

RI.:Boothroyd Dewhurst, Inc.p.581 3. Nan-Shing Ong, Chee-kai chua and Eng-Wah Lee, (1997) "Геометрический анализ деталей по трехмерным твердотельным моделям для ручной сборки" Integrated Manufacturing Systems, P.137-146. 4. Е.Б.Вериго, Л.В.Курч Повышение точности проведения сборочных операций с использованием промышленных роботов.// Статья журнала "Автоматизация и современные технологии", Москва, "Машиностроение" 2000 г. С.8-11.

УДК 621.784:004

Горохов В.А.

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕГУЛЯРНОЙ МИКРОГЕОМЕТРИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь*

Проблема обеспечения качества изделий машиностроения является комплексной и требует одновременного решения теоретических, технологических, методических, метрологических, организационных, экономических и других задач, связанных с улучшением эксплуатационных свойств деталей и соединений машин. Одним из направлений технологического обеспечения эксплуатационных свойств деталей и соединений является регуляризация микрогеометрии их рабочих поверхностей путем отделочно-упрочняющей вибрационной обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД). Высоколегированные стали, титановые, никелевые, железоникелевые, некоторые алюминиевые сплавы меди и другие вязкопластичные металлы, применяемые при изготовлении деталей прецизионных изделий, по технологическим свойствам относятся к труднообрабатываемым материалам. По обрабатываемости эти материалы уступают стали 45 при резании в 2... 12,5 раза, а при ППД лишь на 4... 26%. Что свидетельствует о больших возможностях и высокой эффективности отделочно-упрочняющей технологии [9, 10, 11].

Традиционные способы резания и оценки шероховатости поверхности практически исчерпали свои технологические возможности и не обеспечивают требуемых свойств деталей, технического уровня и требуемых функциональных характеристик изделий. Особое место в характеристике микрогеометрии поверхностей прецизионных деталей и соединений занимают поднутренные неровности (ПН), возникающие на поверхностях труднообрабатываемых материалов при их отделке резанием. Эти неровности не фиксируются существующими щуповыми способами оценки шероховатости поверхности, что приводит

к искажению определяемых по профилограммам значений относительной опорной длины профиля t_p , относительной опорной площади F_{on} , радиуса скругления неровностей r , отношения r/R_{max} , угла наклона образующих неровностей α и других параметров микрогеометрии в 1,5... 15 раз.

Созданная модель поверхности с ПН, ее математическое описание, классификация ПН позволили выявить характер и механику взаимодействия рабочих поверхностей деталей с различными телами и средами, определять по измеренному числу встреч щупа с ПН плотности N_n и N_o их расположения, F_{on} , превышение h_n ПН над уровнем R_z , что во много раз повысило достоверность оценки микрогеометрии поверхностей и привело у научнообоснованному прогнозированию их поведения в различных парах. Для метрологического обеспечения описанного пути предложен способ контроля качества поверхности и устройства для его осуществления [5, 7, 9].

В целом ряде случаев ПН играют положительную роль (в электроконтактных подвижных и неподвижных системах, работающих в условиях повышенной влажности и агрессивности, тормозных устройствах, в неподвижных соединениях с натягом, обеспечиваемых установкой одной детали в нагретом состоянии на другую «холодную», при механическом напылении одного металла на другой и т.д.). В этих целях за счет образования частично-регулярных микрорельефов в виде системы канавок можно создавать регулярные по форме и расположению ПН (РПН) для различных условий эксплуатации деталей.

В качестве способов регуляризации микрогеометрии поверхностей используются вибронакатывание шарами и вибровыглаживание алмазными наконечниками со сферической поверхностью с помощью виброголовок, профильными и наклонными роликами без источников вибрации [1, 2, 4, 6, 8], различные совмещенные и комбинированные процессы обработки. Для технологического обеспечения прецизионной обработки ППД плоских, цилиндрических и фасонных поверхностей деталей создана система приспособлений, разработан комплекс технологических регламентов применительно к различным производствам, предложены методики расчета инструмента, параметров режима обработки, прецизионной настройки приспособлений и прогнозирование изменения размеров деталей при ППД [9, 10, 11].

Обработка ППД позволяет управлять микрогеометрией поверхностей и изменять высотные параметры (R , R_a , R_z и R_{max}) в 2... 10 раз, параметры F_p и F_{on} в 5... 50 раз, r в 10... 100 раз, r/R_{max} в 7... 110 раз, α в 2... 10 раз, регулярность неровностей (σ) в 1,2... 4,6 раза.

При обработке ППД изменяется микроструктура металла, создаются остаточные сжимающие напряжения от 150 до 1100 МПа с глубиной залегания 0,15... 0,4 мм; повышается на 5... 89% поверхностная твердость, степень упрочнения по микротвердости достигает 75%, а толщина упрочненного слоя – 0,012... 0,3 мм.

Изменение параметров микрогеометрии рабочих поверхностей и свойств

подповерхностного слоя материалов обработкой ППД приводит к снижению энергозатрат, к экологической безопасности производства, а достигаемое при этом значительное улучшение эксплуатационных свойств деталей обеспечивает повышенный ресурс эксплуатации изделий, снижение затрат на ремонт, запчасти и обслуживание машин, что также приводит к значительному ресурсосбережению (энергия, материалы). В целях достижения наибольшего эффекта ресурсосбережения обобщены результаты исследований по ресурсозатратности производства, ремонтов и обслуживания техники и разработаны технологические регламенты, являющиеся основой разработки прогрессивных ресурсосберегающих и экологически безопасных технологических процессов изготовления, ремонта и восстановления деталей. Установлены также прогрессивные сроки планово-предупредительной системы ремонта и обслуживания техники, включая прецизионное оборудование машиностроительного производства.

Ниже приведены примеры обеспечения режима ресурсосбережения в производстве и эксплуатации техники.

Создание оснастки для виброобработки ППД без источников вибрации исключает применение виброголовок обычно с электромеханическим приводом, что сокращает расход электроэнергии при изготовлении деталей.

Применение многоинструментных приспособлений для вибронакатывания и вибродорнования без источников вибрации позволяет сократить время выполнения операций обработки ППД, уменьшить длительность использования оборудования на изготовление деталей. В итоге обеспечивается экономия энергоресурсов и материалов.

Повышение износостойкости деталей и соединений, сопротивления их схватыванию и задирам, снижение загрязнения деталей продуктами обработки и зазоров соединений продуктами износа, улучшение других свойств удлиняет срок службы узлов и изделий и обеспечивает ресурсосбережение за счет уменьшения количества запчастей, ремонтов техники и времени простоев ее при обслуживании.

Повышение герметичности деталей, пневмогидроплотности соединений, увеличение длительности работы уплотнительных устройств обеспечивает увеличение времени эксплуатации техники, сокращает потери сжатого воздуха, других транспортируемых газов, жидкостей, способствует сохранению радиоэлектронной аппаратуры, исключению ее заливания и выходу из строя, а также обеспечивает режим ресурсосбережения за счет перечисленных выше факторов.

Экологическая безопасность производства при переходе с резания на обработку ППД достигается исключением применения дорогостоящих и часто агрессивных СОЖ и электролитов, что способствует энергосбережению за счет уменьшения номенклатуры используемых при ППД СОЖ (только масла) и уменьшения их объема.

Наиболее эффективно и положительно влияет на ресурсосбережение

применение совмещенной объединенной в один процесс обработки комбинированным инструментом. При этом сокращается время использования оборудования на деталиеоперацию и потребление энергоресурсов.

Соблюдение разработанных технологических регламентов приводит к улучшению более 40 эксплуатационных свойств деталей и соединений. При этом снижаются коэффициент трения в 1,1... 3 раза; загрязненность поверхностей в 10 раз и соединений в 2,25... 2,5 раза; переходное электросопротивление на 25%; время приработки и приработочный износ – в 2 раза и повышаются электросопротивление металла до 11%, магнитные свойства магнитопроводов и надежность микроэлектромашин на 30%; износостойкость в 2... 9 раз, противозадирность в 1,12... 5,3 раза: легкость сдвига и плавность перемещения деталей и надежность работы автоматов глубины в 2 раза; ламинарность перемещения газов в зазоре и ресурс безотказной работы гироскопов в 4 раза; герметичность деталей на 80%; ресурс безотказной работы соединений по гидропневмоплотности в 3... 3,2 раза; адгезия слоя покрытия на 21... 31%; прочность деталей и неразъемных соединений в 1,18... 2 раза [3, 9, 11].

Таким образом, ресурсосбережение созданием регулярных микрорельефов на рабочих поверхностях деталей обеспечивается за счет улучшения эксплуатационных свойств деталей и соединений, продления ресурса их безотказной работы, сокращения затрат на изготовление деталей и запчастей, обслуживание и ремонт изделий. Экономический эффект ресурсосбережения в условиях более 500 предприятий и 20 отраслей народного хозяйства СНГ превышает 15 млн у.е. [9].

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. СССР, № 1792823. Комбинированный инструмент для регуляризации микрорельефов / В.А.Горохов.
2. А.с. СССР, № 1803314. Многороликовое устройство для вибронакатывания / В.А.Горохов.
3. А.с. СССР, № 741632. Опора гироскопа для аэродинамического подвеса сферического ротора / В.А.Горохов.
4. А.с. СССР, № 876385. Ролик / В.А.Горохов.
5. А.с. СССР, № 1226008. Способ контроля качества поверхности и устройство для его осуществления / В.А.Горохов.
6. А.с. СССР, № 1682145. Устройство для вибронакатывания поверхностей / В.А.Горохов.
7. А.с. СССР, № 1685216. Устройство для контроля качества поверхностей / В.А.Горохов.
8. А.с. СССР, № 1764970. Устройство для отделочно-упрочняющей обработки / В.А.Горохов.
9. Горохов В.А. Регуляризация микрорельефов поверхностей изделий машиностроения. – М.: ВНИИТЭМР, 1991. – 63 с.
10. Горохов В.А. Оснастка для поверхностного пластического деформирования в автоматизированном производстве. – Мн.: БелНИИТИ, 1992. – 110 с.
11. Горохов В.А. Технология обработки материалов. – Мн.: Беларуская навука, 2000. – 435 с.