые представлены на рис.2 (а, б). Для

удобства в графиках принято $V_{\Pi} = C$ и $V_A^{(z)} = V$. Рабочий диапазон изменение угла $\varphi = 0^\circ - 45^\circ$, тогда из (1) находим: рабочий диапазон перемещения штока будет

$s = (0 \div a\sqrt{2}) \text{ м}$. Принимая для опытной установки $a = 0,4 \text{ м}$, находим $s = (0 \div 0,5657) \text{ м}$. На рис. 2 (а) координата т. Р находится из выражения $V_A^{(z)} = 0$,

$$s = a\sqrt{\frac{8}{3}} = 0,4 \cdot \sqrt{\frac{8}{3}} \approx 0,6532 \text{ м}.$$

откуда

(б)

Рис. 2. Зависимость вертикальной скорости перемещения платформы $V_A^{(z)}$ от геометрических и кинематических параметров манипулятора (а, б)

Выводы:

- 1) с увеличением перемещения поршня s при постоянной длине наклонной платформы a , вертикальная скорость платформы $V_A^{(z)}$ уменьшается по квадратичному закону (при $s = 0,5657 \text{ м.} \rightarrow V_A^{(z)} = 0$);
- 2) с увеличением скорости перемещения поршня $V\Pi$ при одинаковой длине наклонной платформы a и перемещении поршня s , вертикальная скорость $V_A^{(z)}$ возрастает;
- 3) с увеличением скорости перемещения поршня $V\Pi$, при постоянной длине наклонной платформы a , вертикальная скорость платформы возрастает линейно, что очень благоприятно при работе манипулятора;
- 4) с увеличением хода поршня s при одинаковой длине платформы a и его скорости перемещения $V\Pi$, вертикальная скорость $V_A^{(z)}$ уменьшается.

1. Балакин, П.Д. Схемное решение механизма пространственного манипулятора / П.Д. Балакин, А.Х. Шамутдинов // Омский научный вестник. – 2012. – № 2. – С.65-69.
2. Пат. №120599 РФ, МПК В25J1/00. Пространственный механизм / Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Заявка №2011153160/02, 26.02.2011. Оpubл. 27.09.2012, Бюл. №27.
3. Пат. №170930 РФ, МПК В25J1/00. Пространственный механизм с шестью степенями свободы / Балакин П.Д., Шамутдинов А.Х. Заявка №2016115295, 19.05.2016. Оpubл. 15.05.2017, Бюл. №14.