

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 531 (075) : (621.833+67.05)  
№ госрегистрации 20013061  
от 31.07.2001

Утверждаю  
Проректор по научной работе  
УО «Витебский государственный  
технологический университет»  
С.М. Литовский  
2005 г.



Отчет  
по научно-исследовательской работе  
Исследование кинематических и динамических параметров  
исполнительных механизмов  
г/б № ВПД – 024  
(заключительный)

Начальник НИС  
Руководитель НИР  
д.т.н., профессор

С.А. Беликов

А.В. Локтионов

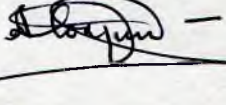
Витебск, 2005

Библиотека ВГТУ



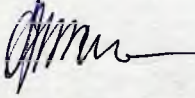
## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы,  
зав. кафедры, д.т.н.,  
профессор

27.10.05 

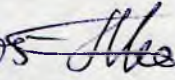
А.В. Локтионов  
(реферат, введение,  
заключение, разд. 1.1-  
- 1.6, 2.3, 3.1-3.3)

Исполнители:  
к.т.н., доцент

27.10.05 

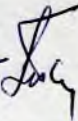
Ф.А. Ким  
(разд. 1.7)

к.т.н., доцент

27.10.05 


А.Г. Семин  
(разд. 2.1-2.3)

к.т.н., профессор

24.10.05 


А.М. Тимофеев  
(разд. 2.3)

к.т.н., доцент

27.10.05 

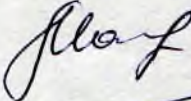
В.Г. Буткевич  
(разд. 3.1-3.3)

ст. преп.

27.10.05 

В.В. Сяуборов  
(разд. 1.8)

аспирант

27.10.05 

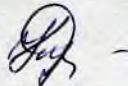
Т.А. Мачихо  
(разд. 3.1-3.3)

лаборант

27.10.05 

А.В. Гусаков  
(разд. 1.2, 1.5, 1.6)

Нормоконтроль

24.10.05 

И.Л. Кудина





## РЕФЕРАТ

Отчет 70 с., 31 рис., 20 источников.

### ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МЕХАНИЗМ, КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, РОБОТ, РЫЧАЖНЫЙ, ОСТАНОВКА, РАМКА, ЗУБЧАТО-РЫЧАЖНЫЙ, КАРЕТКА, НЕТКАНЫЕ ПОЛОТНА, ПРОЦЕСС, СМЕШИВАНИЕ, КАРДОЧЕСАНИЕ, РЕКОМЕНДАЦИИ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Объектом исследования являются исполнительные механизмы роботов-манипуляторов с тремя степенями подвижности, рычажный семизвенный механизм отклонения иглы и планетарный зубчато-рычажный механизм каретки, механизм взаимодействия игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания.

Цель работы – разработка методики и оценка методов расчета кинематических параметров пространственных исполнительных механизмов, выявление динамических и технологических возможностей механизмов, аналитическое исследование процессов очистки льняных отходов, смешивания волокнистых компонентов при формировании нетканых полотен и динамики взаимодействия игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания.

В основу метода исследований положены методология расчета кинематических параметров исполнительных механизмов, синтез и анализ механизмов графическими и аналитическими методами, технология производства нетканых полотен с вложением льняных отходов.

В процессе работы выполнен расчет кинематических и динамических параметров исполнительных механизмов с тремя степенями подвижности, дана оценка методов их расчета, исследованы механизмы отклонения иглы и транспортирования ткани, разработаны методы синтеза механизмов, дана оценка исполнительных механизмов в производстве нетканых полотен с вложением льняных отходов и выполнен расчет их кинематических и динамических параметров.

В результате исследований разработана методика расчета кинематических параметров исполнительных механизмов, рекомендованы конструктивные размеры звеньев механизмов и их динамические характеристики, определены реакции в кинематических парах и аналитически доказана возможность использования оборудования для переработки шерстяных отходов применительно к льняным отходам.

Предложенные механизмы имеют значительные динамические и технологические преимущества перед существующими приводами рамки и каретки: меньшими инерционными нагрузками и возможностью регулирования числа остановок за цикл, длительности и качества этих остановок.

Предложенные механизмы могут быть использованы в машинах, где требуется остановка исполнительного органа. Получен патент на устройство отклонения иглы швейной зигзаг-машины и механизм преобразования вращательного движения приводного вала в прерывисто-вращательное с квазиостановками выходного звена.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. Расчет кинематических и динамических параметров исполнительных механизмов.....	8
1.1. Расчёт кинематических параметров трехзвенного робота-манипулятора с тремя степенями подвижности при координатном способе задания движения .....	8
1.2. Расчёт кинематических параметров трехзвенного исполнительного механизма с тремя степенями подвижности векторным методом.....	10
1.3. Расчёт кинематических параметров в цилиндрических координатах матричным методом.....	11
1.4. Расчёт кинематических параметров в сферических координатах матричным методом.....	16
1.5. Расчёт кинематических параметров двухзвенного механизма с тремя степенями подвижности матричным методом.....	21
1.6. Оценка методов расчета кинематических параметров пространственных исполнительных механизмов .....	25
1.7. Исследование приводного механизма основывающейся машины.....	28
1.8. Оценка эффективности процесса зубофрезерования цилиндрических зубчатых колес червячными фрезами .....	33
2. Разработка и исследование механизмов отклонения иглы и транспортирования ткани.....	36
2.1. Механизм отклонения иглы .....	36
2.1.1. Графический анализ механизма.....	36
2.1.2. Аналитический синтез механизма.....	39
2.2. Механизм транспортирования ткани .....	41
2.2.1. Кинематический анализ.....	41
2.2.2. Силовой анализ механизма .....	44
2.2.3. Синтез механизма транспортирования ткани швейной машины.....	46
2.3. Исследование двухкривошипного шарнирного четырехзвенника .....	51
3. Исследование кинематических и динамических параметров исполнительных механизмов в производстве нетканых полотен с вложением льняных отходов.....	55
3.1. Исследование процесса очистки отходов льняных волокон при формировании нетканых полотен .....	55
3.2. Исследование процесса смешивания волокнистых компонентов при формировании нетканых полотен .....	57
3.3. Динамика взаимодействия игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания .....	60
Заключение .....	67
Список использованных источников .....	69



## ВВЕДЕНИЕ

Абстрактный уровень общенаучных дисциплин накладывает негативный отпечаток на усвоение курсов, приводит студентов к мнению о ненужности их изучения. Выход из создавшегося положения видится в привлечении примеров практического применения методов изучаемых дисциплин. В теоретической механике имеется ряд задач, решения которых осуществляется громоздкими, трудоёмкими математическими методами. Применение персональных ЭВМ, стандартных подпрограмм позволяет привить навыки использования вычислительной техники при решении технических задач в условиях сокращения учебных часов по дисциплине.

Роботы образуют обширный класс машин, предназначенных для выполнения различных действий предусмотренных программой. Общим признаком роботов является возможность быстрой переналадки для автоматического выполнения различных предусмотренных программой действий.

Сложность расчёта манипуляторов обусловила развитие методов ориентированных на применение ЭВМ. Весьма удобным с этой точки зрения является метод матричного исчисления. Поэтому разработка методики и программы расчёта кинематических параметров центра схвата робота матричным методом является актуальной научно-технической задачей.

Расчёт кинематических параметров центра схвата рассмотрен применительно к роботу - манипулятору с тремя степенями подвижности, работающему в цилиндрической и сферической системах координат. Предусмотрено как определение скорости и ускорения центра схвата, так и его траектории движения в зависимости от заданных исходных расчётных параметров, определяющих уравнение движения исполнительного механизма робота. Траектория центра схвата должна рассматриваться, как относительно неподвижной, так и относительно подвижной системы координат, связанной с центром схвата. Необходима оценка различных методов расчета: при координатном способе задания движения центра схвата робота, векторного и матричного.

Рассмотрение рычажных механизмов со специфической структурой и кинематикой позволяет исследовать точность выстоя рабочего звена с качательным и поступательным движением таких механизмов, исследовать точность выстоя механизма с остановкой выходного звена, провести кинематический анализ механизма с нестандартными группами Ассура второго класса третьего вида. Кинематика последних, при расположении их звеньев на подвижных звеньях механизма, существенно отличается от кинематики таких групп при соединении хотя бы одного из их звеньев со стойкой. Метод кинематического анализа таких групп имеет практическое применение при исследовании и проектировании с использованием ЭВМ рычажных механизмов, рассматриваемых в курсе теории механизмов и машин, применительно к кривошипно-шатунному механизму основывающейся машины ОВ-7.

Одним из условий повышения скоростного режима швейных машин, а также повышения их надёжности является улучшение динамических характеристик отдельных исполнительных механизмов.

В качестве привода рамки игловодителя швейной машины зигзагообразной строчки применяются кулачковые механизмы различных конструкций, которые позволяют получить качательное движение рамки с ее остановками в момент прокалывания материала иглой. К недостаткам этих механизмов относится возникновение больших напряжений в зоне контакта ролика и кулачка, которые препятствуют повышению скорости машины. С целью устранения этого недостатка предложен новый рычажный механизм с двумя степенями подвижности.

Применение кулачковых механизмов в приводе каретки швейных полуавтоматов также сдерживает повышение скоростного режима машин. Предлагается новый зубчато-рычажный механизм, который также обеспечивает возможность получить движение каретки с ее остановкой во время прокалывания ткани иглой.

В работе предложены методы синтеза обоих механизмов, проведено кинематическое и динамическое исследование, а также даны рекомендации по внедрению их в машинах, где требуется прерывистое движение исполнительного органа.

Исследование кинематических и динамических параметров исполнительных механизмов необходимо и в производстве нетканых полотен с вложением льняных отходов.

Аналитическими исследованиями возможности применения быстроходного конденсора для очистки восстановленных волокон установлено, что время 0,013 с прохождения сора через волокнистый слой и сетку конденсора соответствует технологическим возможностям оборудования используемого для переработки шерстяных волокон.

Проанализирована также динамика взаимодействия игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания. Полученные расчетные формулы представляют собой методику расчета движения волокнистой массы с учетом сил, возникающих при взаимодействии игл гарнитуры с волокнистыми отходами.



## Список использованных источников

1. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах : Учеб. пособие для втузов. Т.1. Статика и кинематика. – М.: Наука, 1990. – с. 672.
2. Локтионов А.В., Гусаков А.В. Расчет кинематических параметров двухзвенного механизма с тремя степенями подвижности. – Вестник Полоцкого государственного университета. Фундаментальные науки, 2004, №4, с. 99-102.
3. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики, том I. – М.:Наука, 1970. – 240 с.
4. Добронравов, В.В. Курс теоретической механики: Учебник для втузов/ В.В. Добронравов, А.Л. Дворников, Н.Н. Никитин. – М. Высш.шк., 1974. 528 с.
5. Мещерский, И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учеб. пособие для втузов/ И.В. Мещерский. – 36-е изд. испр. – М.: Наука, 1986. – 448 с.
6. Фролов К.В., Воробьев Е.И. Механика промышленных роботов, часть 1. Кинематика и динамика. – М.: Высш. шк., 1988 – 304 с.
7. Локтионов А.В. К вопросу расчета кинематических параметров в цилиндрических координатах. Теоретическая и прикладная механика: Сб. науч. Трудов. Под ред. И.П. Филонова. – Мн.:УП «Технопринт», 2002. – 252 с.
8. Локтионов А.В. Расчет кинематических параметров в сферических координатах матричным методом. Теоретическая и прикладная механика: Межведомственный сборник научно-методических статей/–Мн. УП «Технопринт», 2004. – с. 115-118.
9. Локтионов А.В., Гусаков А.В. Оценка методов расчета кинематических параметров исполнительного механизма. // Современные методы проектирования машин. Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Вып. 2. В 7 томах. – Т. 2. Качество изделий машиностроения. Проектирование материалов и конструкций/ Под общ. ред. Витязя. – М.: УП «Технопринт», 2004. с. 132-136.
10. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики, ч. I. – М.:Наука, 1972, с. 468.
11. Семин А.Г., Локтионов А.В., Блинов С.П. Устройство отклонения швейной зигзаг-машины и механизм преобразования вращательного движения в прерывисто-вращательное. Патент №5717 от 22.07.2003.
12. Озол О.Г. Основы конструирования и расчета механизмов. – Рига: Звайгэне, 1979. – 360 с.
13. Семин А.Г., Тимофеев А.М., Локтионов А.В. Исследование механизма с прерывистым движением выходного звена. Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого №3 -4 – Гомель, 2002, с. 12-16.
14. Семин А.Г., Тимофеев А.М., Локтионов А.В. Исследование зубчато-рычажного механизма с прерывистым движением выходного звена. Вестник УО «ВГТУ» – Витебск, 2004, с. 60-63.



15. Сёмин А.Г., Богачёв А.В. Кинематическое исследование механизма вращательного движения с квазиостановками. Сб. статей VII Республиканской НТК студентов и аспирантов Беларуси «НИРС –2002». – Витебск: УО «ВГТУ», 2002, с. 358-359.
16. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. Учебник для вузов. – 4 –е изд., перераб. и доп. –М.: Наука, 1988. –639 с.
17. Семин А.Г., Тимофеев А.М., Локтионов А.В. Исследование двухкривошипного механизма шарнирного четырехзвенника. Вестник УО «ВГТУ» – Витебск, 2003, с. 59-62.
18. Локтионов А.В., Буткевич В.Г., Мачихо Т.А. Исследование процесса очистки отходов льняных волокон. //Теоретическая и прикладная механика. Межведомственный сборник научно-методических статей. БНТУ. Мн., 2004. с. 25-26.
19. Локтионов А.В., Буткевич В.Г., Мачихо Т.А. Исследование процесса смешивания волокнистых компонентов при формировании нетканых полотен. Вестник УО «ВГУ им. П.М.Машерова», Витебск, 2004. с. 120-123.
20. Локтионов А.В., Буткевич В.Г., Мачихо Т.А. Динамика взаимодействия игл гарнитуры с волокнистыми отходами в процессе кардочесания. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия фундаментальные науки, Полоцк, 2004 №11. с. 98-102.

