

Балакин Павел Дмитриевич, Шамутдинов Айдар Харисович

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА

В данной статье экспериментально определена рабочая зона оригинальной части шестикоординатного манипулятора и с помощью пакета программы КОМПАС 3D-V12 показаны её виды при различных углах поворота относительно оси Y. Знание границ рабочей зоны требуется для сравнительной оценки двигательных возможностей манипулятора, что необходимо для его практического применения.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/10/4.html

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

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 10 (77). С. 21-24. ISSN 1993-5552.

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

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/10/

© 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 рабочая зона оригинальной части шестикоординатного манипулятора и с помощью пакета программы КОМПАС 3D-V12 показаны её виды при различных углах поворота относительно оси Y. Знание границ рабочей зоны требуется для сравнительной оценки двигательных возможностей манипулятора, что необходимо для его практического применения.

Ключевые слова фразы и фразы: манипулятор; рабочая зона манипулятора; обобщенные координаты; криволинейное сечение; торообразная пространственная фигура.

Балакин Павел Дмитриевич, д.т.н., профессор

Шамутдинов Айдар Харисович

Омский государственный технический университет
1972id@list.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА[©]

Рабочая зона пространственного манипулятора – это пространство, в котором находится его рабочий орган при всех возможных положениях звеньев.

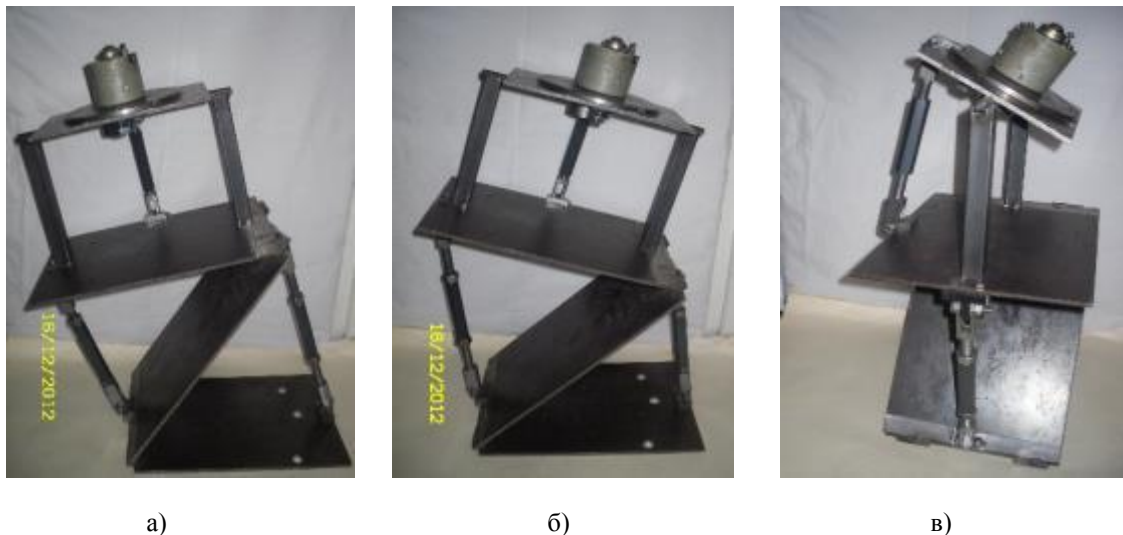


Рис. 1. *Различные положения оригинальной части манипулятора*

На Рис. 1 представлены различные положения оригинальной части манипулятора: а) длина левого стержня минимальна, а правого – максимальна; б) длина правого минимальна, а левого – максимальна; в) произвольное положение, когда длина третьего стержня максимальна [1].

Позиции на Рис. 2: 1) поворотное устройство; 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) опоры; 8) рабочий стол.

1. Придаем обобщенной координате q_2 фиксированное значение $q_2=0$ и изменяем обобщенную координату q_1 в пределах от \min до \max значений (от 0 до 60°) путем увеличения длины правого стержня от $l_{\min 2}=O_2O_4=208$ мм до $l_{\max 2}=O_2O_4'=285$ мм. Рабочий орган (т. Р) переместится по линии PP'_1 . При этом при изменении обобщенной координаты q_1 наклонная платформа 4, опорно-поворотное устройство 5 вместе с рабочим столом 8 радиусом $R_1=O_1O_4=360$ мм в точке O_1 повернутся против часовой стрелки на угол равный q_1 , а правый стержень 3 увеличится в длине до O_2O_4' . Таким образом, траекторией точки Р будет дуга окружности радиусом $R_2=O_1P=445$ мм (Рис. 2).

2. Придаем обобщенной координате q_1 фиксированное значение $q_1=0$, а обобщенную координату q_2 изменяем в пределах от \min до \max значений (от 0 до 15°) путем увеличения длины левого стержня от $l_{\min 1}=O_1O_3'=208$ мм до $l_{\max 1}=O_1O_3''=285$ мм. Рабочий орган (т. Р₁') переместится по линии $P'_1P''_1$. При этом при изменении обобщенной координаты q_2 опорно-поворотное устройство 5 вместе с рабочим столом 8 радиусом $R_3=O_4O_3'=297$ мм в точке O_4 повернутся по часовой стрелке на угол равный q_2 , а левый стержень 2 увеличится в длине до O_1O_3'' . Таким образом, траекторией точки Р будет дуга окружности радиусом $R_4=O_4P'_1=237$ мм (Рис. 2).

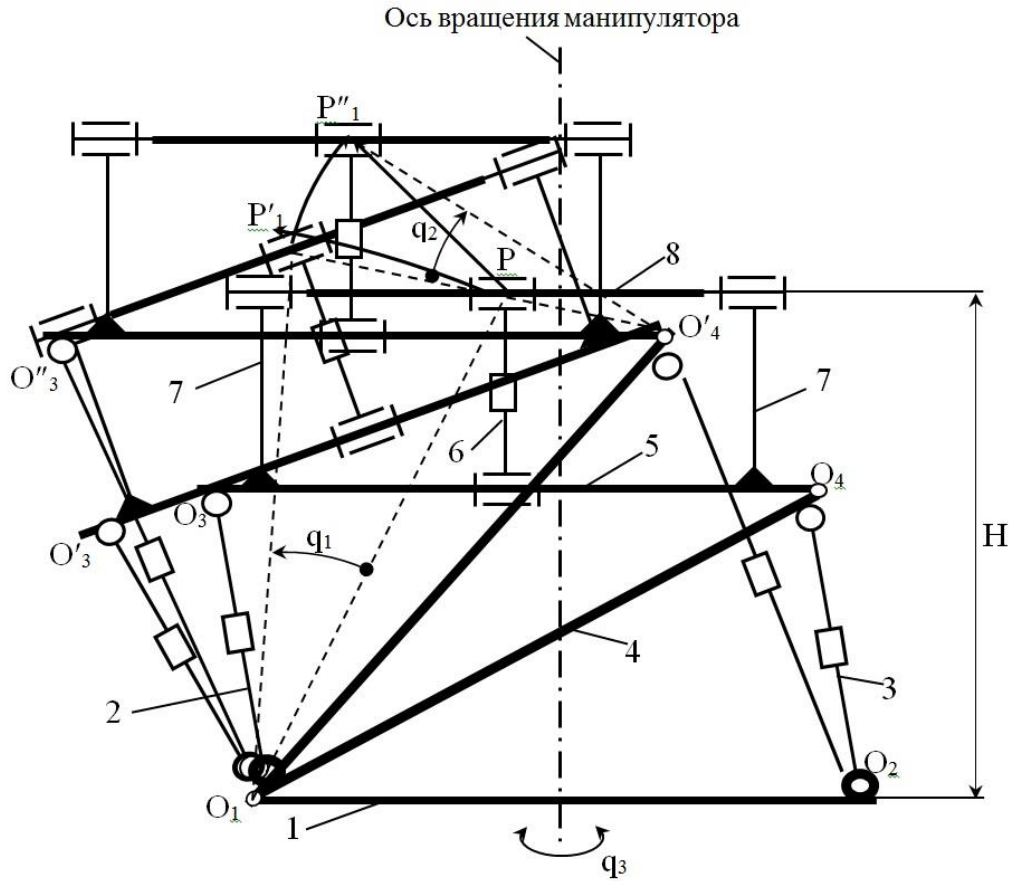


Рис. 2. Построение траектории точки P (m, P) при изменении обобщенных координат q_1 и q_2 (см. Рис. 1а)

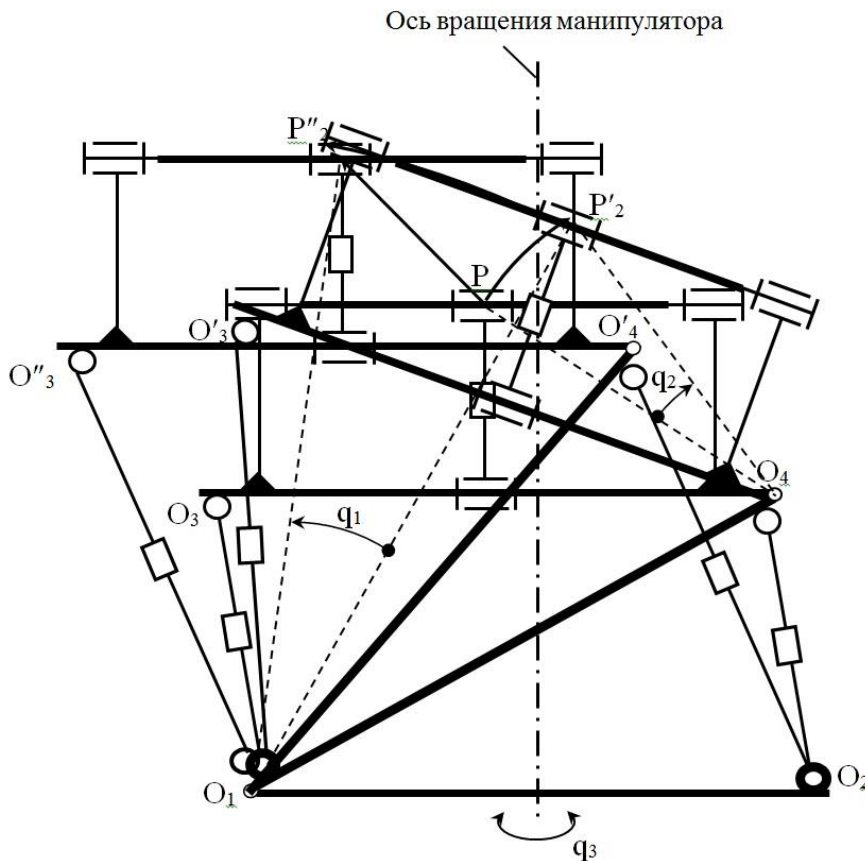


Рис. 3. Построение траектории m, P при изменении обобщенных координат q_2 и q_1 (см. Рис. 1б)

3. Если изменять сразу, одновременно обобщенные координаты q_1 и q_2 в пределах от \min до \max значений (от 0 до 15°) путем увеличения длины левого и правого стержней от $l_{\min}=208$ мм до $l_{\max}=285$ мм, то т. Р переместится от своего \min до \max значения влево ($H_{\min}=436$ мм, $H_{\max}=496$ мм). Фигура $O_1O_3O_4O_2$ – плоский параллелограмм, поэтому траекторией т. Р будет прямая линия PP''_1 (Рис. 2).

4. Придаем обобщенной координате q_1 фиксированное значение $q_1=0$, а обобщенную координату q_2 изменяем в пределах от \min до \max значений (от 0 до 15°) путем увеличения длины левого стержня от $l_{\min1}=O_1O_3'=208$ мм до $l_{\max1}=O_1O_3''=285$ мм. Рабочий орган (т. Р $'_2$) переместится по линии PP'_2 . При этом при изменении обобщенной координаты q_2 опорно-поворотное устройство 5 вместе с рабочим столом 8 радиусом $R_1=O_4O_3=297$ мм в точке O_4 повернется по часовой стрелке на угол равный q_2 , а левый стержень 2 увеличится в длине до $O_1O'_3$. Таким образом, траекторией точки Р будет дуга окружности радиусом $R_2=O_4P=237$ мм (Рис. 3).

5. Придаем обобщенной координате q_2 фиксированное значение $q_2=0$, а обобщенную координату q_1 изменяем в пределах от \min до \max значения (от 0 до 60°) путем увеличения длины правого стержня от $l_{\min2}=O_2O_4=208$ мм до $l_{\max2}=O_2O_4'=285$ мм. Рабочий орган (т. Р $'_2$) переместится по линии $P'_2P''_2$. При этом при изменении обобщенной координаты q_1 наклонная платформа 4, опорно-поворотное устройство 5 вместе с рабочим столом 8 радиусом $R_3=O_1O_4=360$ мм повернутся против часовой стрелки на угол равный q_1 , а левый стержень 2 увеличится в длине до $O_1O''_3$. Таким образом, траекторией точки Р будет дуга окружности радиусом $R_4=O_1P'_2=490$ мм (Рис. 3).

Таким образом, мы получили два криволинейных треугольника: $PP'_1P''_1$ и $PP'_2P''_2$. Ясно, что итоговая рабочая зона (в плоскости) будет представлять собой фигуру, образованную совмещением этих двух криволинейных треугольников, т.е. это будет криволинейный четырехугольник $PP'_1P''_2P'_2$, ($P''_1 \equiv P''_2$) (Рис. 4).

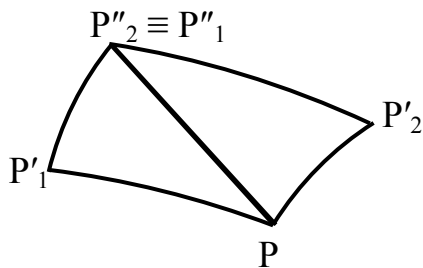


Рис. 4. Итоговая рабочая зона

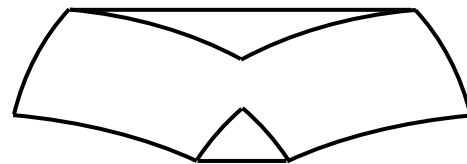


Рис. 5. Поперечное сечение торообразной (в плоскости) рабочей зоны

Обобщенная координата q_3 – это угол поворота (вращение) оригинальной части манипулятора вокруг его оси вращения. Т.к. манипулятор может вращаться вокруг вертикальной оси, то рабочая зона будет представлять собой тело вращения, а именно торообразную пространственную фигуру (Рис. 5). Используя пакет программы *KOMPASS 3D-V12*, изобразим вид получившейся рабочей зоны данного макета манипулятора (Рис. 6а).

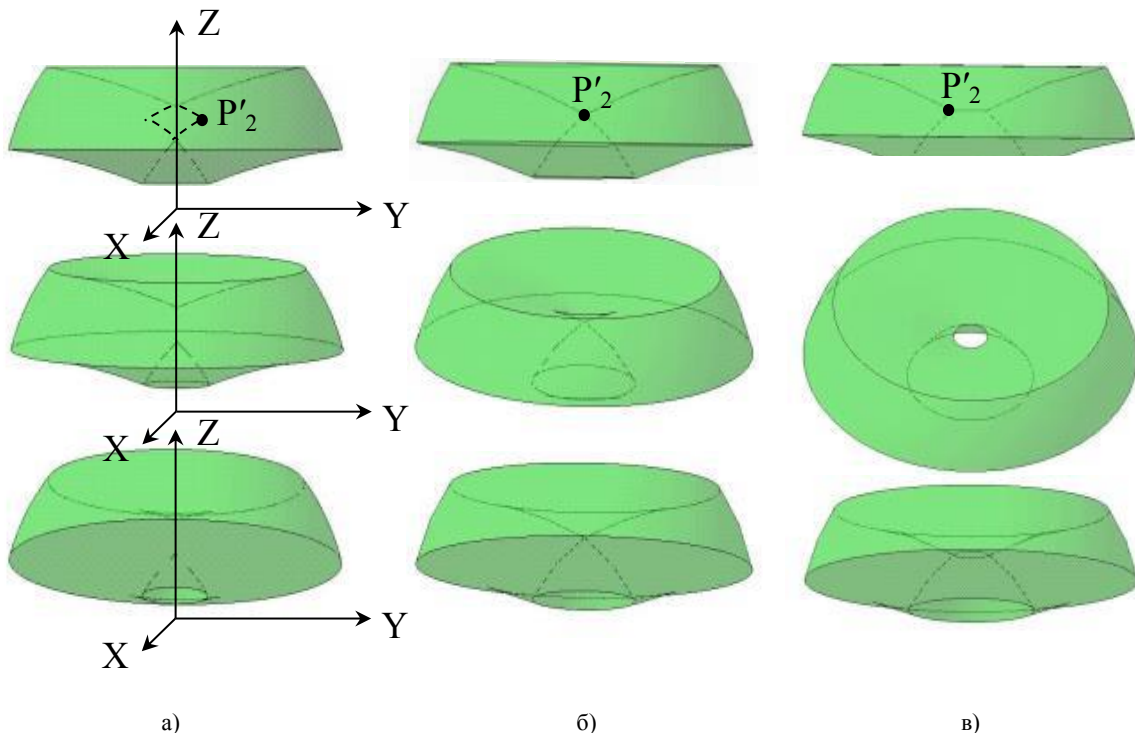


Рис. 6. Вид спереди рабочей зоны исследуемого макета манипулятора при различных углах поворота относительно оси Y: а) сечения пересекаются; б) сечения касаются; в) сечения не пересекаются

В зависимости от расположения криволинейного четырехугольника $PP'_1P''_2P'_2$ относительно оси вращения манипулятора возможны ещё два вида конфигурации рабочей зоны манипулятора, а именно: криволинейные сечения касаются друг друга в т. P'_2 при вращении (Рис. 6б), и когда они не пересекаются (Рис. 6в).

Выводы

1. Рабочее пространство оригинальной части манипулятора является торообразной фигурой вращения, крайние точки которой достигаются центром подвижной платформы при ее поступательном и вращательном движениях относительно основания.

2. Для обеспечения поворота подвижной платформы в крайних положениях, относительно оси OY' (оси OY , повернутой на угол q_1 или q_2 относительно горизонтали), необходимо увеличение (уменьшение) длины третьего стержня b (Рис. 2), соединяющего рабочий стол с опорно-поворотным устройством.

3. На размеры рабочей зоны существенное влияние оказывают ограничения, накладываемые угловыми перемещениями в шарнирах, чем они меньше, тем меньше габаритные размеры рабочей зоны при тех же пределах изменения длин левого и правого стержней.

Список литературы

1. Балакин П. Д., Шамутдинов А. Х. Схемное решение механизма пространственного манипулятора // Омский научный вестник. 2012. № 1. С. 65-69.

WORKING ZONE DETERMINATION OF SIX-AXIS MANIPULATOR ORIGINAL PART

Balakin Pavel Dmitrievich, Doctor in Technical Sciences, Professor
Shamutdinov Aidar Kharisovich
Omsk State Technical University
1972id@list.ru

The article experimentally determines the working zone of the six-axis manipulator original part and by means of the program package *KOMPAS 3D-V12* shows its kinds at different rotation angles relative to Y-axis. Knowing the working zone limits is necessary for the manipulator dexterity comparative assessment that is essential for its practical use.

Key words and phrases: manipulator; manipulator working zone; generalized coordinates; curvilinear section; torus-like space figure.

УДК 621.01

Технические науки

В данной статье геометрически решены прямая и обратная задачи кинематики оригинальной части шестикоординатного манипулятора, что позволяет для каждого момента времени определить положение исполнительного органа манипулятора и выбрать схему нагрузки для установления усилий, действующих на манипулятор.

Ключевые слова и фразы: манипулятор; рабочий стол; стержень; прямая и обратная задачи кинематики; абсолютная система координат; обобщенные координаты; рабочий орган манипулятора.

Балакин Павел Дмитриевич, д.т.н., профессор
Шамутдинов Айдар Харисович
Омский государственный технический университет
1972id@list.ru

РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ЗАДАЧ КИНЕМАТИКИ ОРИГИНАЛЬНОЙ ЧАСТИ ШЕСТИКООРДИНАТНОГО МАНИПУЛЯТОРА[©]

Прямая задача для манипулятора – это вычисление положения (x_p, y_p, z_p) его рабочего органа по кинематической схеме при известных значениях обобщенных координат (q_1, q_2, \dots, q_n) , где n – число степеней свободы манипулятора, q_n – обобщенные координаты.

Обратная задача – это вычисление величин обобщенных координат (q_1, q_2, \dots, q_n) по заданному положению (x_p, y_p, z_p) рабочего органа при известной схеме кинематики манипулятора.

Прямую задачу кинематики оригинальной части манипулятора [1] будем решать геометрически. Для этого изобразим кинематическую схему манипулятора, обобщенные координаты его звеньев q_n , их длины l_n и применим к манипулятору абсолютную (неподвижную) систему координат (X, Y, Z) , обозначив координаты рабочего органа x_p, y_p, z_p (Рис. 1). Обозначения на Рис. 1: (X, Y, Z) – абсолютная (неподвижная) система