

ги, скорости перемещения плазмотрона. На рисунке 2 приведена типичная зависимость распределения микротвердости упрочненного слоя по глубине.

Достигнуто увеличение микротвердости в 2–3 раза по сравнению с исходной микротвердостью, причем толщина упрочненного слоя может изменяться в зависимости от скорости упрочнения от 0,4 до 0,7 мм. Варьируя технологическими параметрами процесса, можно получить различную шероховатость поверхности с соответствующими характеристиками поверхностного слоя.

УДК 621.529

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ И ИНСТРУМЕНТА ППД С УЛУЧШЕНИЕМ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ**

В.А. Горохов, д-р техн. наук, проф.  
Белорусский национальный технических университет  
(г. Минск, Республика Беларусь)

Регуляризация микрогеометрии технических поверхностей по ГОСТ 24773–81 технологически обеспечивает не только требуемые несущую площадь и маслостойкость поверхностных слоев изделий, но в соответствии с результатами исследований автора может восстанавливать исходные размеры изношенных прецизионных деталей, например, пальцев компрессоров, плунжеров автоматов глубины проходных калибров (пробок) из закаленных сталей с твердостью 62 – 65 HRC.

Разработанным технологическим регламентом восстановления указанных выше изделий и других прецизионных деталей и инструментов с цилиндрической рабочей поверхностью предусмотрены 4 этапа.

На первом этапе изношенные изделия шлифуются для восстановления цилиндричности поверхностей до размера нижнего уровня износа с обеспечением отклонений формы по чертежу деталей и инструмента.

На втором этапе прошлифованные поверхности подвергаются алмазному выглаживанию сферическим наконечником из натурального алмаза с радиусом сферы  $r_c = 2,5 - 3$  мм. При этом сила поджима  $P$  выглаживателя к обрабатываемой поверхности рассчитывается по приведенным в регламенте зависимостям и принимает значение  $P = 160 - 250$  Н, продольная подача принимается  $S = 0,05$  мм/об; частота вращения шпинделя токарно-винторезного станка 1Е61МТ обеспечивается  $n = 450 - 600$  мин<sup>-1</sup>, высота неровностей  $R$  полученного полностью регулярного микрорельефа (ПРМР) достигается  $R = 0,1 - 0,05$  мкм. Необходимо иметь в виду, что исходная шлифованная поверхность при вибровыглаживании несколько уменьшит свой размер на величину  $z = k (R_{z_{исх.}} - R)$ , здесь  $k$  – коэффициент, зависящий от свойств материала (для сталей  $k = 1,2 - 1,25$ );  $R_{z_{исх.}}$  – средняя высота неровностей исходной поверхности, мкм;  $R$  – высота элемента ПРМР, мкм. Для исключения завалов кромок деталей алмазное

выглаживание следует производить с прецизионной настройкой. Это достигается выставлением алмазного наконечника относительно обрабатываемой поверхности с подачей на нее после касания на величину  $Z = 0,75 Rz_{исх.} + \Delta + t_{\phi} + P/j$ , мкм; где  $\Delta$  – остаточное биение поверхности, мкм;  $t_{\phi}$  – толщина фольги для определения касания инструмента к поверхности, мкм;  $P$ ,  $H$ ;  $j$  – жесткость технологической системы, принимается  $j = 180$  Н/мкм.

Третий этап посвящен замерам размеров, разделению восстанавливаемых деталей на размерные группы и определению параметров режима алмазного вибровыглаживания, обеспечивающих образование частично регулярных микрорельефов (ЧРМР) с синусоидальными канавками и восстановление исходных размеров изделий. Обычно принимается радиус сферы инструмента  $r_c = 1 - 1,5$  мм; глубина  $h$  канавки принимается из расчета, чтобы значение  $1,012h = 2h_{\pi}$  ( $h_{\pi}$  – превышение регулярных приканавочных наплывов – РПН над уровнем  $R$ ) обеспечивало восстановление исходного размера детали или инструмента. Глубина канавки  $h = CP^z/2 r_c \cdot D_3^y$ , где  $C$ ,  $z$ ,  $x$ ,  $y$  – коэффициенты, для стали 45:

$C = 7,498$ ;  $z = 0,663$ ;  $x = 0,7$ ;  $y = 0,192$ ;  $D_3$  – размер заготовки, мм (для других сталей значение  $h$  изменяется обратно пропорционально изменению твердости относительно стали 45). Установлено, что высота РПН  $h_{\pi} = 0,506 h$ . Значит увеличение диаметра рабочей поверхности изделий будет иметь значение  $1,012 h$ . Из описанных условий определяется значение силы  $P$  прижима алмазного наконечника к восстанавливаемой поверхности. Обычно  $P = 200 - 300$  Н. Подача  $S$  для обеспечения слияния рядом находящихся РПН принимается равной  $2b$ , где  $b$  – ширина канавок,  $b = 2,2\sqrt{h \cdot 2r_c}$ , мкм. Расчетная глубина внедрения инструмента при вибровыглаживании  $h_v$  принимается равной  $1,1Z + h$ .

Четвертый этап предусматривает алмазное вибровыглаживание восстанавливаемых поверхностей принятым наконечником на токарно–винторезном станке мод. 1Е61МТ, оснащенный виброголовкой механического действия с приведенными выше параметрами режима обработки. При этом обеспечивается несущая (опорная) поверхность  $F_{оп} = 30 - 34$  %, а площадь, занятая канавками,  $F_{н} = 35 - 40$  %, что обеспечивает необходимую маслосъемность восстановленных поверхностей.

Обеспечение указанных характеристик восстановленных поверхностей приводит к увеличению износостойкости и ресурса эксплуатации деталей и инструмента в 2,6 – 3,2 раза, что подтверждено внедрением описанной технологии на С–Петербургском ОМО, Алтайском приборостроительном заводе «Ротор», ряде инструментальных заводов СНГ. Кроме того, при этом отсутствуют затраты на материалы, не требуется снятия РПН или их оставление в первоначальном виде, а обеспечивается новый выпукло–вогнутый регулярный микрорельеф.