

В заключение следует сказать, что взрывной метод демонтажа мостов, несмотря на свою эффективность, требует применение самых современных технологий и методик для обеспечения безопасности и минимизации негативного воздействия на окружающую среду и соседние объекты, а также высокой квалификации специалистов.

Список использованных источников

1. Черноиван В. Н. Эффективные технологии производства работ по ликвидации неэксплуатируемых производственных объектов. / В. Н. Черноиван, С. Н. Леонович, Н. В. Черноиван // Наука и техника. – 2016. – Т. 15. № 2. – С. 95–106.
2. Меркушев Е.Н. Исследование напряженно-деформированного состояния стального неразрезного строения моста в процессе проведения взрывных работ в непосредственной близости от сооружения/ Е.Н. Меркушев, В.А. Зверинский// Автомобильные дороги и мосты. – 2021. – № 27. – С. 47–54.

УДК 62.835

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПРИ ПОМОЩИ МОТОР-КОЛЕС НА ОСНОВЕ ВЕНТИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ОСЕВЫМ МАГНИТНЫМ ПОТОКОМ

Радкевич А. А.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: artyomradkevichbntu@gmail.com

Summary. *The article deals with a method for increasing the robot positional accuracy by using the axial flux brushless DC electric drive motor-wheel. The advantages and disadvantages of this method in comparison with the known and widely used methods of traditional radial flux BLDC motors are shown.*

Одной из ключевых проблем управления колёсными роботами является поддержание точности позиционирования на определённом уровне. Для всенаправленных механум-роботов, которые являются голономными объектами, контролируемым параметром является не только ошибка положения, но и угол поворота корпуса, который должен стремиться к нулю.

Для оценки влияния угла отклонения корпуса робота на его маневренность было проведено компьютерное моделирование в среде блочного моделирования нелинейных систем MATLAB Simulink. Реализованная имитационная модель содержит подсистемы прямой и инверсной кинематических моделей робота, динамическую модель [1], состоящую из четырёх систем управления бесколлекторными электродвигателями постоянного тока (БДПТ) с астатическими контурами скорости, на основе ПИ-регуляторов, а также подсистему задания траектории методом сплайновой интерполяции. Моделирование маневрирования производилось по кривой четвёртого порядка лемнискате, которая является замкнутой кривой, проходящей в четырёх квадрантах координатной плоскости. Движение робота

плоское, в системе координат X-Y, действие сил реакции поверхности и трения на ролики колёс пренебрегается.

Анализ результатов отработки заданной траектории позволил получить данные о динамических характеристиках робота во время маневрирования, а именно: угловых скоростях каждого колеса, линейной скорости центра масс робота, динамических моментов электроприводов колёс, ошибки позиционирования в осях X и Y, а также угла отклонения корпуса робота. Робот совершил замкнутое движение по траектории за 10 с. Значение скорости на всех четырёх колёсах достигло среднего значения 6,2 рад/с, значение крутящего момента различно в зависимости от колеса и составило для правого переднего колеса 0,42 Н·м, для левого переднего и правого заднего колеса 0,37 Н·м, для левого заднего колеса 0,39 Н·м. Анализ данных показал, что в процессе движения существенные колебания скорости в диапазоне от 4,8 рад/с до 7,5 рад/с и момента до 0,51 Н·м наблюдались на правом переднем и левом заднем колёсах, в то время как на остальных колёсах пульсации значительно ниже. Колебания скорости и момента вызваны, среди прочего, постоянным изменением радиуса колеса при его вращении [3], вращающий момент при этом имел меньшие колебания. ПИ-регулятор скорости обеспечил постоянство скорости при установившемся движении и плавность разгона и торможения.

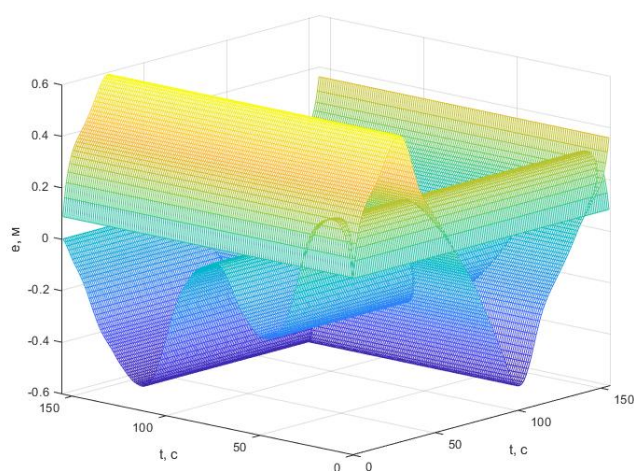


Рисунок 1 – Графики ошибок позиционирования робота в осях X и Y при использовании мотор-колёс на основе электроприводов с осевым магнитным потоком

Характер распределения угла отклонения на координатной плоскости демонстрирует наличие наибольших отклонений в областях вокруг точек с координатами $(-0,6;0,1)$, $(0,6;0,1)$, $(-0,3;0,3)$, $(0,5;0,3)$, которые соответствуют положениям робота в крайних точках траектории. На этих участках повышается интенсивность маневрирования и увеличивается быстрота изменения скорости колёс вследствие более резкого изменения угла положения траектории.

При применении электроприводов мотор-колес на основе вентильных электроприводов с осевым магнитным потоком снижается инерционности механизмов робота, повышается устойчивость системы и уменьшается рассогласование в контурах управления электроприводами за счет своих малых габаритов и высокой энергоэффективности.

Список использованных источников

1. Буйвид, А. П. Конструктивные особенности расположения силовых узлов вентильных электродвигателей с аксиальным магнитным потоком. / А. П. Буйвид, М. А. Мойсеев, А. А. Радкевич / Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления: материалы XXIV Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 25–26 апр. 2024 г. В 2 ч. Ч. 1 / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 157–159.

УДК 331.45

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА В ЭНЕРГЕТИКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Романюк Д. Н., Абметко О. В.

Белорусский национальный технический университет

e-mail: dmitritrom@gmail.com

Summary. *This article presents the main features of power engineering that affect occupational safety at enterprises, the main causes of accidents at energy enterprises in Belarus, as well as the organization of ensuring safe working conditions and directions for their improvement.*

Ключевое значение энергетики в системе национальной экономики обуславливает существование повышенных требований к обеспечению безопасных условий труда работников и минимизации возможности возникновения аварийных ситуаций на объектах генерации, передачи и распределения энергии.

Технология энергетических процессов подразумевает эксплуатацию большого количества оборудования, инструментов, машин, передаточных устройств, что актуализирует необходимость поиска путей решения проблем производственной техники безопасности, охраны труда, повышения технической грамотности и квалификации рабочих, занятых в производственном процессе.

В организациях Министерства энергетики Республики Беларусь используются различные меры обеспечения безопасности труда: экономические, организационные, технические, управленческие и др., которые способствуют повышению техники безопасности на предприятиях. Однако существующий уровень травматизма в отрасли обуславливает необходимость разработки и внедрения современных методов повышения уровня безопасности труда. Несмотря на то, что в системе Минэнерго уделяется