

УДК 514.182

УДОСКОНАЛЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНОЇ ФОРМИ НЕЗАЛЕЖНО КЕРОВАНОВОГО ЕЛЕМЕНТУ МАНІПУЛЯТОРА

Голова О.О., к.т.н.,

fire19@ukr.net, ORCID: 0000-0002-4903-4450

Залевський С.В., к.т.н.,

zalsergkpi@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7411-1462

Воробйов О.М.,

voroba.ua@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5314-1075

Лазарчук-Воробйова Ю.В.,

jullazarchuk@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7866-3299

Національний технічний університет України “Київський політехнічний
інститут ім. І. Сікорського”

В наш час маніпулятори знайшли широке впровадження в будівництві, медицині, промислового виробництва та при проведенні наукових досліджень. В даній роботі розглядається питання використання маніпулятора з незалежно керованими окремими елементами. Така конструкція забезпечує простоту монтажу всього пристрою та значне зменшення часу, необхідного на налаштування маніпулятора у випадку зміни поставленого технічного завдання. Найбільш дослідженими є маніпулятори з елементами пелюсткового типу, в яких зчеплення відбувається за рахунок створення підвищеного або зниженого тиску. Така система чуттєва до параметрів налаштування та кількості елементів. Іншим поширеним видом є маніпулятори з центральним керуванням, в яких зчеплення сусідніх елементів відбувається за рахунок використання електромагнітів. Недоліком такої системи є необхідність використання великої кількості керуючих кабелів, що значно обмежує кількість та гнучкість елементів маніпулятора.

Для збільшення гнучкості всієї конструкції розглядається питання підвищення можливості згину маніпулятора за рахунок зміни геометрії форми його незалежно керованого елемента.

Запропонована дискова форма елемента дозволяє використовувати маніпулятор в отворах, які перетинаються під прямими чи гострими кутами. Розглядається питання забезпечення загального прямолінійного розташування всього пристрою за рахунок почергового зчеплення рухомих елементів маніпулятора в різних осьових площинах. В роботі знайдено оцінку відносного збільшення діаметру всього маніпулятора по відношенню до діаметра дискового елемента в залежності від кута нахилу робочої грані поверхні до базової площини диска. Розглядається питання залежності відносного збільшення діаметра від кількості одночасно зчеплених в одній осьовій площині елементів конструкції.

Ключові слова: маніпулятор, дистанційно керований елемент, дискова форма елемента маніпулятора.

Постановка проблеми. Розвиток технологій наукових досліджень потребує створення нового інструментарію, що зможе надати можливість дистанційного отримання даних в важкодоступних місцях. Одним з таким інструментів є керований маніпулятор який дозволяє зняти та обробити інформацію отриману у важкодоступних місцях експерименту, до яких не може бути долучена людина. Від форми маніпулятора напряму залежить його доступ до досліджуваного об'єкта. Удосконалення геометричної форми маніпулятора може забезпечити згинання конструкції в різних осьових площинах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасних роботах, присвячених дослідженню конструкцій універсальних маніпуляторів в переважній більшості розглядаються варіанти використання елементів, що мають пелюсткову форму [1] із рознесенням вздовж осі симетрії елемента сферичної опорної та робочих поверхонь. Пропонується використання в якості механізму зчеплення двох сусідніх елементів створення зон підвищеного та зменшеного тиску. Така конструкція не забезпечує можливості незалежного керування частинами маніпулятора і значно обмежує кількість потенційно елементів, які використовуються. Крім того, такий спосіб не дозволяє забезпечити згинання конструкції в різних осьових площинах.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є створення нової геометричної форми елемента маніпулятора для його використання у важкодоступних місцях.

Основна частина. Стрімкий розвиток автоматизації виробництва та широке використання роботизованих систем призводить до необхідності розробки різноманітних маніпуляторів. Одним з таких механізмів є універсальний маніпулятор з незалежно керованими елементами пелюсткового типу [2]. Така форма елемента дає можливість всій конструкції вигинатись вздовж чотирьох осьових площин в кожній парі елементів і забезпечує достатньо велику гнучкість маніпулятора. Недоліком такої форми елементів механізму є неможливість вигинати конструкцію під малими кутами по відношенню до центральної осі. Наприклад, для згину пелюсткового маніпулятора під кутом 90° відношення радіусу його дуги до радіусу елемента становить 250-320%. Тому, для проведення робіт у отворах переходів в яких використовується прямі кути радіальний розмір елементів маніпулятора потрібно значно зменшувати, що негативно позначається на його можливості переносити великі навантаження.

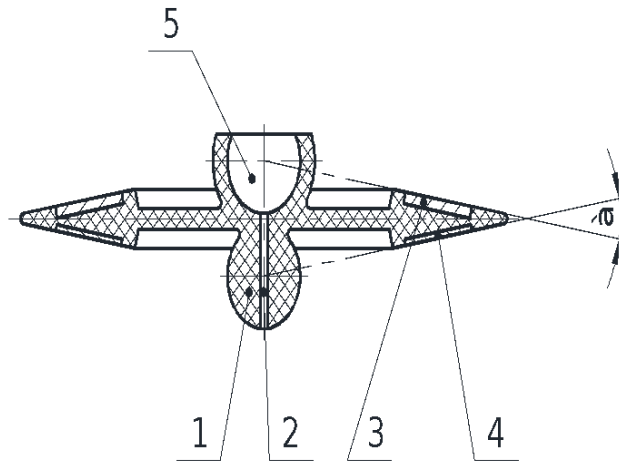


Рис. 1. Елемент маніпулятора



Рис. 2. Маніпулятор в не навантаженому стані

Для вирішення цього питання пропонується використати нову геометричну форму елемента маніпулятора (Рис.1), де 1 – базова сферична опора з інтегрованим блоком живлення та керування, 2 – осьовий канал для проведення центрального кабелю живлення, 3 – електромагніт, 4 – пластина-контакт механізму зчеплення.

Форма ободу диску є комбінованою і складається з плоских поверхонь електромагнітів і пластин-контактів та конічних переходів між ними.

В ненавантаженому стані схема розташування елементів маніпулятора показана на рис. 2.

При подачі керуючого сигналу відбувається зчеплення плоскої поверхні електромагніту та пластини-контакту кожних двох сусідніх елементів маніпулятора в одній осьовій площині. Таким чином, пристрій приймає форму, показану на рис. 3, що забезпечує можливість згинання конструкції під довільним кутом без збільшення габариту всього пристрою.

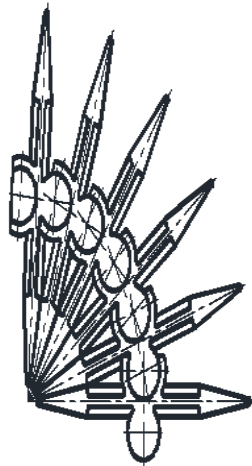


Рис. 3. Маніпулятор в зігнутому положенні

Запропонована дискова форма елемента дозволяє також вирішити питання забезпечення роботи пристрою в прямих тунельних отворах. Конструкція маніпулятора не лишається фіксованою при відсутності контакту робочих поверхонь. В зв'язку з цим запропоновано змикання робочих ділянок кожних наступних двох суміжних елементів, що відбувається в почергово змінюваних осьових площинах. Таким чином центри сферичних опор елементів розташуються по циліндричній гвинтовій кривій з радіусом циліндра:

$$R_{\text{ц}} = R_{\text{д}} (1 - \cos((n-1)\alpha)),$$

де $R_{\text{ц}}$ – радіус циліндра, $R_{\text{д}}$ – радіус диска елемента маніпулятора, n – кількість елементів, зчеплених робочими поверхнями вздовж однієї осьової площини, α – кут нахилу апофеми робочої грані до основи призми.

При виборі кута α в межах 12° збільшення діаметра маніпулятора по відношенню до діаметра диску елемента, при трьох рухомих елементах в одній осьовій площині, не перевищує 6%, а при чотирьох - 9%. Для дотримання загального прямолінійного напрямку маніпулятора використовувати більшу кількість елементів з рухом в одній осьовій площині є недоцільним.

Висновки. Запропоновано нова геометрична форма елемента дозволить уникнути таких недоліків існуючих маніпуляторів, як втрата інформації та часу при проходженні прямокутного тунелю. Це покращує технологічні та обчислювальні властивості маніпуляторів та робить доступними для проведення ними досліджень в важкодоступних місцях переходів.

Література

1. Левин С.В., Шалюхин К.А. Манипулятор. Патент RU 2 403 145 С2, Москва, 2008 г.
2. Гаврилов С.Н. Охлопков А.Н. Универсальный манипулятор. Патент RU 2 527 559 С2, Москва, 2012г.
3. Miroshnichenko I., Zalevskaya O. The choice of input parameters adaptive systems processing of experimental data. *Адаптивні системи автоматичного управління*. 2019. Т. 2. №. 35. С. 54-63.
4. Кулешов В.С., Лакота Н.А. Дистанционно-управляемые роботы и манипуляторы. М.: Машиностроение, 1986. 328с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ НЕЗАВИСИМО УПРАВЛЯЕМОГО ЭЛЕМЕНТА МАНИПУЛЯТОРА

Голова О.А., Залевский С.В., Воробйов А.Н.,
Лазарчук-Воробйова Ю.В.

В настоящее время манипуляторы нашли широкое внедрение в строительстве, медицине, промышленном производстве и при проведении научных исследований. В данной работе рассматривается вопрос использования манипулятора с независимо управляемыми отдельными элементами. Такая конструкция обеспечивает простоту монтажа всего устройства и значительное уменьшение времени, необходимого на настройку манипулятора в случае изменения поставленного технического задания. Наиболее исследованными являются манипуляторы с элементами лепесткового типа, в которых сцепления происходит за счет создания повышенного или пониженного давления. Такая система чувствительна к параметрам настройки и количества элементов. Другим распространенным видом является манипуляторы с центральным управлением, в которых сцепление соседних элементов происходит за счет использования электромагнитов. Недостатком такой системы является необходимость использования большого количества управляющих кабелей, что значительно ограничивает количество и гибкость элементов конструкции.

Для повышения гибкости всей конструкции рассматривается вопрос повышения возможности изгибания манипулятора за счет изменения геометрии формы его независимо управляемого элемента.

Предлагается использовать дисковую форму элемента, что позволит обеспечить возможность использовать манипулятор в

тоннельных отверстиях, которые пересекаются под прямыми или острыми углами.

Рассматривается вопрос обеспечения общего прямолинейного расположения всего устройства за счет поочередного сцепления подвижных элементов манипулятора в различных осевых плоскостях.

В работе приводится примерная оценка относительного увеличения диаметра всего манипулятора по отношению к диаметру дискового элемента в зависимости от угла наклона рабочей грани поверхности до базовой плоскости диска. Рассматривается вопрос зависимости относительного увеличения диаметра от количества одновременно сцепленных в одной осевой плоскости элементов конструкции.

Ключевые слова: манипулятор, дистанционно управляемый элемент, дисковая форма элемента манипулятора.

IMPROVEMENT OF THE GEOMETRIC SHAPE OF THE INDEPENDENTLY CONTROLLED ELEMENT OF THE MANIPULATOR

Olga Golova , Sergey Zalevsky, Alexey Vorobyov,
Yulia Lazarchuk-Vorobyova

Nowadays, manipulators have been widely used in construction, medicine, industrial production and research. This paper considers the use of a manipulator with independently controlled individual elements. This design provides ease of installation of the entire device and a significant reduction in the time required to adjust the manipulator in the event of a change in the technical task. The most studied are manipulators with elements of the petal type, in which the clutch is due to the creation of high or low pressure. Such a system is sensitive to the settings and the number of elements. Another common type is centrally controlled manipulators, in which the adhesion of adjacent elements occurs through the use of electromagnets. The disadvantage of such a system is the need to use a large number of control cables, which significantly limits the number and flexibility of structural elements.

To increase the flexibility of the whole structure, the question of increasing the possibility of bending the manipulator by changing the geometry of the shape of its independently controlled element is considered.

It is proposed to use the disk shape of the element, which will allow you to use the manipulator in the tunnel holes that intersect at right or acute angles.

The question of providing the general rectilinear arrangement of all device due to alternate coupling of mobile elements of the manipulator in

various axial planes is considered.

The paper provides an approximate estimate of the relative increase in the diameter of the entire manipulator relative to the diameter of the disk element depending on the angle of the working face of the surface to the base plane of the disk. The dependence of the relative increase in diameter on the number of simultaneously connected in one axial plane of the structural elements is considered.

Keywords: manipulator, remote controlled element, disk form of manipulator element.

References

1. Levin, S.V., Shalyukhin, K.A. (2008). Manipulator. Patent RU 2 403 145 C2, Moscow [in Russian].
2. Gavrilov, S.N., Okhlopkov, A. N. (2012) Universal manipulator. Patent RU 2 527 559 C2, Moscow [in Russian].
3. Miroshnichenko, I., Zalevskaya, O. (2019). The choice of input parameters adaptive systems processing of experimental data. *Адаптивні системи автоматичного управління*, 2(35), 54-63. [in English]
4. Kuleshov, V.S., Lakota, N.A. (1986) Remote-controlled robots and manipulators. M.: Mechanical Engineering, [in Russian].