

В случае не выполнения данного условия, необходимо ограничивать $W_{y'_{тр}} = W_{y_{P_{max}}}$,

что в конечном итоге негативно отразится на величине промаха.

Заключение. Представленный алгоритм управление БПЛА по углу крена позволяет расширить диапазон располагаемых нормальных ускорений за счет управления БПЛА в канале крена, что подтверждается математическим моделированием.

1. Болотов Е. Г. Новое поколение зенитных управляемых ракет средней дальности / Е. Г. Болотов, Б. Я. Мизрохи // Полет к 50-летию МКБ Факел. – 2003. – С. 1–14.

2. Архангельский, П.П. Проектирование зенитных управляемых ракет / И.И. Архангельский, П.П. Афанасьев [и др.] / под ред. И.С. Голубева и В.Г. Светлова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 732 с.

3. Богданов, А. В. Синтез системы стабилизации зенитной управляемой ракеты с использованием нелинейной многомерной математической модели / А. В. Богданов, А. Н. Мороз, О. В. Сидорович // Наука и военная безопасность. – 2020. № 2. – С. 27-35.

ВЫБОР КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДЛЯ ДЕМОНСТРАЦИОННО-УЧЕБНОГО РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Бирюкова Д.В., Шидловский А.В.,

*магистранты ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
Научный руководитель – Маркова Л.В., канд. физ.-мат. наук, доцент*

Результаты научно-технического прогресса с каждым днем завоевывают все больше и больше различных сфер нашей жизни. Новые технологии позволяют нам облегчить труд, а мобильные средства получать информацию за считанные секунды. Одним из результатов научно-технического прогресса являются роботы-манипуляторы. Их использование обусловлено рядом факторов, такими как, работа без перерывов и в любой среде, точность выполнения действий, высокая производительность и так далее. Роботы-манипуляторы уже давно трудятся на больших и малых предприятиях и дают существенный прирост производительности труда. С каждым днем сфера применения роботов расширяется: их можно встретить и в офисных компаниях, ресторанах. Данная категория манипуляторов называется коллаборативными роботами или сокращенно коботами и представляет отрасль коллаборативной робототехники. Так как использование коллаборативных роботов постоянно увеличивается, то требуется и подготовка человека по приобретению навыков взаимодействия с роботами такого типа.

Целью исследования является выбор кинематической схемы для разработки демонстрационно-учебного робота-манипулятора, позволяющего эффективно изучить принципы взаимодействия с коллаборативными роботами.

Материал и методы. Материалом для исследования послужили модели коллаборативных роботов манипуляторов, а так же известные кинематические схемы соединений в робототехнике. При проведении исследований применялись методы компьютерного моделирования.

Результаты и их обсуждение. Коллаборативные роботы, как правило, всегда имеют ряд датчиков для безопасного использования человеком. Использование таких роботов в зависимости от выполняемых задач требует, чтобы робот имел определенные физические характеристики. Это требование порождает необходимость применения различных кинематических схем. В основе большинства всех кинематических схем лежит 6 типов низших пар соединений сочленений: вращательное, сферическое, цилиндрическое, винтовое, призматическое и планарное. На данный момент самыми распространёнными являются кинематические схемы с использованием вращательных, цилиндрических и винтовых соединений, которые используются в кинематических схемах типа SCARA, DELTA, а так же в схемах манипуляторов антропоморфного типа [1].

Роботы типа SCARA основаны на рычажной системе, за счет вращательного привода рычагов механизма обеспечивает перемещение последнего звена в плоскости, тем самым обеспечивая цилиндрическую рабочую область. За счет такой кинематической схемы имеют высокую точность повторяемости и жесткость осей в совокупности с высокой скоростью перемещения.

Классический DELTA-робот имеет три поступательные степени свободы. Может перемещаться в пределах досягаемой зоны по координатам X, Y, Z на больших скоростях, что является главным преимуществом данной схемы. Движущиеся части робота обладают небольшой инерцией.

Манипуляторы антропоморфного типа являются манипуляторами, которые по виду и строению приближены к человеческой руке. Данные манипуляторы позволяют производить взаимодействия с различными предметами практически в любых положениях. Зона досягаемости таких манипуляторов представляет собой цилиндрическую поверхность, а в зависимости от количества сочленений существует ограничение по доступности в различные части рабочей поверхности. Самыми яркими представителями данного класса являются 6-ти осевые роботы-манипуляторы со сферическим запястьем, которые позволяют достигнуть любой точки в пределах досягаемости. За счет такой гибкости и повторяемости движений человеческой руки, данные манипуляторы нашли применение практически во всех сферах, где возможна автоматизация. Но за счет большой нагрузки на моторы во вращательных соединениях появляются скоростные ограничения и возрастают инерционные характеристики.

Заключение. Манипуляторы антропоморфного типа хорошо подходят для большинства задач, они гибкие и легко настраиваемые, что является ключевым фактором разработки демонстрационно-учебного робота-манипулятора. Кинематические схемы типа DELTA или SCARA более специфичные, ограничение рабочей зоны и положение инструмента, не позволяют выполнять сложные манипуляции с объектами без модификаций, данные схемы лучше применять, если скоростные характеристики в приоритете и ограничения схемы не влияют на поставленную задачу.

1. Промышленные роботы и манипуляторы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tmm-umk.bmstu.ru/lectures/lect_19.htm. – Дата доступа: 26.08.2020.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЫСТРОПРОТЕКАЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Галкина Е.В.¹, Галкина В.В.²,

*¹аспирант 3-го курса, ²магистрант 2-го курса КемГУ, г. Кемерово, Российская Федерация
Научный руководитель – Каленский А.В., доктор физ.-мат. наук, профессор*

Исследование закономерностей быстропротекающих химических процессов является трудоемкой, но актуальной задачей. Актуальность задачи определяется необходимостью создания материалов нового поколения, оптимально сочетающих экономические, экологические и производственные аспекты их использования. В рамках этого направления существует проблема качественного повышения безопасности хранения, транспортировки и использования в промышленности взрывчатых веществ. Применение оптических дистантных методов инициирования взрывного разложения рассматривается в качестве перспективной замены электрических способов инициирования, что позволит значительно повысить безопасности использования взрывчатых веществ (ВВ). Разрабатываются селективно чувствительные к лазерному воздействию взрывчатые составы на основе вторичных взрывчатых веществ и светопоглощающих наночастиц. Ранее [1] удалось уменьшить более чем в сто раз критическую плотность энергии композитов на основе пентаэритрит тетранитрат (PETN) – наночастицы металлов при инициировании импульсом неодимового лазера, что позволяет надеяться на разработку оптического детонатора на основе безопасного в использовании вторичного ВВ. Решение этой задачи невозможно без разработки детального экспериментально обоснованных механизмов инициирования взрывного химического разложения композитов как совокупности физико-химических процессов, существенных для адекватного описания данного явления. Модель, содержащая процессы поглощения света наночастицей, нагрев светопоглощающих включений, тепло- массоперенос с нагреванием ВВ и инициированием самоподдерживающейся экзотермической реакцией сформулирована в [2], однако она не учитывает влияние