

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*3.004.67

*П.И. РОМАНОВ, А.Б. КИЗИЛОВ, Е.Н. ВЛАСОВ, С.В. ВИКТОРЕНКОВА*

С.-Петербургская лесотехническая академия

**СБАЛАНСИРОВАННЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ –  
ПЕРСПЕКТИВНОЕ УНИВЕРСАЛЬНОЕ СРЕДСТВО  
ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ  
РЕМОНТНО-ОБСЛУЖИВАЮЩЕЙ БАЗЫ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА**

Обоснованы преимущества пневматических сбалансированных манипуляторов при развитии средств ремонта и технического обслуживания машин лесного комплекса. Предложена оригинальная структура управляющего устройства. Приведены рекомендации по применению силовых исполнительных устройств типа «искусственных мышц».

The advantages of pneumatic balanced manipulators are substantiated under the development of repair and maintenance facilities of the forest machines. The original structure of the controlling device is proposed. The recommendations are given on use of power devices of the «artificial muscle» type.

Техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования предприятий лесного хозяйства отличаются высокой трудоемкостью, которая будет возрастать по мере усложнения конструкций лесоустроительных и лесозаготовительных машин.

При техническом обслуживании и ремонте значительно труднее, чем в основном производстве, внедрять средства механизации и автоматизации производственных процессов. Это объясняется индивидуальным характером большинства операций и влиянием других факторов.

Уровень механизации труда на предприятиях ремонтно-обслуживающей базы (РОБ) лесного хозяйства не превышает 16 % при возможном 40...50 %. Одно из наиболее важных последствий этого – низкая производительность труда в сфере ремонта (в 4 – 5 раз ниже, чем в машиностроении) и высокое качество выполняемых работ.

По данным ЦНИИМЭ, в общем объеме затрат на заготовку 1 м<sup>3</sup> древесины затраты на техническое обслуживание и ремонт оборудования составляют 22...25 %.

Перспективным средством механизации РОБ лесной отрасли является применение сбалансированных манипуляторов (СМ). Использование их в ряде технологических процессов ремонта сельскохозяйственной техники позволило повысить производительность труда в среднем в 1,5 раза, облегчить тяжелый ручной труд, увеличить в 1,2 – 1,4 раза КПД технологического оборудования, от 50 до 200 % годовой экономической эффект от внедрения одного манипулятора.

Сбалансированные манипуляторы имеют существенные преимущества по сравнению с традиционными грузоподъемными машинами (электротали, кранбалки, консольные краны и т. п.), что позволяет значительно расширить область их применения.

Плавное перемещение объекта манипулирования по траектории при «бесступенчатом» регулировании его скорости позволяет быстрее и точнее осуществлять позиционирование (по данным ВНИИГПмаша, время вспомогательных работ в среднем вдвое меньше) и избегать ударов о сопрягаемую деталь и различные препятствия.

Руки оператора освобождаются для свободного позиционирования груза.

Появляется возможность механизировать многие основные технологические операции (сверление, сварка, разборка, сборка, зачистка поверхностей и др.).

Эти СМ позволяют загружать объект манипулирования не только сверху, но и сбоку, существенно расширяя типаж обслуживаемого оборудования.

В конструкциях СМ с вращением захвата вокруг собственных вертикальной и горизонтальной осей груз получает дополнительные технологически важные степени подвижности.

Поскольку груз висит не на гибких связях (тросы, цепи), а зафиксирован в захвате или на крюке, то рабочий не отклоняет центр тяжести груза от нижнего положения. При этом устраняется одна из причин травматизма при такелажных работах.

Конструкция СМ позволяет оснастить их различными устройствами, предотвращающими свободное падение груза при аварийных ситуациях. Сбалансированные манипуляторы широко используют на машиностроительных заводах, в легкой и пищевой промышленности, в складском хозяйстве. Наиболее разнообразный парк СМ создан в Японии, США, ФРГ и Италии.

Из сопоставления характеристик электромеханических, гидравлических и пневматических СМ следует, что при грузоподъемности до 320 кг наиболее высокими эксплуатационными свойствами, надежностью, безопасностью обслуживания и низкой стоимостью обладают пневматические СМ. В силу специфики ремонтного производства (значительный объем раз-

борочных, моечных, диагностических и сборочных работ) их определяющим преимуществом является возможность реализовать позиционный тип управления, при котором оператор может манипулировать находящимся в состоянии равновесия объектом, непосредственно захватив его руками. В этом случае обеспечивается точность и плавность позиционирования, необходимые для выполнения сложных сборочно-разборочных работ.

Однако разработанные в настоящее время в России и за рубежом СМ с позиционным типом управления требуют значительных затрат времени (до 5 мин) для перенастройки системы в случае изменения веса объекта манипулирования. Они также обладают неудовлетворительными динамическими характеристиками, значительным усилием управления. Эти недостатки в специфических условиях ремонтного производства качественно сужают область возможного рационального использования СМ.

Авторами разработана структура устройства управления (УУ) пневматическим СМ на основе комбинированного позиционно-азиатического управления и автоматического уравнивания массы груза (приоритет защищен двумя патентами). Предложенная структура УУ позволяет создавать СМ с позиционной системой управления, у которых при автоматической мгновенной настройке на вес объекта манипулирования и усилию управления, не превышающем 1Н, динамические параметры рабочих движений (ускорение, скорость) выше, чем динамические параметры рабочих движений человека-оператора [1 – 4].

Таким образом, основные характеристики системы СМ – человек-оператор (точность позиционирования, максимальная скорость, длительность переходных процессов) определяются естественными возможностями человека и практически не зависят от веса объекта манипулирования. Данный вывод подтвержден испытаниями опытного образца СМ [4].

Достоинства пневматических СМ с предложенной структурой УУ позволяют существенно расширить область их рационального использования для комплексной механизации ремонтных производств лесной отрасли: разборки, очистки, диагностики, восстановления деталей и сборки. При этом не требуются дополнительные площади и перепланировка существующих рабочих мест. При расположении СМ на различных видах внутрицехового транспорта возможно обслуживание одним манипулятором нескольких рабочих мест.

При проектировании СМ для работы в передвижных мастерских ремонта лесозаготовительной техники предъявляются особо жесткие требования к характеристикам манипулятора. Максимального эффекта можно достичь при использовании в качестве силового элемента исполнительного устройства (ИУ) так называемых искусственных мышц, которые используют различные источники рабочего давления и энергоносители. Однако общим для них является применение упругих и анизотропных свойств цилиндрических оболочек [5]. Достижимое сокращение оболочек – до 30 % начальной длины.

Технические мышцы отличаются следующие достоинства: высокая удельная силовая характеристика (0,5...2,0 Н на 1 г собственного веса); конструктивная и технологическая простота; низкие себестоимость и материалоемкость; устойчивость к агрессивной внешней среде; простота включения в антропоморфные конструкции без применения сложных редукционных и передающих механических устройств.

Значительный выигрыш по массе при расширении функциональных возможностей манипулятора на рабочем месте разборки механизмов может дать применение «искусственной мышцы» одновременно в качестве привода захвата СМ и привода универсального устройства для разборки прессовых соединений.

Технические решения, использованные при разработке УУ СМ, позволяют создать УУ пневматическим гайковертом, обеспечивающее режим автоматического измерения усилия затяжки.

Таким образом, при поиске путей решения задачи, связанной с разработкой СМ для комплексной механизации РОБ лесного хозяйства, необходимо учесть, что исполнительные устройства пневматических СМ имеют достаточно простую рычажную (в основном) конструкцию, но их кинематические схемы разнообразны. Выбрать оптимальную схему и рассчитать ее параметры можно, зная все особенности рабочего места.

Сказанное определяет техническую возможность и экономическую целесообразность разработки ряда типовых модулей, позволяющих в зависимости от конкретных условий компоновать СМ необходимого типоразмера.

Задачу комплексной механизации РОБ лесной отрасли можно решить лишь на основе системы автоматизированного проектирования СМ, позволяющей учесть специфику каждого рабочего места и из ограниченного набора модулей скомпоновать рациональную конструкцию ИУ и УУ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Исследования психологических особенностей операторов, работающих на предприятиях лесной промышленности / П.И. Романов, В.А. Королев, О.Н. Русак и др. // Эргономика и научно-технический прогресс в лесной промышленности: Докл. Всесоюз. науч.-техн. совещания. - М., 1989. [2]. Применение сбалансированных манипуляторов в ГАП / П.И. Романов, В.А. Королев // Робкон 3: Докл. Междунар. конф. по проблемам управления промышленными роботами. - Варна, 1985. [3]. Романов П.И., Абидуев А.С. Пневматические манипуляторы с полуавтоматической системой управления // Шестой Всесоюз. симпозиум по пневматическим (газовым) приводам и системам управления (с международным участием): Докл. Тула, 1991. [4]. Романов П.И., Королев В.А. Разработка пневматических сбалансированных манипуляторов второго поколения // Яблona 88: Докл. XI Междунар. конф. по флюидике. - София, 1988. [5]. Управляемый модуль на волоконно-сорбционных электронных мышцах / А.Б. Кизилов, И.В. Болотин, Ю.Н. Егоров и др. // Приборостроение. - 1990. - № 10. - (Изв. высш. учеб. заведений).