

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

УДК 621.9

ПОПОВ АНДРІЙ АНАТОЛЬЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ ДЛЯ
ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ**

8.0505031– металлорежущие станки

Автореферат магистерской работы

Краматорск - 2014

Работа выполнена на кафедре компьютеризированные мехатронные системы, инструмент и технологии Донбасской государственной машиностроительной академии Министерства образования и науки Украины.

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Ковалев Виктор Дмитриевич

Защита состоится 22 декабря 2014 года в 9 часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии Донбасской государственной машиностроительной академии.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Актуальность проблемы. Наиболее актуальной задачей в станкостроении в настоящее время является повышение точности обработки.

Повышение точности станков, как известно, прежде всего, исключает отдельные операции последующей обработки, то есть увеличивает общую производительность механической обработки. К тому же, повышение точности и изменение шероховатости поверхности деталей в определенной степени влияет на качество выпускаемой продукции и на ее технико-экономические характеристики при эксплуатации.

Применение опор качения имеет определенный предел по точности, так как источниками смещения заданной траектории движения являются геометрические поверхности дорожек и тел качения, изменения распределения сил в подшипнике вследствие изменения положения тел качения относительно линии действия внешней нагрузки, а также наличие деформаций, как самих тел качения, так и сопрягаемых с ними поверхностей деталей. При увеличении натяга в опорах качения точность вращения повышается только до некоторого предела. Такая же картина наблюдается и для линейных опор качения.

Опоры жидкостного трения находят все более широкое применение при конструировании тяжело нагруженных опор, в частности, в шпиндельных опорах тяжелых токарных станков, вальцешлифовальных, колесотокарных и других.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Исследования, которые выполнены в магистерской работе, связаны с государственными бюджетными темами кафедры компьютеризированные мехатронные системы, инструмент и технологии Донбасской государственной машиностроительной академии. Результат исследований и разработки работы совместно с предприятием ООО «КРАМСТАНКОСЕРВИС» внедрены на производство.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – повышение точности тяжелых токарных станков за счет применения адаптивных шпиндельных гидростатических опор.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать пути повышения точности станочного оборудования, особенности применения шпиндельных опор разных типов
2. Разработать методику расчета и моделирования шпиндельных узлов на опорах жидкостного трения.
3. Провести моделирование поведения шпиндельного узла при различных режимах и схемах силовых и температурных нагружений.

Объект исследования – шпиндельные узлы тяжелых станков.

Предмет исследования – закономерности работы шпинделей на гидростатических подшипниках.

Методы исследования. Моделирование напряженно-деформированного состояния исполнительных органов станка с помощью современных программных пакетов. Расчет характеристик опорных узлов численными методами: конечных разностей и конечных элементов. Методы структурный и параметрический синтез мехатронных станочных систем.

Научная новизна полученных результатов.

1. Разработана методика расчета шпиндельного узла станка на гидростатических опорах с учетом упругих и тепловых деформаций.

2. Создана мехатронная система управления точностью шпиндельного узла на базе адаптивных гидростатических опор.

3. Разработаны адаптивные регуляторы систем питания опор с обратной связью по положению шпинделя.

Практическая ценность. Разработана методика расчета шпиндельного узла станка на гидростатических опорах с учетом упругих и тепловых деформаций. Создана мехатронная система управления точностью шпиндельного узла на базе адаптивных гидростатических опор. Разработаны адаптивные регуляторы систем питания опор с обратной связью по положению шпинделя.

Достоверность полученных результатов. Достоверность полученных результатов работы обеспечивается точностью постановки задач, использованием математически корректных методов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задач работы; разработке методов их решения; проведении экспериментальных исследований. Вклад автора в работы, выполненные в соавторстве, состоял в непосредственном участии во всех стадиях работы, включая постановку задачи, выполнения теоретических и экспериментальных исследований.

Апробация результатов работы. Основные положения и результаты докладывались на конференциях: Всеукраинском конкурсе студенческих научных работ в области наук «Обработка материалов в машиностроении» (г. Кировоград, 2014г.); Международная научно-техническая конференция «Тяжелое машиностроение. Проблемы и перспективы развития» (г. Краматорск 2014г.)

Публикации. Опубликовано 3 статьи [1–3], подано 2 заявки на патент.

Структура и объем работы. Магистерская работа состоит из введения, восьми глав, общих выводов, списка использованных источников с 49 наименованиями и 4 приложения. Основной текст изложен на 137 страницах, содержит 24 рисунков, 32 таблиц. Общий объем работы содержит 165 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследования, научная новизна и практическое значение полученных результатов. Приведен уровень апробации работы, личный вклад соискателя и количество публикаций.

Первый раздел посвящен изучению проблем современного тяжелого машиностроения и намечены основные пути для их решения. В данном разделе также производится анализ существующих современных станков которые используются в тяжелом машиностроении. Одним из самых ответственных узлов в станках является шпиндельный узел. Именно от него зависит качество и точность обработки. Все более приемлемым вариантом для повышения точности шпиндельных узлов является применение гидростатических мехатронных адаптивных опор. Гидростатические опоры имеют ряд преимуществ перед классическими опорами качения. Именно поэтому гидростатикой оснащаются тяжелые станки как отечественных так и зарубежных производителей.



Рис. 1 - Тяжелый токарный станок мод. GEMINIS GHT11 G4

Второй раздел Включает программные методы диагностирования и испытания станков. В данном разделе рассказывается о передовом методе исследований которые были применены для выполнения работы. Одной из основных особенностей программного метода является управление ходом испытания по программе, заложенной в ЭВМ и отражающей весь диапазон условий эксплуатации станка. Основная цель программных испытаний — оценить реакцию станка на весь спектр внешних воздействий, отражающий эксплуатационные нагрузки, и выявить области состояний для регламентированных выходных параметров станка. В качестве выходных параметров станка выбирают показатели точности осуществления движений формообразующих узлов. По результатам испытания станка области

состояний сравнивают с соответствующими областями работоспособности (область допустимых значений выходных параметров). В результате определяют показатели качества станка и, в первую очередь, запас надежности по каждому из параметров.

Третий раздел В данном разделе приведена методика расчета для проектирования гидростатических опор для тяжелых токарных станков с учетом всех внешних факторов. Расчеты приведенные в данном разделе основываются на уравнении 1 Рейнольдса:

$$\frac{\partial}{\partial \varphi} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial \varphi} \right) + R^2 \frac{\partial}{\partial z} \left(h^3 \frac{\partial p}{\partial z} \right) = -6\mu UR \frac{\partial h}{\partial \varphi} \quad (1)$$

где R - радиус сопрягаемых поверхностей;

φ - угловая координата, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$,

U - скорость в направлении φ .

Уравнение для рассматриваемого случая цилиндрических опор в безразмерной форме:

$$\frac{\partial}{\partial \bar{\varphi}} \left(\bar{h}^3 \frac{\partial \bar{p}}{\partial \bar{\varphi}} \right) + \frac{\partial}{\partial \bar{z}} \left(\bar{h}^3 \frac{\partial \bar{p}}{\partial \bar{z}} \right) = -\Omega \frac{\partial \bar{h}}{\partial \bar{\varphi}} \quad (2)$$

где $\Omega = \frac{6\mu UR^2}{\Delta^2 c}$ – безразмерная величина, характеризующая параметры исследуемой цилиндрической опоры.

После решения основного уравнения 1 и 2, можно производить остальные расчеты необходимы для проектирования опор.

Четвертый раздел дипломной работы содержит описание работы спроектированного тяжелого токарного станка. Описание и устройство шпиндельного узла (рис. 2). В разделе приведена схема питания и управления гидростатическими опорами.

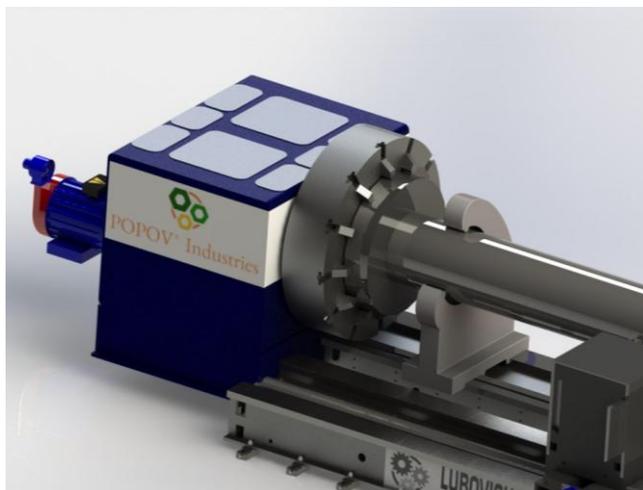


Рис. 2 – Внешний вид шпиндельной бабки спроектированного станка

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ МАГИСТЕРСКОГО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

1. Клименко Г.П., Коноплицкий Е.В., Яворовская Я.И. Исследование напряженного состояния сверл для глубокого сверления / Важке машинобудування, проблеми та перспективи розвитку. Матеріали ХІ міжнародної науково-технічної конференції «Важке машинобудування». – Краматорськ : ДДМА, 2013.-с.63.
2. Клименко Г.П., Яворовская Я.И. Исследование конструкций сборного инструмента для глубокого сверления / Надежность режущего инструмента и оптимизация технических систем. – Краматорск : ДГМА, №33, 2014. -с.45-50.
3. Клименко Г.П., Пациора А.П., Яворовская Я.И. Анализ качества конструкций сборного инструмента для глубокого сверления / Матеріали ХІІ міжнародної науково-технічної конференції «Важке машинобудування». – Краматорськ : ДДМА, 2014.-с.18.
4. Клименко Г.П., Яворовская Я.И. Повышение качества сборных сверлильных головок / Вестник ДГМА.
5. Яворовская Я.И. Совершенствование конструкций и исследование качества сборных инструментов для глубокого сверления / Студенческий Вестник. –Краматорск : ДГМА, № .-с.