

Учредители

- Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
- Московский государственный индустриальный университет

Издатель

Московский государственный индустриальный университет

Журнал зарегистрирован 30 декабря 2004 г. Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-19294

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

№ 1`2011

Выходит 4 раза в год

ISSN 1815-1051

В номере

РЕДКОЛЛЕГИЯ ЖУРНАЛА

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Ганиев Р.Ф., академик РАН, директор Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (ИМАШ РАН)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Скопинский В.Н., д.т.н., профессор (МГИУ)

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Баранов Ю.В., д.т.н., проф. (ИМАШ РАН)

Овчинников В.В., д.т.н., проф. (ФГУП «РСК МИГ»)

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Алешин Н.П., академик РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Асташев В.К., д.т.н., проф. (Москва)

Беляков Г.П., д.э.н., проф. (Красноярск)

Бобровницкий Ю.И., д.ф.-м.н., проф. (Москва)

Вайсберг Л.А., д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Горкунов Э.С., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Екатеринбург)

Григорян В.А., д.т.н., проф. (Москва)

Дроздов Ю.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Индейцев Д.А., член-корр. РАН, д.ф.-м.н., проф. (Санкт-Петербург)

Колесников А.Г., д.т.н., проф. (Москва)

Кошелев О.С., д.т.н., проф. (Н. Новгород)

Лунев А.Н., д.т.н., проф. (Казань)

Махутов Н.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Пановко Г.Я., д.т.н., проф. (Москва)

Перминов М.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Петров А.П., д.т.н., проф. (Москва)

Полилов А.Н., д.т.н., проф. (Москва)

Поникаров С.И., д.т.н., проф. (Казань)

Приходько В.М., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Резчиков А.Ф., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Саратов)

Рототаев Д.А., д.т.н., проф., акад. РАРАН (Москва)

Теряев Е.Д., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Федоров М.П., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Санкт-Петербург)

Чаплыгин Ю.А., член-корр. РАН, д.т.н., проф. (Москва)

Шляпин А.Д., д.т.н., проф. (Москва)

Штриков Б.Л., д.т.н., проф. (Самара)

ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

И. О. Аверьянова, Р. К. Продан

Особенности технологии изготовления сложнопрофильных
мелкоразмерных деталей 2

АНАЛИЗ И СИНТЕЗ МАШИН

О. В. Бармина, О. А. Волоховская

Методика расчета вибраций в многоступенчатых
погружных насосах для нефтедобычи 7

С. В. Хейло, В. А. Глазунов, Во Динь Тунг

Решение задачи о скоростях и особых положениях
сферического манипулятора параллельной структуры 18

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Н. П. Калашников, А. С. Ольчак

Изменение физических свойств металлов в экстремальных
условиях при локальном нарушении электронейтральности 26

В. П. Мордовин, С. В. Куцев

Получение водородаккумулирующего сплава TiFe
и его применение в гидридной холодильной установке 31

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА

А. Н. Шемякин, М. Ю. Рачков, Н. Г. Соловьев

Исследование характеристик мощности излучения
лазерного технологического комплекса
с несамостоятельным тлеющим разрядом 40

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАШИН И СИСТЕМ

А. М. Локощенко, В. В. Терауд

Экспериментальное подтверждение результатов
моделирования осадки цилиндров при ползучести 49

Н. В. Лукьянова

Одноклассовый классификатор на основе алгоритма SVDD 54

В. Н. Скопинский, А. Б. Сметанкин, Н. В. Вождова

Выбор схематизированной диаграммы напряжений для
упругопластического анализа пересекающихся оболочек 58

А. С. Чернятин, И. А. Разумовский

Комплексный анализ элементов конструкций
с поверхностными трещинами 66

ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ!

Подписка на журнал

«Машиностроение и инженерное образование»
проводится в издательском центре МГИУ

Тел.: (495) 620-39-92

E-mail: mio@msiu.ru

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 13115

Уважаемые читатели!

Журнал «Машиностроение и инженерное образование» входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора или кандидата наук.

УДК 621.9

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ*

И. О. Аверьянова, Р. К. Продан

В статье предложена новая технология обработки внутренней сложнопрофильной поверхности мелкоразмерного высокоточного соединения деталей (гайки), рассмотрены вопросы проектирования и изготовления инструмента для ее обработки на электроэрозионном и токарно-фрезерном оборудовании. Представлена комплексная методика проектирования, расчета элементов передачи, описания фигурных поверхностей обрабатываемых деталей и технологии изготовления элементов передачи.

Ключевые слова: мелкоразмерная деталь, электроэрозионная обработка, электрод-инструмент, эквидистанта, межэлектродный зазор, геометрическое проектирование, твердотельное моделирование.

Введение

В машиностроении имеется большая номенклатура деталей, относящихся к классу мелкоразмерных, с высокой точностью обработки внутренних сложнопрофильных поверхностей, изготовление которых сопряжено с определенными трудностями. Например, к такому классу деталей принадлежит передача «винт-гайка» качения с диаметром винта менее 30 мм. К соединениям такого типа предъявляются высокие требования:

– использование передачи должно обеспечивать плавное, равномерное, беззазорное и точное перемещение исполнительных узлов и механизмов различных технологических машин;

– в приборостроении, точной механике, в нанотехнологии габариты элементов передачи постоянно меняются в сторону уменьшения линейных размеров;

– из-за высоких контактных напряжений между шариками и желобами на винте и гайке, возникающих в результате сложных движений трущихся пар, материалы элементов передачи должны обладать высокой твердостью и износостойкостью;

– свойства элементов передачи и ее работоспособность не должны ухудшаться в процессе эксплуатации несмотря на разнохарактерные стратегии технологии обработки винта и гайки;

Вышеизложенные требования ставят задачу

* Работа проводилась в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России 2009–2011 гг.», госконтракт ПЗ14.

поиска и разработки новой технологии изготовления подобных деталей в связи с тем, что такие классические методы поверхностной обработки, как механическая, химическая и термическая, трудозатратны или не обеспечивают нужный профиль деталей. Обработка материалов концентрированными потоками энергии является альтернативным методом обработки деталей такого класса.

Целью работы является исследование процесса обработки внутренних сложнопрофильных поверхностей мелкоразмерных высокоточных деталей из труднообрабатываемых материалов с помощью электроэрозионного оборудования.

Особенности предложенной технологии изготовления

По действующей технологии изготовления гайки процесс формирования ее внутренней поверхности происходит на координатно-расточном станке за несколько переходов, необходимость выполнения которых объясняется следующим. Поскольку для малых габаритов гаек в качестве материалов используются легированные стали, то между полустовыми и чистовыми операциями включается термическая обработка гайки. Формирование внутреннего профиля винтовой резьбы гайки производится специально изготовленными для полустовых и чистовых операций резцами. Кроме того, после каждого перехода происходит смена баз, которая контролируется измерительным щупом непосредственно на координатно-расточном станке. И еще одна особенность – любая контактная механическая обработка деталей связана с потерей стойкости режущего инструмента и возможностью получения искаженного профиля деталей. Для исключения подобных явлений необходимо систематически осуществлять контроль параметров режущей части резца предпочтительно непосредственно на станке в процессе обработки.

С уменьшением габаритов винтовой передачи технологическая проблема изготовления гайки возрастает, а технологические средства становятся ограниченными. Высокоинтенсивные методы поверхностной обработки мелкоразмерных деталей, в данном случае пары «винт-гайка», при использовании концентрированных импульсных потоков энергии имеют ряд преимуществ перед классическими методами поверхностной (механической) обработки.

Например, обработка импульсными потоками энергии ведется без непосредственного контакта инструмента с заготовкой и, следовательно, нет силового воздействия на заготовку. Обеспечивается формирование уникального физико-химического состояния материала в поверхностном слое, достижение нанометровой точности изготовления и шероховатости поверхности $Ra = 0,05–0,06$ мкм, а также высокой экологической чистоты производства.

Постановка задачи

Для возможности осуществления предложенного технологического процесса была поставлена задача разработки и изготовления формообразующей электрода-инструмента, повторяющей профиль резьбы мелкоразмерного соединения «винт-гайка» (рис. 1). Профиль желоба может быть самым разнообразным, но исходя из технологических соображений в основном в винтовых передачах используют полукруглый профиль.

Экспериментальные работы проводились в Ресурсном центре МГИУ. При электроэрозионной прошивке форма электрода-инструмента отображается в электроде-заготовке. Возможность проведения электроэрозионной обработки в нормальных условиях обусловлена минимальной электропроводностью материалов обоих электродов (заготовки и инструмента) от 10^{-2} до 10^{-1} См/м¹. Съем материала производится в диэлектрической жидкости с помощью электрических разрядов между электродом и заготовкой [1].

Профиль и геометрические размеры рабочей части электрода-инструмента являются эквидистантным отображением профиля полости детали с размерами, уменьшенными на величину межэлектродного зазора и припуска на последующую обработку.

В общем виде номинальный размер B электрода-инструмента определяется выраже-

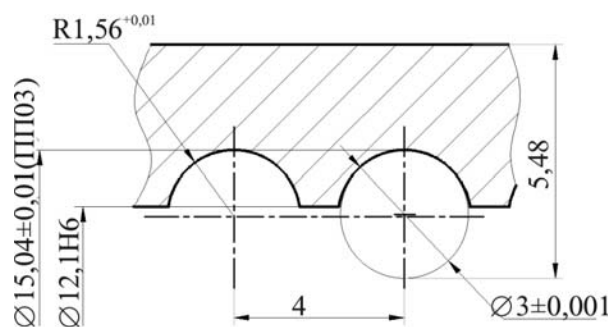


Рис. 1. Профиль резьбы