

П. И. ЯЩЕРИЦЫН, д-р техн. наук (Физико-технический институт НАН Белоруссии),  
А. П. РАКОМСИН, канд. техн. наук, М. И. СИДОРЕНКО, инж. (ПО "БелавтоМАЗ"),  
Л. Е. СЕРГЕЕВ, канд. техн. наук, А. М. МИРОНОВ, инж.  
(Белорусский государственный аграрный технический университет)

## Магнитно-абразивная обработка длинномерных деталей

При изготовлении деталей машин одним из важных факторов выполнения технологического процесса является качество поверхности заготовок для последующей обработки. Предъявляемые при этом требования следующие: отсутствие заусенцев, трещин, расслоений, остатков смазочного материала, а также чистота и гладкость поверхности. Однако даже подготовленные к дальнейшей механической обработке или нанесению покрытий заготовки подвергаются агрессивному воздействию окружающей среды (температурные перепады, влажность и т. д.) при длительной транспортировке или хранении. Грунтование поверхности заготовок с целью предотвращения отрицательных последствий коррозии способно защитить их на 25—30 сут. в условиях складских помещений и на 5—15 сут. на открытых площадках [1]. Существует ряд способов очистки поверхности заготовок, однако отсутствие их универсальности вынуждает обычно искать свой конкретный вариант. Не каждое предприятие одновременно имеет оборудование для галтовки изделий, дробеметные установки и может использовать химическое травление. Кроме того, воздействие какого-либо указанного выше воздействия может привести к дальнейшему ухудшению поверхностного слоя заготовок, например, увеличению роста "шиферного" излома из-за ударного воздействия дробин на возможные места присутствия этого излома. Следует отметить, что важное значение при выборе способа очистки имеют форма заготовок и их геометрические размеры. Также, например, прутки подката калиброванной стали (ГОСТ 7417—75) после волочения через фильеру в случае их промывания в растворе щелочи или горячей мыльной воде могут иметь остатки этих продуктов на своей поверхности. Причиной этого служат низкая культура производства, изношенность оборудования, нарушения технологического процесса. Это в свою

очередь приводит к тому, что данные химические агенты активно взаимодействуют с поверхностью станочного оборудования, особенно зажимных приспособлений, в частности цанг. Данная ситуация приводит к преждевременному износу дорогой технологической оснастки токарно-револьверных станков и полуавтоматов.

В настоящее время разработаны метод магнитно-абразивной обработки (МАО) и оборудование для его реализации<sup>1</sup> [2, 3]. Его основная особенность заключается в наличии подвижно-координированного зерна в связке инструмента, обусловленного присутствием магнитного поля (МП) в отличие от жесткого закрепления при шлифовании и свободного — при полировании. Величина размерного съема в зависимости от вида обрабатываемого материала и подаваемого на катушки соленоидов электромагнитной системы тока составляет от 5 до 50 мкм. Образование краевых условий, присущих МП, приводит к увеличению воздействия ферроабразивного порошка (ФАП) на границе раздела сред (например сталь—воздух) на данный материал. Это вызывает рост его массового съема в данном месте, что обеспечивает скругление фасок и возможность удаления мелких заусенцев, присутствие которых негативно влияет на последующие механические операции.

Наиболее приемлемой схемой обработки данным методом заготовок из проката, в частности калиброванной стали (ГОСТ 7417—75), является схема с эксцентрично установленной парой конических полюсных наконечников. Эти наконечники могут иметь кольцевую или зубчатую (хотя зубчатая более сложна в изготовлении) форму профиля (рис. 1).

<sup>1</sup>Патент 5044128 (США).

В обоих случаях заготовка получает поступательное движение подачи вдоль своей оси и осуществляет перемещение между парой полюсных наконечников. Вращение этих наконечников приводит к тому, что наружные поверхности кольцевых (или зубчатых) зон через заполняемый рабочей средой (ФАП и смазочно-охлаждающие технологические средства) зазор находятся в контакте с обрабатываемой поверхностью заготовки. Таким образом, ось этой заготовки, которая может иметь круглый, шестигранный или квадратный профиль, является касательной к поверхностям зон полюсных наконечников. Рабочая зона оборудования с кольцевыми наконечниками и расположенной в ней заготовкой из стали 40ХН диаметром 19,8 мм (ГОСТ 4543—71) после калибровки на волочильном стане и рубки в штампе кривошипно-шатунного пресса усилием 1000 кН на длину 1500 мм приведена на рис. 2.

При МАО происходит постоянная первоориентация зерен ФАП, что приводит к более полному использованию их режущей способности и увеличению эффективности съема материала. Для получения данных о технологических возможностях МАО для очистки длинномерных деталей ( $L/D > 10$ ) из ка-

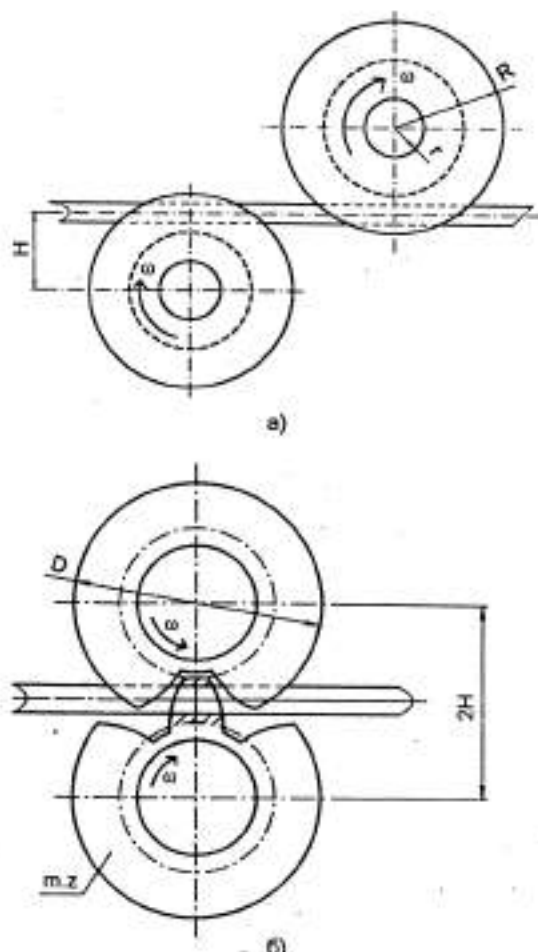


Рис. 1. Схема магнитно-абразивной обработки с кольцевой (а) и зубчатой (б) формой полюсных наконечников

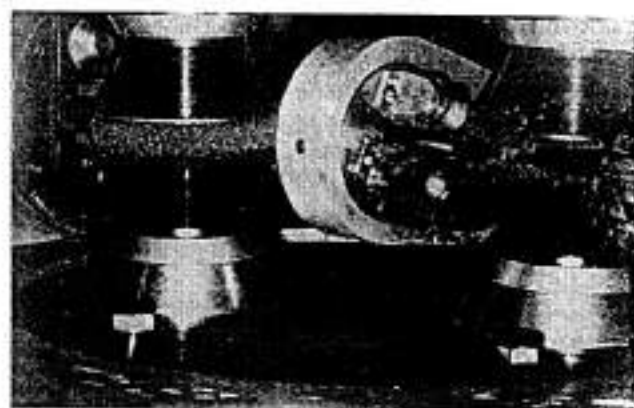


Рис. 2. Рабочая зона для магнитно-абразивной обработки материала с кольцевой формой полюсных наконечников

либрованной стали перед их механической обработкой были проведены соответствующие испытания.

ФАП — Ж15КТ (ТУ 6-09-03-483—81), размер зерна  $\Delta = 100/160$  мкм, смазочно-охлаждающие технологические средства — СинМА-1 (ТУ 38.59-01176—91), 3 %-ный водный раствор. Режим обработки: магнитная индукция 1 Тл; ток 5 А; скорость вращения полюсных наконечников 6 м/с; скорость протягивания пруткового материала 2,9 м/мин.

Крепление и подачу заготовок производили путем их установки в специальном приспособлении. На обрабатываемой поверхности заготовки перед МАО были обнаружены риски, полученные в результате ее транспортирования стропами, имеющими оборванные или сломанные нити проволоки. Кроме того, в условиях хранения заготовки из-за того, что в цехе имеется травильное отделение с кислотными ваннами, выявлено наличие очагов коррозии, размеры которых составляют 5—10 мм. Глубина отдельных рисков путем зачистки и измерения диаметра микрометром МЗ 100 (ГОСТ 6507—80) в зачищенном месте составляла 6 мкм.

После проведения МАО установлено, что на поверхности заготовок отсутствуют следы продуктов коррозионного воздействия, механических частиц и масляных пленок. Размерный съем материала до 10 мкм приводит к получению микронеровностей, характеризующихся выглаженностью вершин и впадин, что способствует снижению скапливания агрессивных продуктов на поверхности обработанного изделия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. А. Г. Косилова, Р. К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1986. Т. 1. 645 с.
2. Сиворчевский Н. Я., Федорович Э. Н., Яцерицын П. И. Эффективность магнитно-абразивной обработки. Минск: Наука і техника, 1991. 216 с.
3. Shimura T., Takazawa K., Hatano E. Study on magnetic abrasive finishing // CIRP Annals. 1990. Vol. 39, N 1. P. 325—328.