

вверх, занимая исходное (заданное) положение для обработки следующей заготовки. Давление в системе выравнивается, масло будет циркулировать через предохранительный клапан 20 по каналу 18.

Для обработки изделий, отличающихся по высоте, предусмотрен механизм настройки системы (не показан), обеспечивающий с помощью зубчатого колеса с рейкой перемещение золотникового узла 10 с УЗ – головкой 23 «вверх-вниз».

Такие конструктивно-технологические особенности обработки (дорн с синусоидальными канавками, наличие РАС, двух частотных вибраций и др.) в сочетании с силовыми параметрами режима приводят к уменьшению сил трения адгезионной и деформирующей составляющих в зоне контакта, при этом из-за наличия колебаний инструмента относительно заготовки возникает пульсация зазора, которая способствует засасыванию РАС (или СОЖ). При поступательном движении дорна и пульсирующем контактировании поверхностей инструмент-заготовка в среде РАС, активированной УЗК, в результате возникающих высоких удельных давлений (до 8000 МПа) и температур ( $-1200^{\circ}\text{C}$ ) возникают физико-химические реакции: происходит диффузионное проникновение (ионов, молекул) антифрикционных материалов раствора вглубь металла основы, на поверхности заготовки наблюдаются структурно-фазовые изменения, образуя, таким образом антифрикционно-упрочненный поверхностный слой (АУПС) металла с тонкой текстурой, обеспечивающий как показали испытания, высокие эксплуатационные показатели изделий.

#### Список литературы:

- [1] Сорокин В.М., Курников А.С. Основы триботехники и упрочнения поверхностей деталей машин. – Н.Новгород: ВГАВТ, 2006. – 292 с.
- [2] Сорокин В.М. Комбинированная антифрикционно-упрочняющая обработка деталей машин. Горький: Всесоюз. совет научн.-техн. обществ. 1985. 91 с.

*Н.М. Тудакова, В.В. Крайнов*  
ФГБОУ ВПО «НГТУ им. Р.Е. Алексеева»

## **КОНТАКТНОЕ НАГРУЖЕНИЕ ПРИ СИЛОВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ КОНСТРУКЦИЙ, СОЕДИНЕННЫХ С НАТЯГОМ**

Ключевые слова: качество поверхности, дорнование, деформация поверхности, трещины, циклическое дорнование.

Рассмотрены вопросы технологии производства конструкций с контактным нагружением при силовом взаимодействии соединенных натягом.

В различных областях машиностроения существует требование жесткого соединения различных деталей методом натяга.

Требования к конструкциям в соединениях методом натяга: жесткость, долговечность контакта, коррозионная стойкость, и т.д.

Дополнительный натяг создает остаточное сжимающее напряжение, которое создается в результате обработки отверстия методом дорнования.

Важными параметрами, влияющими на конструкторские требования, для обработки отверстия методом дорнования, являются, требования по полноте контакта которые определяются: точностью и качеством изготовления контактирующих поверхностей.

Достоинство при доработки твердым сплавом (дорнование): Широкий спектр для различного производства (от единичного до массового); Высокая точность отверстия 6–7 квалитет; Малая шероховатость поверхности (до Ra 0,05...0,1 мкм); Упрочнение поверхностного слоя увеличивает износостойкость и коррозионную стойкость изделия; Обеспечивает сжимающее напряжение при соединении с натягом.

Проблемы при дорновании медных заготовок: При дорновании, на малых натягах, когда усилия дорнования достигают больших значений, в результате выдавливания смазывающей жидкости из зоны деформирования, происходит схватывание поверхности рабочего конуса дорна с материалом заготовки, при этом значения усилия дорнования могут превысить усилие среза и тогда металл не уплотняется, а срезается или вырывается, образуя тем самым «задиры».

Причины, вызывающие проблемы в дорновании: Исследователи отмечают слабое влияние скорости деформирования на  $\tau_{сдв}$  в момент обработки легкоплавких металлов типа меди. Это в значительной степени связано со способностью дислокаций фрагментаций и различием их скорости движения. В металлах с ГЦК решеткой (меди) скорость дислокаций(количество) на 5–8 порядков выше, чем в металлах с ОЦК решеткой (стали). При высоких скоростях деформации, близких к скорости деформирования (например, при резании медной заготовки) скорость движения трещины может достигать скорости звука.

Работа зарождения и роста трещины в медных заготовках:

$$\alpha_k = \alpha_3 + \alpha_p,$$

где  $\alpha_3$  – работа зарождения трещины;

$\alpha_p$  – работа роста трещины.

Пластичные материалы, такие как медь имеют низкое значение  $\alpha_3$ , и высокое  $\alpha_p$ . По этой причине при малых натягах с значительным содержанием дефектов решетки т.е. с высоким значением  $\alpha_3$  и  $\alpha_p$ , при постоянном осевом давлении возникает одно направление сдвига, которое увеличивает рост трещин, которое усиливается за счет вышеизложенных факторов, что приводит не к уплотнению поверхностного слоя заготовки, а к срезанию и вырыванию металла и возникновению «задиры».

Каждая схема деформации имеет, в конечном счете устойчивую текстуру, после снятия деформационной нагрузки. В результате остановки усилия деформации происходит сбалакирование (переориентирование) несколько систем скольжения вызванные поворотом решетки кристалла. Каждая новая периодическая деформационная нагрузка будет приводить зерна деформируемого материала в устойчивые положения для системы скольжения.

Заключение: Таким образом, в начале каждого цикла переориентированные, восстанавливаемые, сбалакированные, деформируемые зерна обработанной поверхности имеют разную ориентацию направления скольжения, что значительно уменьшает направления образования и развитие трещин. Этому уменьшению способствует отсутствие выдавливание смазывающей жидкости из зоны деформирования, что отодвигает полусухое трение, т.е. не увеличивает коэффициент трения и соответственно уменьшится усилие дорнования и в значительной мере схватывание инструмента с заготовкой будет отсутствовать.

Для практического испытания разработаны и запатентованы специальные инструменты «дорны».

#### Список литературы:

- [1] Арзамасов Б.Н., Макаров В.И., Мухин Г.Г. Материаловедение. 7-е издание. Москва. 2005 г.
- [2] Кабалдин Ю.Г. и др. Компьютерное моделирование и исследование наноструктур в процессах обработки резанием на основе квантово-механических расчетов. Н.Новгород 2014 г.

- [3] Скворцов В.Ф., Арляпов А.Ю. Дорнование глубоких отверстий малого диаметра. Томск: Изд-во ТПУ, 2005 г.
- [4] Физическое материаловедение: учебник для вузов в 7 томах. / Под общей ред. Б.А. Калина – М.:НИЯУ МИФИ, 2012 г.
- [5] Патент № 2533507 В24В 39/02 Дорн. Тудакова Н.М. Крайнов В.В.Фомичева О.В. Заявка: 2013116849/02, 12.04.2013 Опубликовано: 20.11.2014 г.
- [6] Патент № 151620 В24В 39/02 Дорн для формирования антифрикционного упроченного поверхностного слоя Сорокин В.М. Тудакова Н.М. Крайнов В.В. и др. Заявка: 2014148992/02 04 122014 опубликовано 10.04. 2015 Бул. №10.