

3. Селиверстов, Г. И. Конструкции и параметры компактных одноцепных линий электропередачи с концентрическим расположением проводов фаз / Г. И. Селиверстов, А. В. Комар, В. Н. Петренко // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2012. – № 6. – С. 41–45.
4. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро ; под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2012. – 376 с.
5. Правила устройства электроустановок. Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 648 с.

УДК 004.896

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РОБОМОБИЛЯ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЮДЕЙ В ШАХТНОЙ РАЗРАБОТКЕ

В. А. Пракопович

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов

Рассмотрены особенности проектирования робомобилей для экстремальных условий, а именно для работы в шахтной разработке. Представлены основные проблемы в данной сфере и технико-экономические показатели подобных проектов.

Ключевые слова: робототехника, робомобиль, шахта, привод, система управления.

DESIGN FEATURES OF A ROBOMOBILE FOR TRANSPORTATION PEOPLE IN MINING

V. A. Prakopovich

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Scientific supervisor M. I. Mikhailov

The features of designing robomobiles for extreme conditions, namely for work in mining, are considered. The main problems in this area and the technical and economic indicators of such projects are presented.

Keywords: robotics, robomobile, shaft, drive, control system.

Нельзя отрицать важность роботов и робототехники в современном мире. Роботы буквально везде вокруг нас. Даже там, где мы, на первый взгляд, их не замечаем. О действиях и существовании некоторых роботов мы можем и не знать. Эти роботы могут выполнять важные и нестандартные задачи, оставаясь для нас в тени. Почему же такая интересная сфера науки и жизни остается неизвестной большинству? На мой взгляд, самая главная причина этому – малые познания о видах и формах роботов. Первое, что приходит в голову человеку, услышавшему слово «робот», – манипулятор, состоящий из нескольких звеньев, имеющий захват и выполняющий функции руки человека. Или же робот-пылесос, белый кусок пластика, катающийся взад-вперед по комнате.

В статье изложена информация о самой интересной и сложной сфере использования робототехники, а именно о роботах в экстремальных условиях и о задаче из этой сферы, с которой я столкнулся лично.

В ходе прохождения преддипломной практики на ООО «Машхимпром» специализирующемся на изготовлении оборудования для горнодобывающей промышленности, нашему вниманию был представлен проект шахтного транспорта под названием «Носорог». Это полноприводное управляемое одним человеком транспортное средство для транспортировки 18 человек. Необходимость транспорта обоснована длинной шахт. Шахты первого рудоуправления «Беларуськалия» находятся на глубине 500 м и имеют общую протяженность 320 км в разные стороны. Наиболее молодое четвертое рудоуправление имеет протяженность 10 км. Представим себе узкий, по меркам автомобиля, тоннель, по которому с максимальной скоростью в 40 км/ч, целый день водитель возит людей. Теперь рассмотрим проблемы в работе водителя и автомобиля. Водитель постоянно находится в пыли калийных солей, образующейся при езде, и весьма вредной для дыхания. В кабине – повышенная от постоянной работы автомобиля и нахождения на глубине температура. Узкий тоннель имеет места для разворотов, однако этот разворот может занимать до семи минут реального времени. Водители работают в три смены, так как добыча происходит постоянно. Также они должны четко соблюдать время перевозки людей, что сложно, учитывая человеческий фактор. И таких проблем можно назвать еще немало.

Была поставлена задача разработки робомобиля, основанного на проекте «Носорог». Замена человека роботом и некоторая модернизация, возможная только благодаря управлению роботом, позволит решить все приведенные выше проблемы и получить экономическую выгоду.

Данная задача была согласованна с руководством завода, и оно выразило свою заинтересованность, о чем имеются подтверждающие документы.

Проектирование началось с решения главной проблемы, влияющей на продуктивность работы, – с проблемы маневрирования. Учитывая управление автомобилем с помощью робота, мы имеем возможность использовать множество разнообразных решений, касающихся приводов. Для определения оптимального решения было выполнено исследование имеющихся предложений в сфере робомобилей, робокаров и мобильных роботов. Рассмотрим некоторые из них.

В патенте «Робот-платформа» описывается мобильный робот для работы в экстремальных условиях. Конструктивное решение робота-платформы повышенной маневренности за счет конструкции подвески, живучесть робота-платформы за счет применения колесного движителя, а не гусеничного. Робот-платформа будет передвигаться даже в случае потери части колес. За счет конструкции подвески обеспечивается повышенная проходимость по разным поверхностям.

В патенте «Мобильный робот», описывается мобильный робот для военных целей. Благодаря малым габаритам, плоскому корпусу без выступающих частей и конструкции опорно-двигательных устройств мобильный робот способен проникать в помещения через дверные проемы и разломы в стенах, передвигаться по различным препятствиям и ступеням межэтажных лестничных маршей.

В патенте «Робокар» описывается трехколесный мобильный робот. Данный робокар благодаря правильному согласованию электронных компонентов и трем колесам имеет повышенную маневренность.

В патенте «Шасси робокара» описывается шасси мобильной платформы. Включив вращение мотор-колес, можно осуществить практически точное перемещение робокара в требуемую точку производственного помещения путем параллельного переноса.

Также рассматривался привод мобильного робота в проекте мобильной платформы для робота Hiwin RA-605. Данная мобильная платформа имеет независимые

привода поворота и перемещения на каждое колесо. Такая конструкция позволяет настраивать любые радиусы поворота в широком диапазоне.

Проанализировав существующие приводы и опираясь на условия задачи, было решено использовать четырехколесный привод с модернизацией. В модернизированном приводе все четыре приводных колеса будут поворотными, и поворот осуществляется независимыми приводами, вместо центрального руля. Это позволит располагать колеса под максимально эффективными углами и сделать радиус поворота близким к нулю.

В ходе дальнейшего проектирования необходимо определиться с датчиками и системой управления роботомобилем. Здесь пригодился опыт проектирования сервисного робота и той же мобильной платформы. Рассмотрим подробнее данную систему.

Мобильный робот (роботомобиль) управляется бортовым компьютером. Бортовой компьютер отвечает за управление приводами поворота, оборотами двигателя, гидростатической трансмиссией, переключение передач и контроль датчиков состояния роботомобиля. Он просчитывает траектории движения и корректирует их. Ориентация в пространстве происходит за счет датчиков внешней связи: Wi-Fi маяки; ультразвуковые и инфракрасные датчики. Построив траекторию, компьютер передает сигналы на микроконтроллер соответствующего привода. Далее сигнал идет на драйвер двигателя или электромагнитный тормоз. Драйвер двигателя управляет двигателем путем изменения напряжения на полюсах двигателя. Электромагнитный тормоз, получая сигнал, останавливает вращение двигателя для обеспечения точности позиционирования. После выполнения необходимых действий микроконтроллер отдает сигнал о завершении и получает следующую команду. При управлении гидростатической трансмиссией микроконтроллер управляет четырьмя электромагнитными клапанами и электронным блоком управления дизельного двигателя. Это позволяет системе, изменяя объемы камер насоса и мотора, а также обороты двигателя, добиться оптимального режима езды в зависимости от внешних условий. Ориентирование в пространстве путем расчета собственных координат по данным маяков, в сочетании с построением карты шахты в реальном времени с помощью инфракрасного датчика, дает нам возможность подстроиться под любую внештатную ситуацию. Также мы можем настроить удаленное подключение к роботомобилю, в случае необходимости управления вручную.

Теперь, когда мы знаем все необходимые компоненты системы управления, мы можем уменьшить габаритные размеры и вес автомобиля, что даст нам еще больше маневренности.

Также мы можем судить о стоимости модернизации и экономическом эффекте. Модернизация транспорта стоит не более 7 тыс. белорусских рублей, что при экономии на заработной плате в минимум 30 тыс. в год, даст результат уже в первый год работы системы.

В итоге мы получаем максимально эффективное решение как в сфере безопасности жизнедеятельности, так и в экономическом аспекте. Спроектированный роботомобиль показывает насколько в сложных и нестандартных условиях робототехника оправдывает свою значимость.

Л и т е р а т у р а

1. Джозеф, Л. Д. Изучение робототехники с использованием Python / пер. с англ. А. В. Корягина. – М. : ДМК Пресс, 2019. – 250 с. : ил.