

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему

"Исследование параллельных манипуляторов класса РобоМех",
представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности **6D071200 – «Машиностроение»**
Мустафа Азамата Қойшықұлұлы

Оценка современного состояния решаемой научно-технологической проблемы (задачи):

Повышение надежности и долговечности машин обычно связывают в первую очередь с переходом на новые высококачественные материалы, совершенствованием технологии обработки деталей, применением различных средств, способствующих уменьшению изнашивания. Однако основные качества новой машины и манипуляционного устройства закладываются в них на самой первой стадии проектирования, когда только выбирают структурную схему и геометрические параметры звеньев исполнительного механизма. Поэтому более целесообразно бороться с первопричинами вредных явлений, чем с их последствиями. Лучше устранить большие перегрузки путем рационального выбора структуры и геометрических параметров звеньев исполнительного механизма, чем выбирать особо прочные материалы, способные эти перегрузки выдерживать.

Базовая обработка данных темы. По заданию завода ТОО ALATAU "DOC Co.LTD", занимающемся производством пресс-форм, проектируется параллельный манипулятор (ПМ) для подачи и отвода заготовок массой 50-100 кг в рабочую зону ЧПУ вертикального обрабатывающего центра HAAS VM-3.

Манипуляторы делятся на две основные группы: серийные манипуляторы и ПМ. На основе проведенного литературного обзора нами были выбраны ПМ-ы. Серийные манипуляторы состоят из открытой кинематической цепи, соединяющей неподвижное основание и конечный захват (выходную точку). Из-за последовательного соединения их звеньев появляется множество недостатков. Во-первых, открытая кинематическая цепь не может обеспечить высокую точность из-за накопления погрешностей отдельных компонентов в составе. Во-вторых, из-за тяжести весов двигателя в активных кинематических парах движение становится неустойчивым и не может работать на высоких скоростях из-за нежесткости конструкции. Соответственно, разомкнутая кинематическая цепь уменьшает скорость манипулятора, снижает его динамические характеристики и обладает меньшей точностью позиционирования и грузоподъемностью.

ПМ состоит как минимум из двух кинематических цепей или ножек, соединяющих неподвижные и выходные звенья. Недостатки серийных манипуляторов можно устранить используя ПМ. Во-первых, их точность будет выше, поскольку их движущиеся компоненты будут тесно связаны друг с другом, а погрешности связей не будут накапливаться. При этом ПМ-ы имеют более жесткую конструкцию, чем серийные, так как соответствующий вес

влияет как минимум на две кинематические цепи. Узлы, движущиеся на ПМ, будут легче весить, так как все двигатели будут расположены на неподвижной платформе, в связи с этим ПМ-ы могут работать на высоких скоростях, с высокой точностью а также грузоподъемность выше.

Надежность работы: были определены оптимальные структурные схемы и геометрические параметры звеньев двух ПМ: ПМ с тремя степенями свободы и ПМ с двумя ползунами, ПМ с тремя степенями свободы был рассчитан на прочность в программной среде SolidWorks с приложенным усилием 1000Н на выходную точку P и доказана пригодность предлагаемой конструкции. Надежность работы подтверждается также статьями, опубликованными в индексированных журналах MDPI Robotics, MDPI Applied Sciences и Eastern-European Journal of Enterprise Technologies в базах данных Web of Science и Scopus, и двумя патентами РК.

Актуальность работы:

В данной диссертационной работе разрабатываются два ПМ класса RoboMech: ПМ с тремя степенями свободы, работающий в цилиндрической системе координат и двухползунный ПМ. ПМ-ами класса RoboMech названы ПМ, обладающие такими свойствами манипуляционных роботов, как перемещение выходных объектов по заданным законам движений, и механизмов, как задание законов движений приводов. Задание законов движений приводов (монотонно и равномерно) улучшает динамические характеристики и существенно упрощает систему управления, следовательно, снижается также себестоимость проектируемого ПМ.

По заданию завода ТОО ALATAU "DOC Co. LTD", занимающемся производством пресс-форм, проектируется ПМ класса RoboMech для подачи и отвода заготовки массой 50-100 кг в рабочую зону ЧПУ вертикального обрабатывающего центра HAAS VM-3.

Цель работы: разработка двух ПМ класса RoboMech: ПМ с тремя степенями свободы, работающий в цилиндрической системе координат, и двухползунный ПМ, а также применение ПМ с тремя степенями свободы на заводе ТОО ALATAU "DOC Co. LTD", занимающемся производством пресс-форм.

Объект исследования. Объектами исследования являются ПМ класса RoboMech с тремя степенями свободы, работающий в цилиндрической системе координат, и двухползунный ПМ.

Предметом исследования являются структурно-параметрический синтез, прямая и обратная кинематика, прочностной анализ ПМ с тремя степенями свободы, и двухползунного ПМ.

Задачи исследования:

- 1) Литературный обзор и обоснование актуальности исследования;
- 2) Структурно-параметрический синтез двух ПМ класса RoboMech: ПМ с тремя степенями свободы и двухползунного ПМ;
- 3) Прямая и обратная кинематика ПМ с тремя степенями свободы и двухползунного ПМ;

- 4) 3D моделирование параллельных манипуляторов класса RoboMech;
- 5) Разработка новых патентоспособных параллельных манипуляторов класса RoboMech;
- б) Прочностной анализ ПМ с тремя степенями свободы.

Научная новизна:

- разработаны методы структурно-параметрического синтеза двух ПМ класса RoboMech: ПМ с тремя степенями свободы и двухползунного ПМ;
- решены прямая и обратная задача кинематики этих двух ПМ класса RoboMech;
- проведен прочностной анализ ПМ с тремя степенями свободы, работающего в цилиндрической системе координат;
- получены два патента на ПМ с тремя степенями свободы и двухползунный ПМ;

Результат, выносимый на защиту. Основным результатом, выносимым на защиту, является определение оптимальных структурных схем, геометрических параметров звеньев, кинематических и прочностных параметров двух ПМ класса RoboMech: ПМ с тремя степенями свободы и двухползунного ПМ.

Практическая ценность и реализация результатов работы. Разработанные два ПМ класса RoboMech по сравнению с серийными и другими ПМ-ами обладают большой грузоподъемностью, высокой точностью позиционирования и простой системой управления.

ПМ с тремя степенями свободы, работающий в цилиндрической системе координат, может быть использован для подачи и отвода заготовки массой 50-100 кг в рабочую зону ЧПУ вертикального обрабатывающего центра HAAS VM-3 для завода TOO ALATAU "DOC Co. LTD", занимающемся производством пресс-форм. ПМ с двумя ползунами может быть использован для автоматизации штамповочных работ в малых машиностроительных предприятиях.

Публикации:

1. Baigunchekov Z., Mustafa A., Sobh T., Patel S., Utenov M. A robomech class parallel manipulator with three degrees of freedom. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 3(1-105), (2020), pp.44-56, (Scopus: Percentile 55).
2. Zhumadil Baigunchekov, Med Amine Laribi, Azamat Mustafa. Kinematic Synthesis and Analysis of the RoboMech Class Parallel Manipulator with Two Grippers. Robotics, 2021, 10(3), 99, 16p (Q 2, Percentile 67, Cite score 3,5).
3. Zhumadil Baigunchekov, Med Amine Laribi, Giuseppe Carbone, Azamat Mustafa, Bekzat Amanov, Yernar Zholdassov. Structural-Parametric Synthesis of the RoboMech Class Parallel Mechanism with Two Sliders. Applied Sciences, 2021, 11(21), 9831; 18 p. (Q 2, Percentile 71, Cite score 3.0, WoS IF 2.679).
4. Baigunchekov, Z., Tarek, S., Patel, S., Mustafa, A. Structurally Parametric Synthesis of a RoboMech Class Parallel Manipulator with Three DOF. Mechanisms and Machine Science, 84, (2020), pp. 371-379, (Scopus: Percentile 23).

5. Байгунчеков Ж.Ж., Мустафа А.К., Кадыров Ж.Н., Параллельный манипулятор класса РобоМех с тремя степенями свободы. Патент № 34390 на изобретение.

6. Байгунчеков Ж.Ж., Мустафа А.К., Кадыров Ж.Н., Кривошипно-двухползунный механизм. Патент № 34380 на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Общий объем работы составляет 109 страниц, 32 рисунков и 8 таблиц, 90 использованных источников.