

### ПОЛУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ КАРБИДОВ ВОЛЬФРАМА И МОЛИБДЕНА

Львов А.Х., Кучмезова Ф.Ю., Мамхегова Р.М., Шампарова Р.А., Адамокова М.Н.

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова», Нальчик, Россия*

Цементированный карбид вольфрама наиболее давно используемый и самый успешный коммерческий порошок металлургической продукции. Карбид вольфрама (WC) получил известность благодаря исключительной твердости и износо- и эрозийстойкости. Матрицы из вязких металлов, такие как кобальт значительно улучшают их прочность и способствуют сопротивлению к хрупкому излому. Эти композиты по существу являются агрегатами из карбида вольфрама спеченными металлическим кобальтом через жидко-фазное спекание. Свойства этих материалов обеспечивают его составные части – в частности, твердый и хрупкий карбид и мягкая более ковкая связка. Широкое применение цементированного карбида вольфрама в инструментальной промышленности (режущие инструменты, несущие части) связано с уникальной комбинацией механических, физических и химических свойств.

Актуальность и научная значимость исследуемой проблемы определяется тем, что стратегически важный продукт порошковой металлургии – спеченный карбид вольфрама-кобальта можно получать методом высокотемпературной электрохимии с максимально выгодными энергетическими затратами. Так, например, температура химического синтеза карбида вольфрама составляет от 1400 °С, а температура электрохимического синтеза – 900 °С. Возможность электрохимического синтеза карбида вольфрама при 900 °С определяется тем, что взаимодействие вольфрама и углерода (и далее с кобальтом) происходит на атомарном уровне, что существенно снижает температура взаимодействия элементов. Еще одно преимущество предлагаемого метода синтеза двойного карбида вольфрама и кобальта – это возможность получения порошков с нанозерновым размером частиц.

Электролиз расплава  $\text{Na}_2\text{WO}_4\text{-Li}_2\text{WO}_4\text{-Li}_2\text{CO}_3$  проводился в стаканах, изготовленных из графита марки МПГ-7, который одновременно служил анодом для стабилизации содержания карбонат-ионов в расплаве. Материалом катоды были использованы вольфрам, молибден, никель и ряд нержавеющей сталей.

Для получения твердосплавных композиций на основе карбидов вольфрама и металлов триады железа необходимым условием является совмещение потенциалов электровыделения вольфрама, углерода и металлов триады железа (Fe, Co, Ni). Нами были проведены вольтамперные исследования расплавов  $\text{Na}_2\text{WO}_4\text{-Li}_2\text{WO}_4\text{-MeWO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{WO}_4\text{-Li}_2\text{WO}_4\text{-MeCl}_2$  (Me-Ni, Co, Fe) и установлена возможность совместного электровыделения металлов триады железа с вольфрамом из оксидных расплавов и оксидно-хлоридных.

Методами идентификации катодных осадков были выбраны: рентгенофлуоресцентный элементный анализ и рентгенофазовый анализ.

Результаты, которого показали наличие фаз двойных карбидов вольфрама и металлов триады железа (никеля, кобальта).

### ВИРТУАЛЬНАЯ 3D-МОДЕЛЬ СТАНКА-ГЕКСАПОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММ SOLIDWORKS И MATLAB

Мальшев Д.И., Мамаев Ю.А., Гунькин А.А.

*ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Белгород, Россия*

Наряду с традиционными «последовательными» кинематическими схемами станков, допускающими независимое изменение узлов по одной из координат при неизменном значении других координат, в последние годы появился новый класс металлорежущих станков с «параллельной» кинематикой, у которых все координаты связаны и перемещение по любой одной координате требует одновременного согласованного изменения всех других. Отличительной особенностью таких станков является связь посредством шарнирных штанг узла, на котором установлена обрабатываемая деталь, с узлом, несущим инструмент, причем требуемая траектория перемещения инструмента относительно детали достигается согласованным изменением либо длин этих штанг, либо угловых и линейных положений штанг постоянной длины. К станкам со штангами переменной длины относятся так называемые «гексапод» (с 6 штангами) и «трипод» (с 3 штангами).

Гексаподы рассматриваются в качестве альтернативы нынешним 5- координатным станкам. Исследуется вопрос относительно целесообразности применения гексаподов для 3- координатной обработки. Следует отметить, что большее количество штанг у гексапода обеспечивает его более высокую жесткость. Кроме того, различные компенсации у структуры с шестью степенями свободы выполняются легче, чем у структуры с тремя. Другими словами, факторами, обуславливающие выбор гексапода, являются высокая жесткость его структуры, возможность компенсации характеристик и гибкость применения.

Для синтеза системы управления гексапода построена его 3D-модель в программном комплексе Solidworks (рис.1). При этом использовались следующие допущения: сферические шарниры считались идеальными, зазоры в конструкции отсутствовали, упругость стержней не учитывалась. На рисунке: 1- платформа, 2 – основание гексапода. Для построения 3D-модели использовались следующие размеры гексапода: диаметр платформы – 400 мм; диаметр основания - 650 мм; длина стержней – 600 мм. Возможности данного программного комплекса позволяют импортировать, с помощью SimMechanics CAD translator, построенную 3D-модель гексапода в программу MatLab.

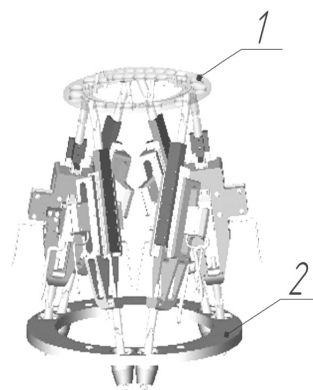


Рис.1 – 3D- модель гексапода в программном комплексе Solidworks

В программе MatLab выполнено математическое моделирование гексапода. Рассматриваемый манипулятор представлен на схеме (рис. 2) в виде плат-

формы 3, с которой снимаются данные о положении (position) и скорости (velocity) изменения длин штанг.

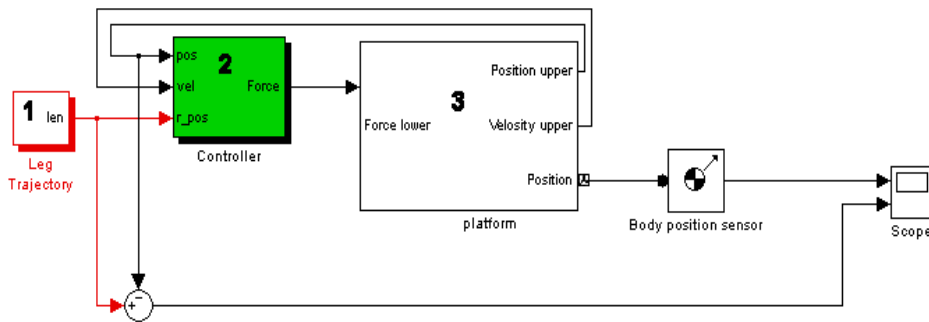


Рис. 2. Схема гексапода в среде Matlab

Блоки 1 отвечают за пересчет задания, получаемого в виде координат и углов верхней платформы, в изменения длин штанг платформы. Схема процесса представлена на рис. 3. При этом углы поворота платформы пересчитываются в перемещения с помощью

формул Эйлера. Блоки 2 в данном случае являются ПИД-регуляторами. Таким образом, в модели в неявном виде присутствует прямая и обратная задачи кинематики.

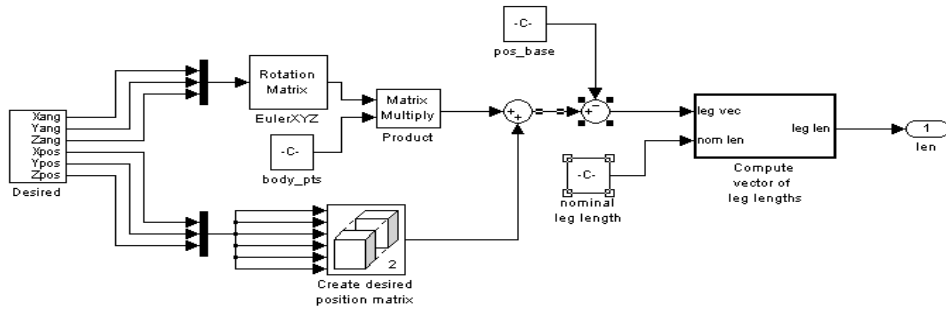


Рисунок 3. - Схема пересчета траектории движения штанг платформы гексапода

Полученные с помощью формул Эйлера перемещения затем складываются с матрицей перемещений I, а полученные линейные перемещения центра масс

платформы преобразуются в изменения длин штанг в блоке 2 (рис.4).

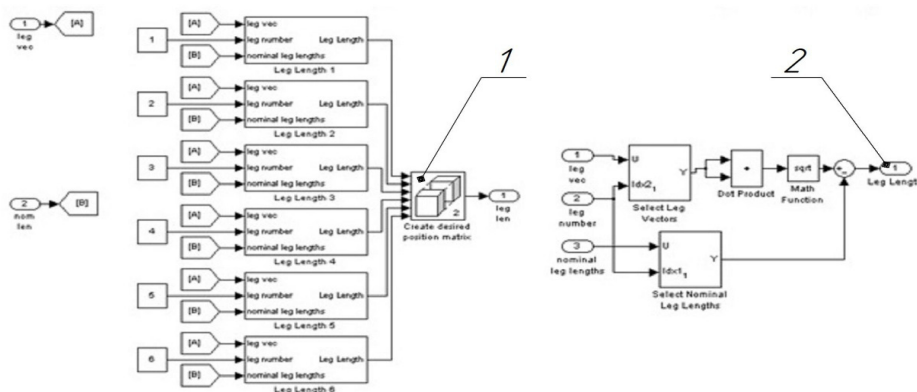


Рис. 4. - Схема преобразования линейных перемещений в изменения длин штанг

Каждая опора гексапода в программе MatLab представляется моделью (рис. 5). Блоки ActuatorAssm 1-1... ActuatorAssm 6-1 поз.1 представляют собой модель каждой штанги платформы. При моделировании полученное требуемое значение длины штанги сравнивается с текущим и подается на систему управления, вырабатывающую значение силы, подаваемой на приводы штанг.

На рис.6 показаны графики изменения положения координат центра платформы от времени. Цифрами 1, 2, 3 обозначены кривые изменения положения центра платформы по координатам x, y, z соответственно. На рис.7 показаны ошибки позиционирования штанг гексапода. Кривыми 1-6 обозначены ошибки позиционирования каждой из штанг манипулятора в определенный промежуток времени

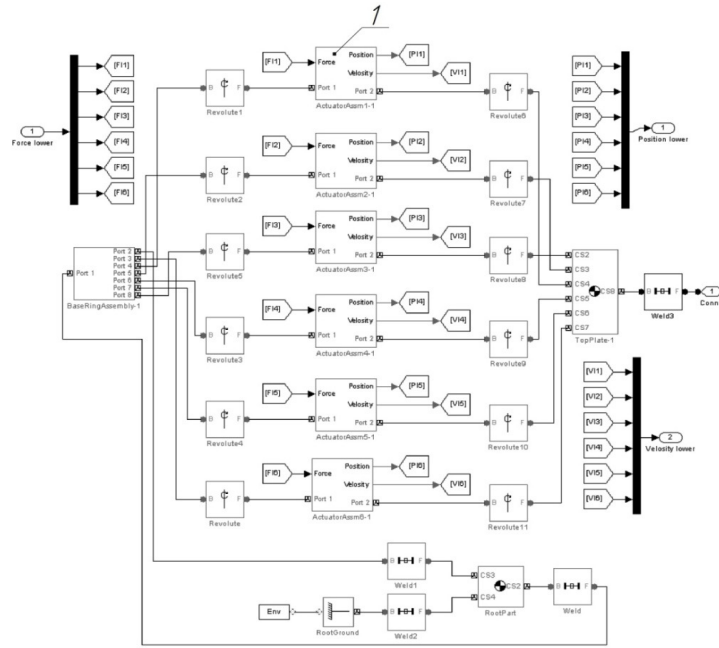


Рис.5 - Схема моделирования опор гексапода

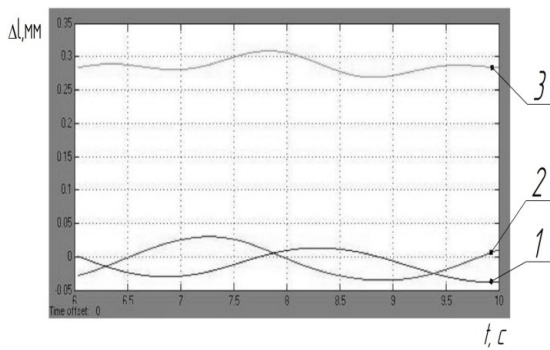


Рис.6 – Графики изменения положения координат центра платформы

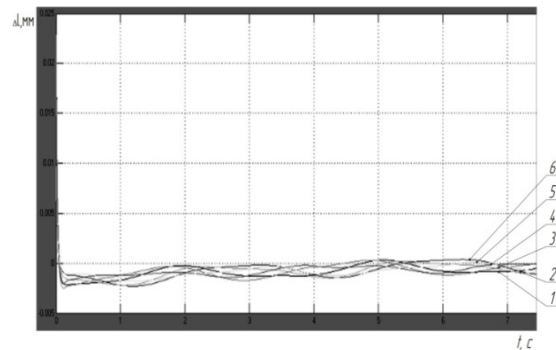


Рис.7– Ошибки позиционирования штанг гексапода

Ошибки позиционирования штанг, показанные на графиках, связаны с ошибками системы управления гексаподом. На основании данных зависимостей можно сделать вывод о том, что при синтезе системы управления гексаподом возникают минимальные ошибки позиционирования штанг. Однако, даже с учетом допущений, процесс получения ошибок системы управления получился очень длительным из-за инвертирования основанного на решении обратной задачи кинематики Якобиана, при котором производится длительный пересчет задания в имитационной модели.

**АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ НЕЧЕТКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В МАЛОМ, В БОЛЬШОМ, В ЦЕЛОМ**

Манчук Д.А, Черный С.П.

Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет, Комсомольск-на-Амуре, Россия

Рассмотрим определение устойчивости нечеткой системы [1,2] в малом, в большом и в целом на примере системы управления «тиристорный преобразователь – двигатель», заменив обычный классический регулятор тока на нечеткий регулятор с алгоритмом вывода Мамдани (Сугено). Произведём имитационное моделирование данной системы при помощи языка инженерных вычислений Matlab, при этом будем

изменять вид и количество функций принадлежности для лингвистических переменных на входе и выходе нечеткого регулятора.

Входы нечеткого регулятора [3] формализуются лингвистическими переменными input1 и input2 и содержат по пять (девять) термов треугольного вида в базовом терм-множестве [MM(--), M(-), Z(0), P(+), PP(++)] либо [MH(--), MB(--), MM(--), M(-), Z(0), P(+), PP(++), PB(++), PH(++)].

Выход нечеткого регулятора [3] с алгоритмом вывода Мамдани представлен на Рис.1 и формализуется лингвистической переменной output1 и содержит пять термов треугольного вида в базовом терм-множестве.

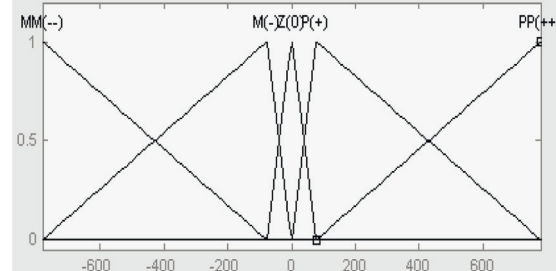


Рис.1. Распределение функций принадлежности нечеткого регулятора (выход input1)