

УДК 621.92

В.В. ГУСЕВ (д-р. техн. наук, проф., gusev@ mech.dgtu.donetsk.ua)**С.В. КУЧЕРЕНКО** (студент)**К.С. СУХОРУЧКО** (студент)

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований магнитно-абразивной обработки внутренних отверстий деталей из твердого сплава. Исследования позволили определить наличие рациональных значений зазора между инструментом и заготовкой, скоростей инструмента и заготовки при магнитно-абразивной обработке. Результаты нашли применение при финишной обработке волок.

Ключевые слова: Магнитно-абразивная обработка, волокна, твердый сплав, режимы обработки

Введение

Развитие техники обуславливает применение новых материалов в конструкциях изделий машиностроения, приборостроения, ядерной энергетики, ракетостроения, самолетостроения, космической техники, к которым предъявляются повышенные требования по жаростойкости, износостойкости, коррозионной стойкости, стойкости к воздействию химикатов. Такими материалами, удовлетворяющими перечисленным требованиям, является техническая керамика (ТК) и твердый сплав (ТС). К таким изделиям относится волокна, которая в зависимости от протягиваемых материалов, изготавливается из ТС (ВК8), ТК (Al_2O_3 , ZrO_2), карбида вольфрама и поликристаллических алмазов. От качества поверхности сверхтвердого прецизионного инструмента фактически зависит конечный успех при изготовлении проволоки, состояние ее поверхностного и приповерхностного слоев.

Хорошо известно [1], что состояние поверхностного слоя деталей определяет их эксплуатационные свойства. В Европе потребители предпочитают волоочильный инструмент, изготовленный с тщательной полировкой рабочих поверхностей, включая все конусообразные части фильеры. Высокое качество материала фильер в сочетании с геометрией и состоянием их поверхностного слоя – самая лучшая гарантия длительного срока их службы и обеспечения результатов процессов волочения проволоки.

Возрастающие требования к качеству поверхностного слоя (Ra 0,1..0,16 мкм) вызывают потребность к совершенствованию и созданию новых способов отделочной и упрочняющей технологий. Одним из перспективных направлений финишной обработки является магнитно-абразивная обработка (МАО) [2,3].

Сущность метода: магнитно-абразивный порошок располагается между полюсами электромагнитов, создавая режущий инструмент в виде своеобразной "полирующей щетки". При движении заготовки через рабочую зону порошок оказывает давление на деталь в каждой точке поверхности, что приводит к сдвигу материала и сглаживанию микронеровностей. В роли связки абразивных зерен используется магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на единичные зерна. Отличительной чертой МАО является небольшое давление на обрабатываемое изделие в отличие от традиционных методов обработки, при которых зерна закреплены жестко.

Целью работы является исследование влияния режимов МАО на формирование микрорельефа поверхности в отверстиях деталей из твердого сплава.

Основная часть

На кафедре металлорежущие станки и инструменты ДонНТУ разработано устройство для экспериментальных исследований МАО внутренних поверхностей на базе токарно-револьверного станка 1341, показанное на рис. 1. Обрабатываемый образец представляет собой втулку, изготовленную из твердого сплава ВК6 ГОСТ 3882-74, с внутренним отверстием диаметром 30 мм. В зависимости от необходимой исходной шероховатостью поверхности перед МАО отверстие во втулке предварительно обрабатывались с помощью алмазных шлифовальных кругов 1А1 20×10×10 АС4 250/200 – 4 - М2-01 или 1А1 10×10×6 АС4 100/80 - 4 - В2-01 ГОСТ 16167-90, что позволяло обеспечить необходимую исходную шероховатость по параметру Ra 0.5 мкм или 0,25мкм, а также требуемую геометрическую точность отверстия.

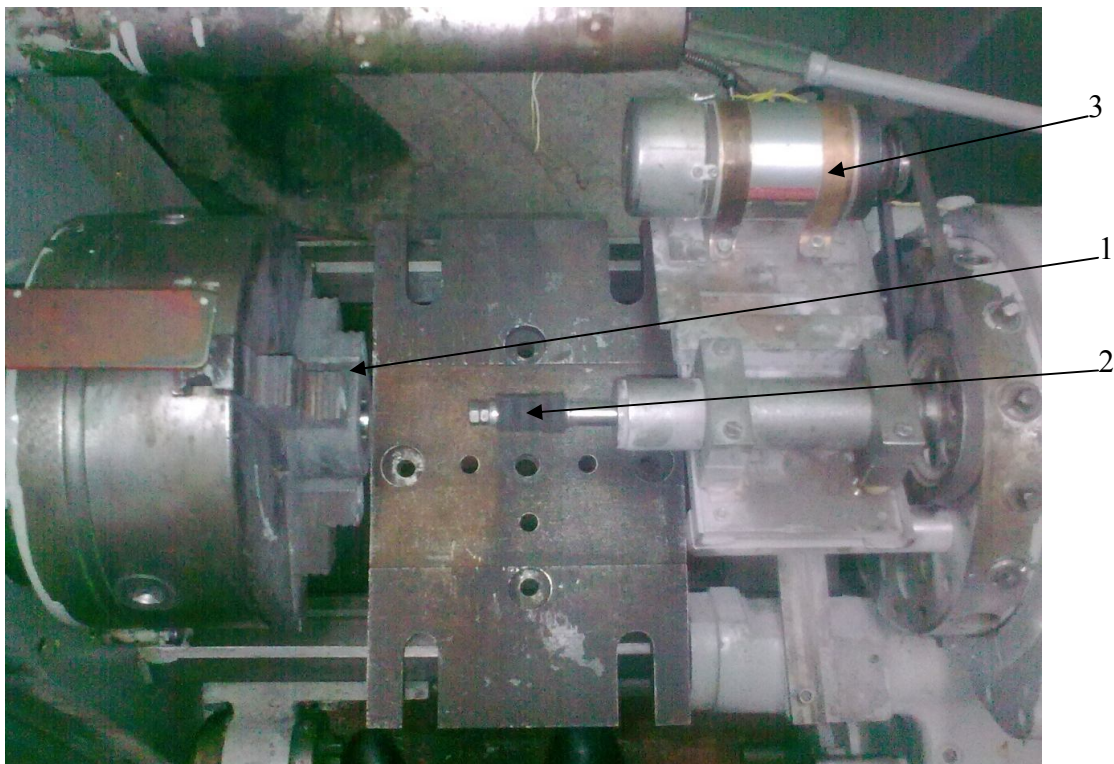


Рис.1 Вид сверху на экспериментальную установку для МАО внутренних поверхностей на базе токарно-револьверного станка 1341:

- 1- заготовка из ВК6 в патроне станка; 2 – оправка с магнитными кольцами;
- 3 – привод вращения оправки

Технические трудности представляет реализация МАО при обработке отверстий малого диаметра. Поэтому для его реализации нами выбрана схема обработки с постоянными магнитами в виде колец [2], которые устанавливались противоположно заряженными полюсами по отношению друг к другу на оправке 2 (см. рис.1). Четыре магнитных неодимовых кольца расположены по отношению друг к другу противоположной полярностью при обеспечении суммарной магнитной индукцией 0,8 Тл. Между магнитами установлены стальные кольца, которые пропускают через себя магнитный поток, создаваемый двумя соседними магнитами.

В качестве магнитно-абразивного порошка использовали железно-абразивный порошок с синтетическим алмазом в виде абразивных включений производства НТЦ ВИИЭлектрон г. Донецк. Размер фракции порошка 180/100, размер абразива 7/5, содержание абразива в зерне 40%. Магнитно-абразивный порошок удерживается на рабочей поверхности индуктора, создавая своеобразную магнитную щетку. Вращение оправки осуществляется от регулируемого двигателя постоянного тока с частотой от 1000 до 2500 об/мин, обеспечивая скорость резания микропорошком V_p . Кроме этого при MAO оправке сообщается постоянное возвратно-поступательное движение относительно заготовки, которая вращается с частотой n и обеспечивает скорость заготовки.

Необходимый рабочий зазор δ между магнитами и обрабатываемой поверхностью настраивается путем кругового перемещения револьверной головки станка. Зазор между обрабатываемым изделием и оправкой с магнитами устанавливался с точностью 0,1 мм.

Измерение шероховатости обработанной поверхности отверстия втулки осуществляли с помощью профилометра модели 296 без снятия заготовки со станка. При каждом сочетании варьируемых параметров определяли среднее значение шероховатости по двенадцати измерениям (в шести радиальных сечениях производили по два измерения вдоль образующей) и среднеквадратическое отклонение S . Оценку однородности среднеарифметических значений Ra оценивали с помощью критерия Крамера. Оценка существенности отличий между средними и дисперсиями по F-критерию определялись при уровне значимости 0,05.

Изменение параметра микронеровности Ra обработанных отверстий втулки от времени полирования τ , как показали экспериментальные исследования, описывается экспоненциальной зависимостью следующего вида

$$Ra = a \cdot \exp(-b \cdot \tau) + b, \quad (1)$$

где b – коэффициент, который характеризует установившееся значение Ra изделия после MAO;

a – коэффициент, который характеризует величину уменьшения параметра Ra при MAO по отношению к исходной шероховатости.

Как видно из рис. 2, изменение шероховатости поверхности отверстия втулки происходит в течение первых пяти минут работы. Чем меньше исходное значение параметра Ra после алмазного шлифования, тем меньше значение шероховатости после MAO. Это связано с существованием предельного значения сечения среза на зерне, обусловленного интенсивностью магнитного поля [4], которое в наших исследованиях оставалось неизменным.

Изменяя параметры зазора, при остальных неизменных условиях обработки (рис. 3), можно уменьшить значение установившейся величины Ra , что обусловлено влиянием жесткости «магнитной щетки» в месте ее воздействия на обрабатываемый материал. Поэтому в дальнейшем можно принять для условий проведения эксперимента рациональным зазор между магнитом и обрабатываемым материалом величиной зазора $\delta = 1 \dots 1,5$ мм, в пределах которого может содержаться не менее 4-х слоев магнитного абразивного материала и достигается наименьшее значение установившейся шероховатости i .

Характер изменения высотного параметра микрорельефа Ra от времени обработки для MAO при разной частоте вращения заготовки и при постоянных значениях величины зазора δ и исходного значения высотного параметра носит экспоненциальный

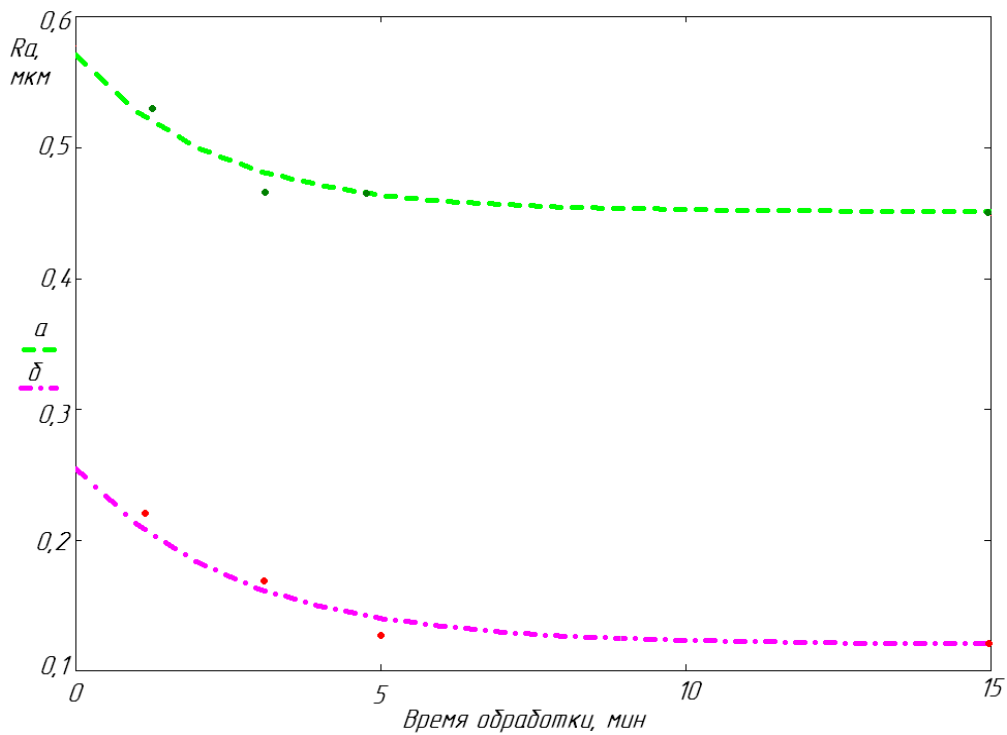


Рис. 2. Изменение параметра микрорельефа Ra от времени МАО при режиме: $\delta=1$ мм, $V_p=4$ м/с, $n=60$ об/мин при различной исходной шероховатости отверстия втулки: 1 – $Ra=0,58$ мкм; 2 – $Ra=0,27$ мкм

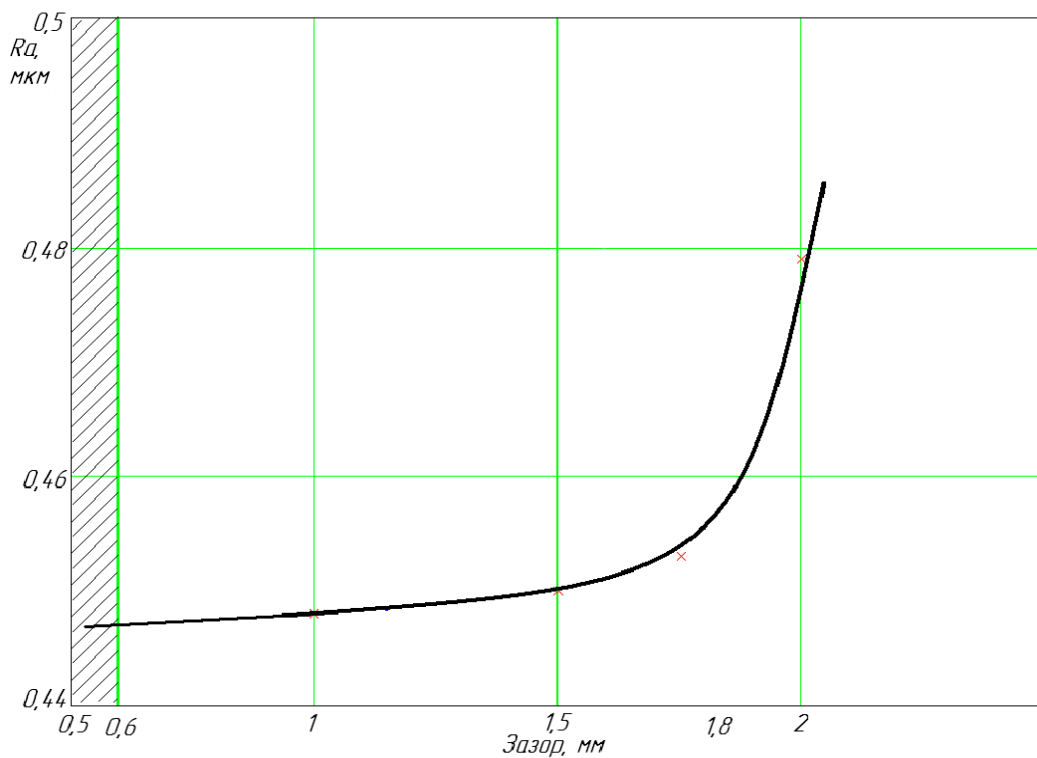


Рис. 3. Влияние величины зазора δ на установившееся значение параметра Ra . Режим обработки: скорость резания $V_p=4$ м/с; частота вращения заготовки $n=60$ об/мин; исходное значение $Ra=0,56$ мкм

характер в соответствии с зависимостью 1. Изменение установившегося значения параметра Ra от частоты вращения заготовки носит нелинейный характер, который может быть описан функцией следующего вида

$$Ra(n) = 3,99 \cdot 10^{-6} \cdot n^2 - 1,428 \cdot 10^{-3} \cdot n + 0,0559.$$

Зависимость установившегося значения параметра Ra от частоты вращения заготовки n , приведена на рис. 4. Таким образом существуют рациональные значения частоты вращения заготовки (160...200 об/мин), при которых обеспечиваются наименьшие значения установившейся величины Ra .

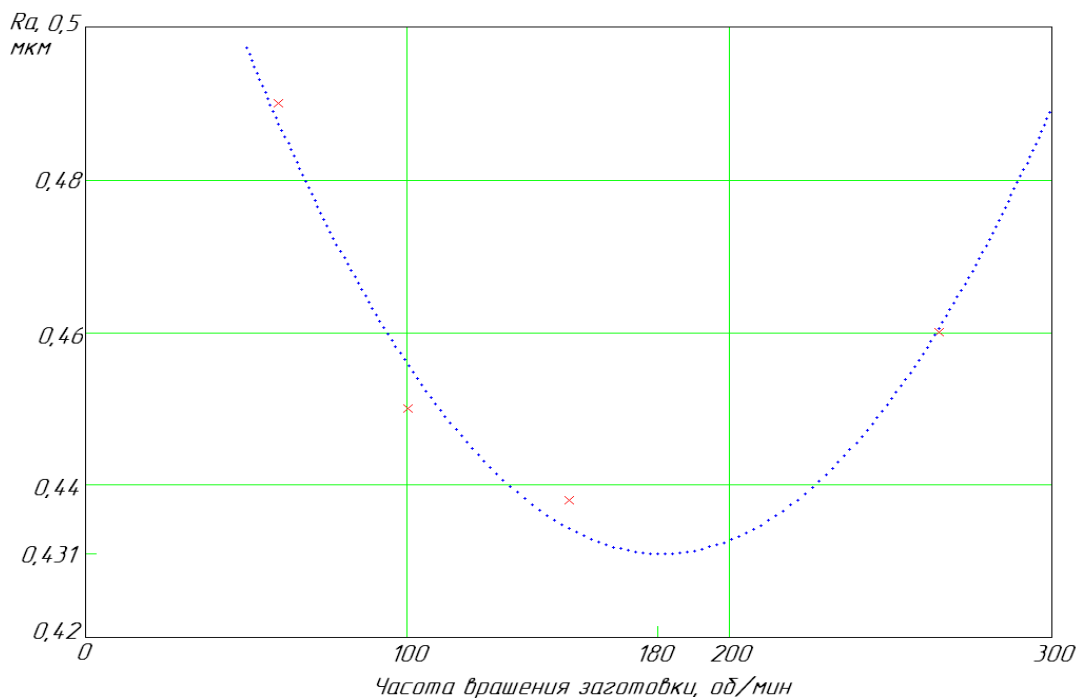


Рис.4. Влияние частоты вращения заготовки n на установившееся значение параметра Ra после МАО, исходное значение $Ra = 0,56$ мкм. Режим резания: $\delta=1$ мм, $V_p=4$ м/с

На основании результатов проведенных исследований было спроектировано устройство для обработки волокна и выбраны режимы ее МАО (исходное значение $Ra = 0,27$ мкм; $\delta = 1$ мм; $V_p = 4$ м/с; $n = 160$ об/мин).

На рис. 5 показаны круглограммы отверстия волокна до и после МАО. Отклонение от некруглости детали после МАО уменьшилась примерно в два раза. Исходное значение Ra ($R\bar{a} = 0,27$ мкм; $S = 0,04$ мкм) рис. 5 а уменьшилось более чем в 2,5 раза до значения ($R\bar{a} = 0,1$ мкм; $S = 0,013$ мкм) (рис. 5. б), что меньше значений требований ($Ra=0,12$ мкм), предъявляемым к детали.

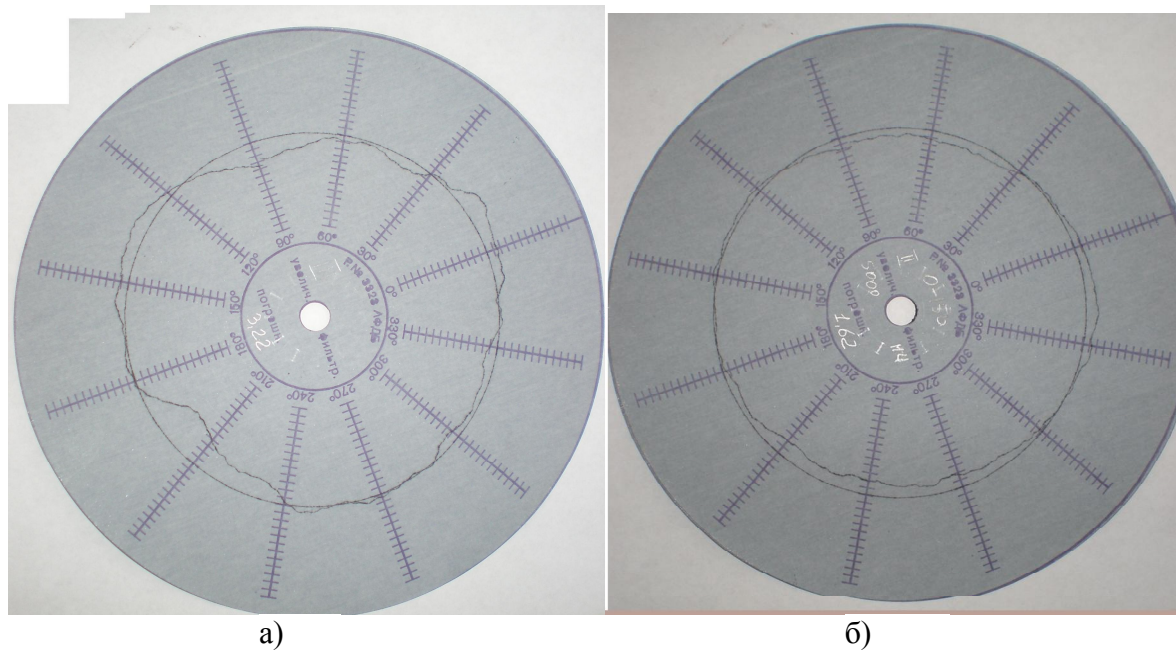


Рис. 5. Круглограммы волоки: а) - после алмазного шлифования и б) - после МАО

Выводы

При внутреннем магнитно-абразивном обработке с зазорами и постоянными магнитами в течение времени 5 мин устанавливается шероховатость, значение которой определяется исходным значением микронеровностей и величиной магнитного поля.

При магнитно-абразивном полировании существуют рациональные условия обработки, определяемые режимами резания (скоростью инструмента, частотой вращения заготовки) и величиной зазора 1...1,5 мм между магнитом и обрабатываемой заготовкой.

В дальнейшем предполагается исследовать обрабатываемость технической керамики при МАО, влияние скорости резания на формирование параметра Ra .

Список литературы

1. Суслов А. Г. Качество поверхностного слоя деталей машин/ А. Г. Суслов. – М.: Машиностроение, 2000. – 320 с.
2. Барон Ю. М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов/ Ю. М. Барон.— Л.: Машиностроение. Ленингр. 1986. - 176 с.
3. Скворчевский Н. Я. Эффективность магнитно-абразивной обработки/ Н. Я. Скворчевский, Э. Н. Федорович, П. И. Ящерицын. — Минск.: Наука і техника, 1991.- 215 с.
4. Кучеренко С. В. Моделирование процесса магнитно-абразивного полирования / С. В. Кучеренко, В. В. Гусев// Инженер. Студентський науково-технічний журнал. – Донецьк: ДонНТУ, 2010. - №11. - С.65-67.

Рецензент: Калафатова Л. П.

Надійшла до редколегії: 17.04.2011р.

**В.В. ГУСЄВ
С.В. КУЧЕРЕНКО,
К.С. СУХОРУЧКО**

Донецький національний технічний університет, м. Донецьк, Україна
**МАГНІТНО-АБРАЗИВНА ОБРОБКА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХОНЬ ІЗ
ВИКОРИСТАННЯМ ПОСТІЙНИХ МАГНІТІВ**

У статті представлені результати експериментальних досліджень магнітно-абразивної обробки внутрішніх отворів деталей із твердого сплаву. Дослідження дозволили визначити наявність раціональних значень зазору між інструментом і заготовкою, швидкостей інструмента й заготовки при магнітно-абразивній обробці. Результати знайшли застосування при фінішній обробці волок.

Магнітно-абразивна обробка, волока, твердий сплав, режими обробки

**V.V.GUSEV
S.V. KUCHERENKO
K.S. SUKHORUCHKO**

Donetsk national technical university, Donetsk, Ukraine
**MAGNETIC-ABRASIVE MACHINING OF INTERNAL SURFACES
WITH USE OF PERMANENT MAGNETS**

In the paper the results of experimental researches of magnetic-abrasive machining of internal surfaces of details of hard alloys are presented. Researches have allowed to determine the presence of rational values of a backlash between the tool and workpiece, tool speed and workpiece speed at magnetic-abrasive machining. Results have found use at finishing machining of draws.

Magnetic-abrasive machining, draw, hard alloy, machining conditions