

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЕННЫХ РОБОТОВ В МИРНЫХ ЦЕЛЯХ

© 2010 Е.В. Поезжаева, Р.В. Денисов

Пермский государственный технический университет

Поступила в редакцию 01.04.2010

В статье рассмотрены шагающие роботы, которые применяются для очистки местности от металлической загрязненности, в сельском хозяйстве на посевных площадях и для обнаружения разрывов в телекоммуникациях.

Ключевые слова: *шагающие роботы, конверсия*

Многие роботы, созданные для помощи человеку при ведении боевых действий, скрывают в себе огромный потенциал, позволяющий использовать их и в мирных целях. Использование робота может проводиться без всякой его доработки или при незначительном переоборудовании. Одним из таких универсальных роботов является робот-мино-искатель. В первичном своем назначении он применялся для обнаружения различного рода мин и фугасов, но конструкция робота трансформирована для его использования в мирных целях, в первую очередь в сельском хозяйстве. Основными подсистемами данного робота являются: головной датчик, манипулятор локатор, шагающий 6-ногий робот, система управления. У робота имеется головной датчик, одним из элементов которого является металлодетектор. При обнаружении роботом подозрительного объекта, его местонахождение отмечается в базе данных системы для последующего анализа и ликвидации.

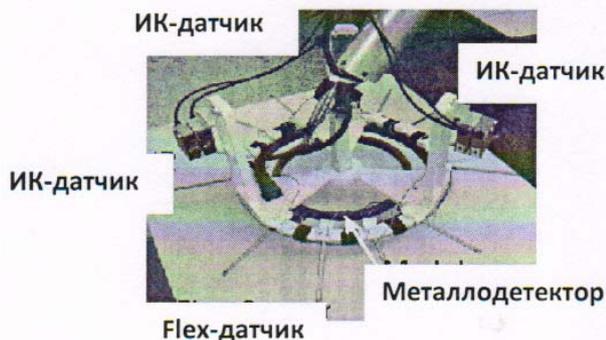


Рис. 1. Головной датчик

Головной датчик, изображенный на рисунке 1, состоит из поддерживающей базы, на которой укреплены миноискатель и инфракрасные датчики для обнаружения поверхности и контроля положения схвата по высоте и

относительно объектов пространства. Эти датчики определяют верхний и нижний пределы диапазона работы выходного звена. Эта система датчиков позволяет приспособить положение исполнительного устройства к неровностям ландшафта. Головной датчик также нуждается в дополнительных элементах, для того чтобы обнаруживать объекты в пути. С этой целью используются 12 флекс-датчиков (пластмассовые ленты, которые меняют свое сопротивление при изгибе). При входе данного датчика в контакт с каким-либо объектом он сгибается и в систему управления передается информация о столкновении с объектом.

В данном роботе в головном датчике используется металлодетектор, способный обнаружить металлический элемент лишь в некоторой небольшой области вокруг и под собой. Для увеличения области проверки необходим манипулятор. В простейшем случае – это манипулятор с 3 степенями свободы, для того чтобы можно было ориентировать датчик в трехмерном пространстве. Кроме того, датчик необходимо ориентировать относительно наклонных поверхностей ландшафта, следовательно, 2 дополнительные степени свободы необходимы в месте крепления металлодетектора к манипулятору. Таким образом, для нормального функционирования робота необходим манипулятор с 5 степенями свободы. Данный манипулятор изображен на рис. 2.

Любой подозрительный объект должен быть маркирован и занесен в базу данных компьютера, управляющего роботом. Технология GPS может быть с успехом применена для выполнения этой задачи, т.к. проста в использовании и достаточно точна. На данном роботе установлено устройство GPS-навигации, которое позволяет определить положение объекта с точностью до двух сантиметров. Однако при работе робота в полевых условиях ослабление или потеря спутникового сигнала могут привести к ошибкам точности положения робота, поэтому необходимы дополнительные системы расположения, основанные на датчиках-одометрах и

Поезжаева Елена Вячеславовна, кандидат технических наук, профессор кафедры механики композиционных материалов и конструкций. E-mail: vova_84_07@mail.ru
Денисов Роман Валерьевич, студент

электромагнитном компасе. Окончательный результат ориентирования робота может быть значительно улучшен при совместном использовании GPS-одометра и компаса.

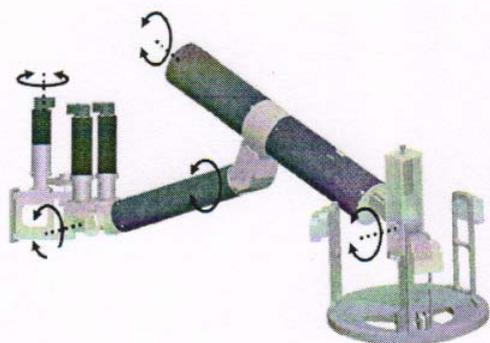


Рис. 2. Пятиподвижный манипулятор

Частью, обеспечивающей передвижение, является шагающий шестиногий робот. Шагающий робот – машина относительно медленная в перемещении. Ее скорость зависит от числа ног, которое имеет машина. Робот в конфигурации «насекомое», т.е. имеющий 6 ног, может достичь большей скорости и более устойчив, чем робот в конфигурации «четвероногое животное». Корпус робота должен быть большим, для того чтобы вместить все необходимые подсистемы робота и обеспечить место для крепления 6 ног.

При шагающем движении робот попеременно опирается на три из шести ног: две несмежные угловые ноги с одной стороны корпуса и одна центральная с другой. Отсюда следует, что на центральные ноги с обеих сторон приходится большая нагрузка, чем на угловые ноги. Для уменьшения этой нагрузки центральные ноги располагаются на большем расстоянии от продольной оси симметрии, чем угловые ноги. Корпус робота и расположение ног изображено на рисунке 3. Для шагающего робота необходима нога, обеспечивающая контакт с землей в точке. Таким образом, можно использовать ногу с 3 степенями свободы.

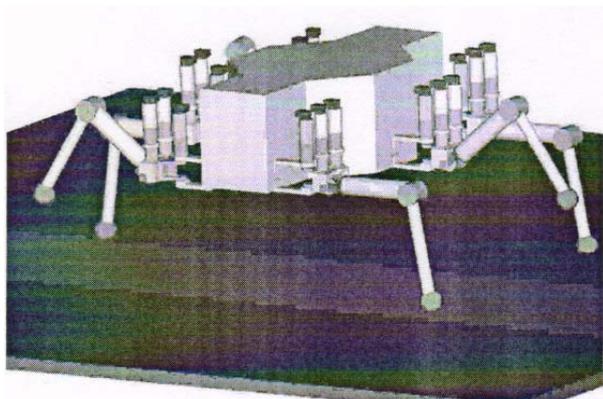


Рис. 3. Корпус и ноги робота

Управление роботом распределено между станцией оператора и внутренним контроллером. Обе части основаны на PC-компьютерах. Станция оператора работает под системой Windows. Бортовой компьютер работает под управлением QNX – операционной системой мультиуправления задачами в реальном времени. Коммуникация между станцией оператора и бортовым компьютером будет выполнена по радио. Рассмотрим схему системы супервизорного управления.

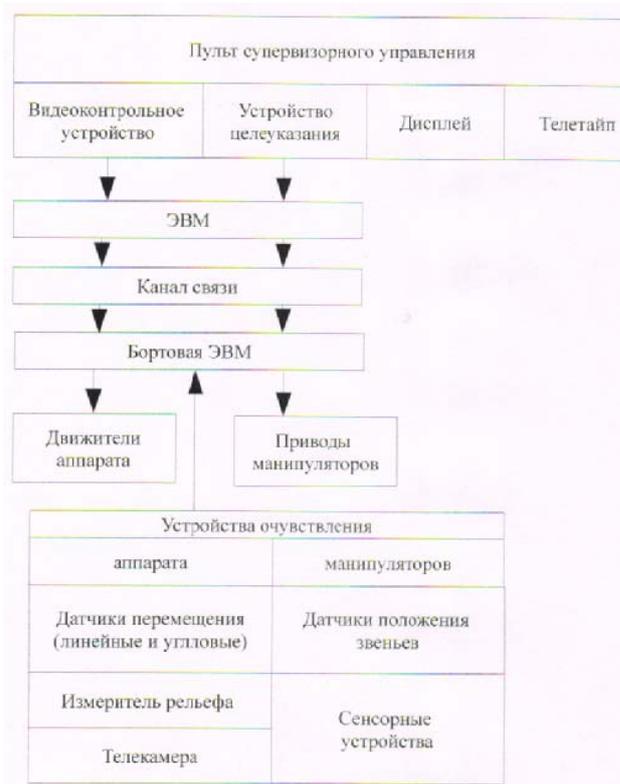


Рис. 4. Схема системы супервизорного управления

При работе исполнительного устройства на его звенья действуют нагрузки, периодически изменяющиеся по времени, которые могут привести к усталостному разрушению, поэтому после проектного расчета проводят проверочный расчет звеньев на выносливость (усталость). Цель этого расчета состоит в определении коэффициента S запаса выносливости в опасном сечении как при действии нормальных, так и касательных напряжений и сравнении его с нормативным коэффициентом $[S]$ запаса:

$$S = \frac{S_{\sigma} S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \geq [S];$$

где $[S]$ – нормативный коэффициент запаса выносливости. Его величина зависит от степени достоверности определения действующих усилий и напряжений, характеристик сопротивления

усталости, однородности материала, уровня технологии изготовления звена, надежности контроля дефектоскопии и ответственности конструкции. В большинстве случаев принимают $[S]=1,5-2,5$.

Коррозия при одновременном действии переменных напряжений способствует образованию и развитию усталостных трещин. Постепенное накопление повреждений в металле под воздействием коррозионной среды и переменных напряжений является коррозионной усталостью. Трещины коррозионной усталости возникают в поверхностных слоях металла. Развитие поверхностной коррозии зависит от свойств материала звена, коррозионной среды, времени пребывания звена в агрессивной среде, числа циклов переменных напряжений в условиях коррозии в процессе работы. Деформация исполнительного устройства промышленного робота состоит в основном из деформаций исполнительного механизма и передаточных механизмов приводов. На деформацию исполнительного механизма оказывают влияние длины звеньев и способ их закрепления, внешние нагрузки (массы объекта манипулирования, звеньев, приводов), инерционные силы и моменты, жесткость функциональных звеньев. Деформации передаточных механизмов приводов зависят от их типа, внешней нагрузки, упругой податливости элементов и передаточных механизмов.

При проведении расчетов на жесткость функциональных звеньев исполнительного устройства составляют его расчетную схему. Функциональные звенья представляют в виде прямолинейных стержней с сосредоточенными массами, расположенными в центре масс звеньев, и постоянной жесткости. Длины и взаимное положение стержней схемы равны реальным длинам и их реальному расположению в исполнительном устройстве. Места соединения стержней считаются абсолютно жесткими. Массы приводов (двигателей и передаточных механизмов) располагают на стержнях в соответствии с их реальным расположением на исполнительном устройстве. Таким образом, исполнительное устройство можно рассматривать как стержневая

система, у которой в рассматриваемый момент времени все стержни жестко соединены друг с другом. Расчет на жесткость проводят с целью определения упругих деформаций, а также размеров поперечных сечений звеньев исполнительного устройства под действием внешних нагрузок, т.к. деформации звеньев могут привести к значительной погрешности позиционирования робота.

Выводы:

1. Робот можно применять для очистки местности от металлического мусора различного размера.
2. При установке соответствующего оборудования возможно применение для обнаружения разрывов в телекоммуникационных линиях проложенных под землей в местностях со сложным ландшафтом.
3. Возможно использование в сельском хозяйстве на посевных площадях для точного мониторинга состояния выращиваемой культуры и передачи данных о факторах негативно влияющих на рост и развитие растений (сорные растения, животные-вредители). В этой области робот имеет преимущество перед колесными и гусеничными роботами, поскольку контактирует с землей в точках и не наносит вред сельскохозяйственным растениям.
4. Применение для мониторинга и ухода за сельскохозяйственными культурами, произрастающими в трудных ландшафтных условиях (выращивание риса на заливных лугах). Робот не наносит вреда растениям. При некоторой модернизации конечностей будет иметь хорошую проходимость в данном типе ландшафта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Поезжаева, Е.В.* Теория механизмов и механика машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / *Е.В. Поезжаева*. – Пермь: Изд-во Перм. Гос.техн. ун-та, 2009. – Ч.2. – 185 с.
2. *Поезжаева, Е.В.* Теория механизмов и механика машин. Промышленные роботы: учеб. пособие: в 3 ч. / *Е.В. Поезжаева*. – Пермь: Изд-во Перм. Гос.техн. ун-та, 2009. – Ч.3. – 164 с.

APPLICATION OF MILITARY ROBOTS IN THE PEACE PURPOSES

© 2010 E.V. Poezhaeva, R.V. Denisov

Perm State Technical University

In article the walking robots which are applied to clearing district of metal impurity, in an agriculture on areas under crops and for detection of breaks in telecommunications are considered.

Key words: *walking robots, conversion*

Elena Poezhaeva, Candidate of Technical Sciences, Professor at the Department of Mechanics of Composite Materials and Constructions. E-mail: vova_84_07@mail.ru
Roman Denisov, Student