

чае не изменяется состав данных для оценки безотказности, изменяется их объем.

### Литература

1. Проников А.С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1978. 592 с.
2. Авдеев В.Б. Диагностирование работоспособности технологического оборудования по качеству выполняемой работы в автомобилестроении. Учебное пособие. М.: ИПК Минавтопрома, 1987. 74с.
3. Авдеев В.Б. Метод оценки параметрической надежности токарных станков с ЧПУ с учетом взаимного влияния ухудшающих точность процессов. Сб. научных трудов «Современные проблемы повышения квалификации и научно-технического прогресса в автомобильной промышленности». М.: НПО «НИИТАвтопром», 1988, с. 66-80.
4. Иванников С.Н., Шандов М.М. Метод определения параметрической надежности шпиндельных узлов. М.: Известия МГТУ «МАМИ». 2012, № 1(13). с. 161-162.

### **Повышение производительности обработки штоков пневмо- и гидроцилиндров за счет усовершенствования устройства для комбинированной обработки резанием и поверхностным пластическим деформированием**

к.т.н. доц. Пини Б.Е., д.т.н. проф. Максимов Ю.В., к.т.н. доц. Анкин А.В., Авдеев А.С.  
Университет машиностроения  
8(495)223-05-23, доб. 1451, [assi@mami.ru](mailto:assi@mami.ru)

*Аннотация.* Комбинированная обработка резанием и поверхностным пластическим деформированием является высокоэффективным процессом изготовления рабочих поверхностей корпусов и штоков пневмо- и гидроцилиндров. В данной статье раскрыты конструкция и принцип действия устройства, усовершенствующего реализацию этого процесса.

*Ключевые слова:* комбинированная обработка, поверхностно пластическое деформирование, штоки и корпуса цилиндров, плавающий многолезцовый блок, корпус головки.

Комбинированная обработка резанием и поверхностным пластическим деформированием (ППД) используется для обработки отверстий и штоков пневмо- и гидроцилиндров, которые находят широкое применение в качестве исполнительных элементов в различных машинах и устройствах. Эти элементы компактны, имеют системы бесступенчатого регулирования скоростей линейных перемещений, технологичны в изготовлении, ремонтноспособны и долговечны в эксплуатации. Изготавливаются пневмо- и гидроцилиндры в широком диапазоне типоразмеров. По диаметрам отверстий наиболее распространённые типоразмеры цилиндров находятся в диапазоне от 25 до 160 мм с разницей по диаметрам в 5 мм.

Традиционная технология изготовления корпусов и штоков пневмо- и гидроцилиндров достаточно трудоемка, особенно при изготовлении крупногабаритных изделий с большой длиной рабочих поверхностей, которая выбирается исходя из требований к эксплуатации изделия с цилиндрами. При использовании в качестве заготовки горячекатаных прутков обработка наружных поверхностей выполняется в три и более операций, что требует значительных затрат времени и средств. Первой операцией при обработке длинномерных штоков является черновая обточка, необходимая для снятия дефектного поверхностного слоя и уменьшения исходных погрешностей формы и размеров. Затем производится получистовая и чистовая обработка.

Устройства для комбинированной обработки резанием и ППД позволяют снизить трудоемкость обработки за счёт совмещения получистовой и чистовой обработки. При этом благодаря использованию процесса обкатывания роликами обрабатываемой поверхности, обеспечивается высокое качество по шероховатости поверхности от  $Ra = 0,63$  и ниже, создаётся упрочнённый слой, улучшающий эксплуатационные свойства деталей.

Устройства для комбинированной обработки резанием и ППД стали основой для разработки типовых технологических процессов обработки корпусов и штоков пневмо- и гидроцилиндров.

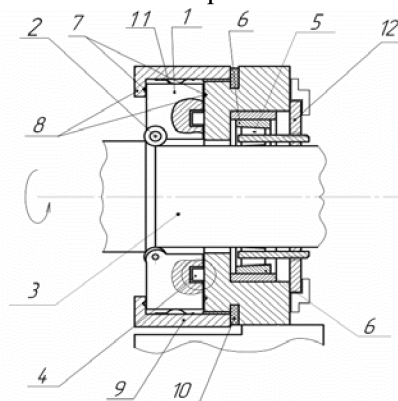
Существуют различные конструкции устройств для комбинированной обработки резанием и ППД, в том числе отличающихся количеством режущих элементов, число которых не превышает двух. От количества режущих элементов в комбинированных устройствах в значительной степени зависит производительность обработки резанием и ППД, так как режимы обкатывания поверхности роликами и резания резцами различны и связаны с глубиной резания, подачей и скоростью резания. Учитывая, что пятно контакта от деформирующего элемента на обкатываемой поверхности имеет протяженность, измеряемую в миллиметрах, а величины подач для резцов измеряются в десятых долях миллиметра, то могут возникать условия, при которых возможен перенаклёп поверхностного слоя и появление шелушения, что недопустимо. Для того чтобы этого не было, необходимо снижать припуск под обкатывание и повышать точность в поперечном сечении детали при сохранении относительно невысоких скоростей резания. Увеличение скоростей резания, а следовательно, чисел оборотов вращения детали, может вызывать вибрации в системе из-за биения неточной заготовки. Одним из путей повышения производительности комбинированной обработки резанием и ППД штоков является увеличение количества режущих элементов в устройстве, что позволяет снимать повышенные припуски при увеличении величин подач и исключении возможных прогибов детали под воздействием сил резания в направлении, перпендикулярном к их радиальной составляющей. Так, например, если используется хорошо известное устройство для комбинированной обработки резанием и ППД с плавающим в радиальном направлении резцовым блоком, то возможен отжим детали в вертикальном направлении по отношению к горизонтально расположенным резцам. Этот недостаток отсутствует в предлагаемом устройстве по патенту на полезную модель № 113987 от 24.09.2011г, в котором используется диск для установки 4-х, 6-ти и более режущих элементов (пластин различных форм, в том числе круглых) в зависимости от диаметральных размеров обрабатываемых штоков цилиндров.

Диск с режущими элементами может «плавать» в плоскости, перпендикулярной к оси вращения детали, в любом направлении под любым углом к оси ее вращения. Для этого диск 1 (рисунок 1) имеет на внутренней части режущие элементы 2, выступающие за пределы внутреннего диаметра диска. Диск поджимается к торцу корпуса устройства гайкой, которая имеет резьбовую часть на внутренней поверхности, противоположной стороне с внутренним торцевым уступом. Этой резьбовой частью гайка навёрнута на выступающую резьбовую часть корпуса головки, во внутренней полости которого размещена деформирующая часть устройства. На внутреннем торце гайки сформирована угловая канавка для размещения в ней шариков, которые контактируют с плоской поверхностью торца диска. Такая же канавка сформирована на внешнем торце корпуса головки. Поверхности гайки и корпуса, по которым катятся шарики, закалены так, чтобы избежать продавливания шариками угловых канавок и износ их поверхностей. Для этой же цели закаливаются и торцевые гладкие поверхности диска. Гайка завёрнута так, чтобы создать натяг по торцевым поверхностям диска с шариками, но с возможностью лёгкого его «плавания» в любом направлении в плоскости, перпендикулярной оси отверстия корпуса головки. Диск заворачивается до контакта по торцу с пластиковым кольцом, исключая самоотвинчивание гайки. В торце диска, контактирующего с корпусом, головки отверстия выполнены в количестве не менее трёх, на диаметре, концентричном отверстию диска. Размеры отверстий по диаметру превышают размеры штырей, установленных в корпусе головки, на один – два миллиметра. Средний диаметр размещения центров штырей строго концентричен отверстию корпуса головки.

Устройство, приведенное на рисунке 1, работает следующим образом.

Перед комбинированной обработкой предлагаемым устройством обрабатываемую деталь 3 (шток) устанавливают с зажимом левого необрабатываемого конца в каком-либо зажимном устройстве или в поводковом патроне, а с правой стороны подводится передняя часть вращающегося центра (на чертеже не показан), поджимающая обрабатываемую деталь

3 (шток) по наружной фаске. Режущие пластины 2 настроены на размер, обеспечивающий деформирование роликами 5 при обкатывании слоя металла в пределах 0,3 – 0,5 мм «на сторону» в зависимости от требуемого качества обработки.



**Рисунок 1 – Комбинированное устройство для обработки резанием и ППД с плавающим резовым блоком**

При взаимодействии пластин 2 с обрабатываемой поверхностью детали 3(штока) плавающий диск 1 самоустанавливается по обрабатываемой поверхности детали, что обеспечивается его смещением относительно неподвижных штырей 4, установленных в корпусе устройства. Такое смещение возможно за счет зазора между штырями 4 и отверстиями в плавающем диске 1. При этом смещение возможно под любым углом к оси обрабатываемой детали (штока) 3. Плавающий диск 1 сохраняет свое сориентированное положение по обрабатываемой поверхности детали (штока) 3 на протяжении всей последующей обработки.

Скольжение торцов плавающего диска 1 относительно корпуса и поджимной гайки обеспечивается за счет шариков 7, размещенных в канавках 8 треугольной формы, сформированных на торце корпуса устройства и внутреннем торце гайки 9.

Исходное положение плавающего диска 1 в соосном состоянии с осью корпуса перед началом обработки обеспечивается пружинами 11, расположенными на внутреннем диаметре гайки 9 или на наружном диаметре плавающего диска 1.

#### **Выводы**

При обработке заготовок со значительными погрешностями в продольном сечении возможна неравномерная нагрузка на резцы и их поломка. Использование конструкции комбинированного устройства с плавающим многолезцовым блоком исключает подобные возможности и позволяет вести обработку с увеличенными по сравнению с другими устройствами подачами, устанавливаемыми с учётом имеющегося в головке количества режущих элементов, что обеспечивает повышение производительности обработки.

#### **Литература**

1. Патент на полезную модель № 111052. Авторы Пини Б.Е., Анкин А.В., Максимов Ю.В., Ветрова Е.А. Устройство для комбинированной обработки резанием и ППД с регламентированным усилием обкатывания.
2. Холодное колибрование зубьев цилиндрических колес с предварительной стабилизацией припуска под обработку. / Черепяхин А.А., Виноградов В.М. М., ОАО «Машиностроение», «Упрочняющие технологии и покрытия», № 1, 2009.

#### **Расширенные операционные характеристики сканирующего магнитоконтроля ферропримесей формовочных смесей**

д.т.н. проф. Сандуляк А.В., к.т.н. доц. Сандуляк А.А., Куренков Е.П., Сандуляк Д.А., Голованов А.В.

Университет машиностроения  
8(495) 223-05-23, доб. 1589

*Аннотация.* Приводятся результаты многократного сканирующего магнито-