

ПОЛЕТАЙКИН В.Ф., КОЛЕСНИКОВ П.Г.

КОМБИНИРОВАННЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ ЛЕСОСЕЧНЫХ И ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Динамика элементов конструкции



Красноярск
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический
университет»

В.Ф. Полетайкин, П.Г. Колесников

КОМБИНИРОВАННЫЕ МАНИПУЛЯТОРЫ ЛЕСОСЕЧНЫХ И
ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Динамика элементов конструкции

Утверждено редакционно-издательским советом СибГТУ

в качестве монографии

Красноярск
2014

УДК 630.377.4

Полетайкин, В. Ф. Комбинированные манипуляторы лесосечных и лесотранспортных машин. Динамика элементов конструкции [Текст] : монография / В. Ф. Полетайкин, П. Г. Колесников. – Красноярск : СибГТУ, 2014. – 167 с.

В монографии рассмотрены вопросы обоснования кинематических и динамических параметров комбинированных манипуляторов с поворотными в продольно – вертикальной и горизонтальной плоскостях колоннами (с отклоняющимися колоннами) и телескопическими стрелами, предназначенных для оснащения лесосечных и лесотранспортных машин (валочно – трелевочных машин, машин для бесчokerной трелевки деревьев, сортиментовозов, лесопогрузчиков поворотного типа и других машин). Динамика элементов конструкции рассмотрена на примере лесопогрузчика поворотного типа в режимах синхронного движения колонны и стрелы, а так же одновременного подъема и выдвигения секций телескопической стрелы с грузом.

Работа рекомендуется для студентов, магистрантов, аспирантов направлений 151000.62 «Технологические машины и оборудование», 190100.62 «Наземные транспортно-технологические комплексы» и преподавателей в качестве дополнения по курсам «Основы проектирования», «Основы научных исследований», «Динамика и прочность конструкций», «Динамика технических систем».

Рецензенты: В. В. Минин, д-р техн. наук, проф.(ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»);

С. Н. Орловский (ФГБОУ ВПО «КрасГАУ»);

С. Н. Мартыновская канд. пед. наук, доцент (научно-методический совет СибГТУ).

© Полетайкин В. Ф., Колесников П. Г.

© ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет», 2014.

Содержание

Введение.....	7
1 Обзор работ по созданию комбинированных манипуляторов с отклоняющимися колоннами.....	10
2 Режим синхронного поворота колонны и стрелы с грузом.....	20
2.1 Разработка уравнений движения системы «Технологическое оборудование – груз».....	22
2.1.1 Анализ кинетической энергии системы	22
2.1.2 Разработка моделей движения системы «технологическое оборудование – груз».....	26
2.1.3 Определение обобщенных сил Q_φ и Q_α , соответствующих обобщенным координатам системы φ и α	28
2.1.4 Необходимые условия функционирования системы	33
2.2 Формирование базы данных для моделирования режима синхронного поворота колонны и стрелы с грузом	37
2.3 Моделирование режима синхронного поворота колонны и стрелы с грузом	54
2.3.1 Анализ изменения абсолютной скорости движения точки приведения массы стрелы и груза (точки С).....	55
2.3.2 Анализ изменения углового ускорения стрелы и колонны в процессе их одновременного вращения	56
2.3.3 Анализ изменения угловой скорости стрелы и колонны.....	58
2.3.4 Имитационное моделирование нагрузок на гидроцилиндры привода стрелы и колонны при их синхронном движении	60
3 Моделирование системы «Технологическое оборудование – груз» в режиме перемещения груза подъемом стрелы с одновременным выдвиганием секций	79
3.1 Обоснование расчетной схемы динамической системы «технологическое оборудование - груз» поворотного лесопогрузчика.....	79

3.2 Анализ кинетической энергии системы «технологическое оборудование – груз».....	83
3.3. Уравнения движения системы «технологическое оборудование – груз».....	88
3.4 Определение обобщенных сил, соответствующих обобщенным координатам системы	91
3.5 Моделирование режима перемещения груза при одновременном подъеме и выдвигении секций телескопической стрелы.....	102
3.6 Моделирование режима перемещения груза при одновременном подъеме стрелы и выдвигении секций.....	106
3.6.2 Влияние параметра кинематики β на усилия на штоках гидроцилиндров подъема и выдвигения секций стрелы ($P_i = f(\beta, \varphi)$, $P_{ЦЦ} = f(\beta, \varphi)$).....	111
3.6.3 Исследование усилий на штоках гидроцилиндров подъема и выдвигения секций в зависимости от изменения линейной и угловой скоростей движения стрелы.....	114
3.6.4 Влияние расстояний между опорами на силы сопротивления перемещению подвижных секций стрелы.....	116
3.6.5 Оптимизация кинематических параметров механизма подъема стрелы.....	121
4 Экспериментальные исследования движения стрелы с грузом....	125
4.1 Цели и задачи исследований.....	125
4.2 Физическая модель поворотного лесопогрузчика.....	126
4.3 Разработка информационно-измерительной системы.....	130
4.4 Методика экспериментальных исследований и обработка результатов.....	136
4.5 Определение погрешностей измерений.....	142
4.6 Результаты экспериментальных исследований	146
Заключение	151

Библиографический список	154
Приложение А (справочное) Обработка экспериментальных данных	159
Приложение В (справочное) Исходные данные для моделирования рабочих режимов поворотного лесопогрузчика	165

Введение

Манипуляторами общего назначения принято называть дистанционно управляемые механизмы, выполняющие движения, функционально эквивалентные по своему характеру движению руки человека. Такие механизмы, обладающие большим числом степеней свободы, способны захватывать грузы и перемещать их в любую точку обслуживаемого пространства, придавая им нужное положение.

В лесной промышленности широко применяются машины, у которых в качестве рабочего оборудования установлены гидрофицированные манипуляторы. Машины такого типа используются на следующих операциях лесозаготовительного производства: валка, валка-пакетирование, подбор и трелевка деревьев, штабелевка сортиментов, подача деревьев к сучкорезным устройствам, погрузка сортиментов, обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов и т. д. Кроме основных операций, они могут выполнять различные виды вспомогательных работ: погрузку и выгрузку стройматериалов (сыпучих грузов) на строительстве дорог, планировку полотна дороги, рыхление грунта, укладку плит на полотно дороги, погрузку пневого осмола, уборку отходов на нижних складах. Для выполнения этих видов работ они оснащаются сменными устройствами: экскаваторными и грейферными ковшами, грейдерами, рыхлителями, планировщиками, различными грузозахватными приспособлениями.

Промышленностью освоено производство ряда машин с гидрофицированными манипуляторами: валочно-пакетирующая машина ЛП-19А, валочно-трелевочные машины ЛЗ-235, тракторы для бесчokerной трелевки ЛП-18К, лесоукладчик ЛТ-76.

Распространение машины с гидроманипуляторами объясняется следующими преимуществами их перед другими типами машин:

а) широкие технологические возможности: с одной стоянки машина может обрабатывать несколько деревьев (срезать, подобрать и уложить в коник, погрузить и т.д.); При этом не требуется точный подъезд к каждому

дереву. Машина может работать на уклонах 15-20°. Это позволяет успешно использовать такие машины как при сплошных, так и при выборочных рубках;

б) высокая производительность за счет высокого быстродействия исполнительных механизмов;

в) универсальность: один и тот же манипулятор может быть использован при выполнении многих видов работ (валка, пакетирование, погрузка, обрезка сучьев, раскряжевка хлыстов на сортименты (харвестеры) и др.);

г) возможность обеспечить высокую степень унификации машин различного назначения по звеньям рычажных механизмов, по гидроагрегатам и т. д.;

д) обеспечение удобных и безопасных условий труда оператора, выполнение всех операций полностью машинным способом, без применения ручного труда.

В России и за границей разработаны типоразмерные ряды манипуляторов для оснащения лесных машин на базе колесных и гусеничных шасси. Типоразмерные ряды построены по основному параметру манипуляторов - грузовому моменту (кНм).

Практика создания и эксплуатации лесосечных и лесотранспортных машин, оснащенных шарнирно – сочлененными манипуляторами с вылетом более 7 м выявила некоторые их недостатки:

- сложность компоновки технологического оборудования на базовых машинах из-за значительных размеров рычажных звеньев;
- низкая кинематическая точность рычажного механизма, что усложняет операцию ориентирования рабочих органов при выполнении рабочих операций, ухудшает условия работы операторов.

Устранить указанные недостатки в значительной мере позволяет применение в конструкциях комбинированных манипуляторов многоступенчатых телескопических устройств и колонн, поворотных в