

УДК 621.923

А. А. Беляев, Б. Карпушевский, Л. Г. Дюбнер, В. С. Майборода

## ВЛИЯНИЕ СТРУЙНО-АБРАЗИВНОЙ И МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТОК НА СОСТОЯНИЕ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И РЕЖУЩИХ КРОМОК СВЕРЛ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

*Представлен сравнительный анализ влияния процессов струйно-абразивной и магнитно-абразивной обработок на шероховатость рабочих поверхностей и микрогеометрию режущих кромок сверл из быстрорежущей стали. Предлагается использовать метод магнитно-абразивной обработки, как подготовительную операцию перед нанесением износостойких покрытий.*

### 1 Вступление

Одним из ведущих способов повышения работоспособности режущих инструментов является ионно-плазменное напыление износостойких покрытий [1, 2]. Струйно-абразивная или, так называемая, пескоструйная обработка инструментов является на сегодняшний день неотъемлемой подготовительной операцией перед нанесением покрытий [2, 3]. Однако, недостатком данного метода, особенно при его реализации на оборудовании ручного типа, является невозможность направленного воздействия на состояние и микрогеометрию режущих кромок, а также неравномерность обработки рабочих поверхностей инструмента. Кроме того, струйно-абразивная обработка нередко ведет к повышению шероховатости поверхностей и, как следствие, к ухудшению качества наносимых износостойких пленок. Рост шероховатости, в свою очередь, ведет к образованию локальных напряжений в покрытии, что негативно сказывается на его эксплуатационных характеристиках.

Современные тенденции развития инструментального производства направлены на повышение качества рабочих поверхностей инструментов, а также на поиск возможностей контролируемого управления микрогеометрией их режущих кромок

[4]. Особенно это касается концевой режущей инструмента.

Одним из возможных путей решения вышерассмотренных задач является метод магнитно-абразивной обработки (МАО) по схеме типа «кольцевая ванна» с большими рабочими зазорами [5, 6, 7].

Целью данной работы являлось проведение сравнительного анализа влияния струйно-абразивной и магнитно-абразивной обработок на микрогеометрию и состояние режущих кромок, а также на шероховатость рабочих поверхностей сверл диаметром 7,0 мм фирмы «Garant» и 6,8 мм фирмы «Fette», изготовленных из быстрорежущей стали (аналог Р6М5). Исследовался эффект МАО как до, так и после нанесения на сверла износостойкого покрытия TiN ионно-плазменным вакуумно-дуговым методом (Arc-PVD).

### 2 Методика проведения экспериментов

Струйно-абразивная обработка сверл проводилась на промышленной установке типа TR-140-DG фирмы «Sigg Strahltechnik GmbH». Установка, параметры и схема обработки показаны на рис. 1.

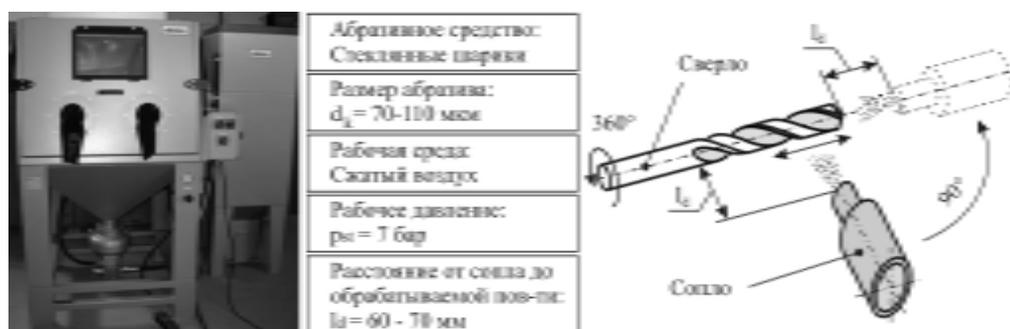


Рис. 1. Установка, параметры и схема струйно-абразивной обработки

Обработка велась сначала вдоль оси сверла с прокручиванием его в руке на 360° на протяжении пяти секунд, затем сопло было направленно непосредственно на вершину сверла в течение трёх секунд. Расстояние от сопла до обрабатываемой поверхности составляло 60-70 мм.

Магнитно-абразивную обработку выполняли на специальной установке типа «кольцевая ванна» с большим рабочим зазором, равным 30 мм. На рис. 2 показан общий вид установки с расположением сверла в рабочем зазоре, заполненном магнитно-абразивным порошком, исполняющим роль магнитно-абразивного инструмента (МАИ).

Обрабатываемое сверло совершает вращательное движение вокруг оси кольцевой ванны, а также вокруг собственной оси. С целью получения полирующего или же полирующе-упрочняющего воздействия обработка непокрытых и покрытых свёрл выполнялась магнитно-абразивными порош-

ками с различной формой частиц (округлые и оскольчатые) и различным размером в диапазоне 63-630 мкм. Направление вращения сверла в массе МАИ изменялось, при этом скорость обработки была постоянной – 2,5 м/с [5, 7].

После выполнения струйно-абразивной и магнитно-абразивной обработок был проведен сравнительный анализ состояния микрогеометрии рабочих элементов свёрл. Измерения шероховатости калибрующей ленточки, передней и задней поверхности выполнялось на специализированном профилемере FORM TALYSURF 120 PC Фирмы «Taylor Hobson». Контроль величины радиуса округления режущих кромок и их визуального состояния осуществлялся на 3D-оптическом приборе «MikroCAD» фирмы «GF Messtechnik GmbH», а также с помощью универсальной оптической установки «Genius 3s» фирмы «E. Zoller GmbH & Co. KG». Кроме этого были произведены снимки режущих кромок под микроскопом.

### 3 Результаты исследований

Полученные результаты показывают, что, варьируя параметры и кинематику процесса МАО, можно целенаправленно влиять на свойства рабочих поверхностей сверл и управлять микрогеометрией их режущих кромок. На рис. 3 приведены значения шероховатости по задней поверхности непокрытых сверл диаметром 7,0 мм после пескоструйной обработки и магнитно-абразивной обработки оскольчатым порошком «Полимам-Т» фракцией 160/100 мкм. Величина магнитной индукции в рабочем зазоре составляла 0,25 Тл, а время обработки 180 с.

Из диаграмм на рис. 3 видно, что струйно-абразивная обработка приводит к росту значения шероховатости Ra на передней поверхности сверл с 0,44 мкм до 0,56 мкм. При этом необходимо отметить,

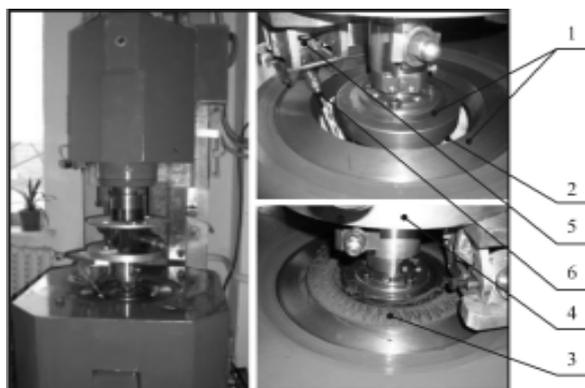


Рис. 2. Установка для МАО типа «кольцевая ванна»:

1 – полюсные наконечники; 2 – рабочий зазор; 3 – МАИ; 4 – базовая плита; 5 – поворотное приспособление; 6 – обрабатываемое сверло

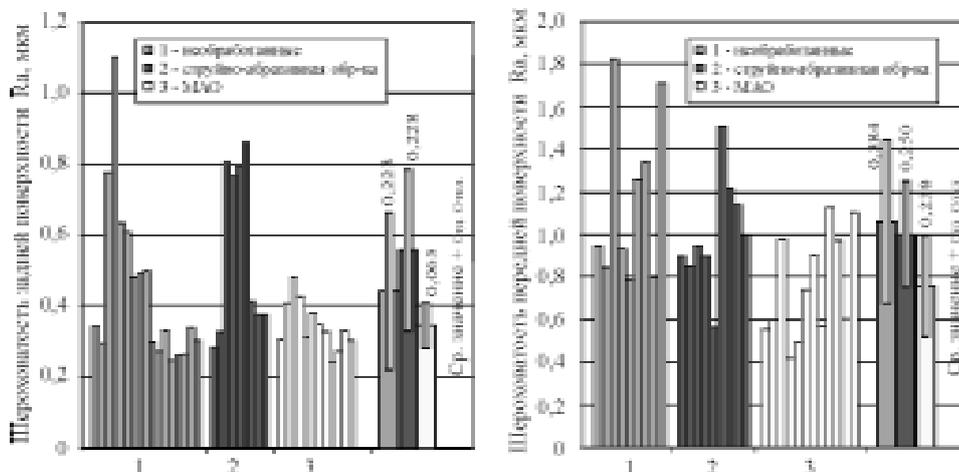


Рис. 3. Влияние МАО и пескоструйной обработки на состоянии передней поверхности непокрытых сверл из быстрорежущей стали

что значение стандартного отклонения, как показателя степени разброса отдельных значений шероховатости от ее средней величины, практически не изменилось. После MAO шероховатость передних поверхностей улучшилась до 0,35 мкм, и более чем в 3 раза уменьшилось значение стандартного отклонения.

Среднее значение шероховатости передних поверхностей уменьшилось после струйно-абразивной обработки до 1,0 мкм, а после MAO до 0,75 мкм, при исходном значении необработанных сверл 1,06 мкм. Значение стандартного отклонения после струйно-абразивной и магнитно-абразивной обработок уменьшилось соответственно в 1,5 и 1,6 раза. Надо учесть, что число выборки отрезков и длин измерения не соответствовало стандарту DIN EN ISO 4288-1998, что связано со сложностями измерения, обусловленными геометрией сверл.

Изменение шероховатости поверхности калибрующей ленточки сверл в зависимости от метода

их обработки показано на рис. 4. Посредством MAO достигнуто улучшение шероховатости в 1,8 раза, в то время как ее значение после пескоструйной обработки практически не изменилось.

Немаловажным является рост относительной опорной длины микропрофиля (рис. 5), что говорит о равномерности воздействия МАИ на обрабатываемую поверхность и является предпосылкой для повышения прочности сцепления покрытия с инструментальным материалом.

Исследования состояния и микрогеометрии режущих кромок показали, что с помощью MAO, в зависимости от кинематики и параметров процесса, можно добиться как заданного округления, так и заострения режущих кромок сверл. Причем, в отличие от пескоструйной обработки, MAO приводит к значительному уменьшению разброса значения радиуса по всей длине режущей кромки. Так, MAO быстрорежущих сверл  $\varnothing$  6,8 мм фирмы

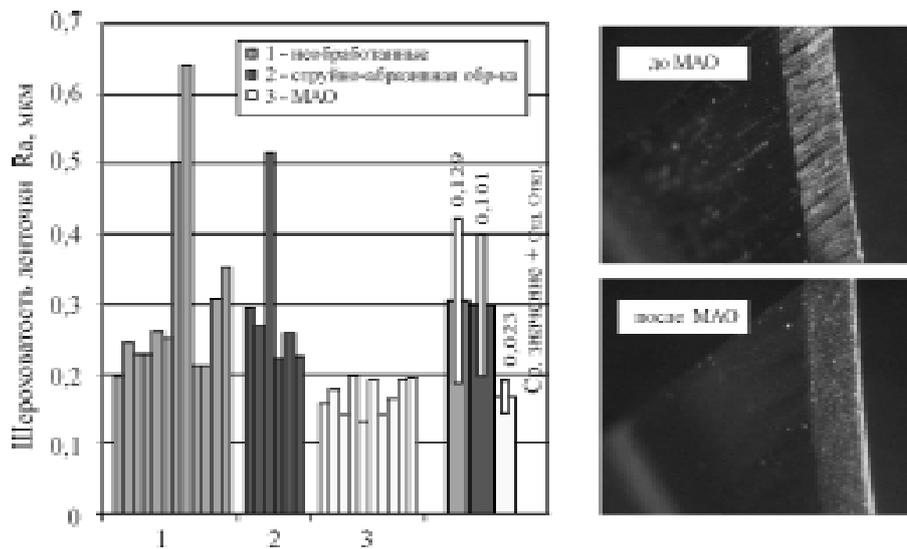


Рис. 4. Влияние MAO и пескоструйной обработки на шероховатость калибрующей ленточки

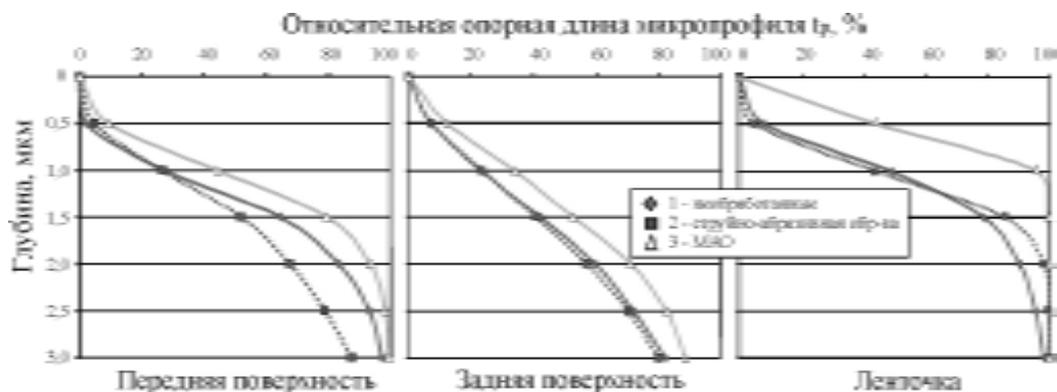


Рис. 5. Влияние MAO и пескоструйной обработки на относительную опорную длину микропрофиля

«Fette» порошком «Полимам-Т» (фракция 200/160 мкм) по схеме «стекание - атака» в течение 120 с привела к заострению режущих кромок до 0,095-0,012 мм, при исходных радиусах 0,014-0,016 мм. Обработка сверл  $\varnothing 7,0$  мм фирмы «Garant» порошком «Полимам-Т» (фракция 160/100 мкм) в течение 180 с привела к незначительному, но равномерному округлению режущих кромок до 0,017-0,019 мкм. Исходные радиусы лежали в пределах 0,014-0,018 мкм.

Оценка состояния режущих кромок, их зазубренности, выполнялась по показателю высоты профиля  $R_t$ , являющемуся разностью между максимальным выступом и максимальной впадиной в пределах базовой длины (рис. 6).

На рис. 7 видно, что магнитно-абразивная обработка дает равномерный полирующий эффект по всей длине режущей кромки.

#### 4 Выводы

В результате проведенных исследований пока-

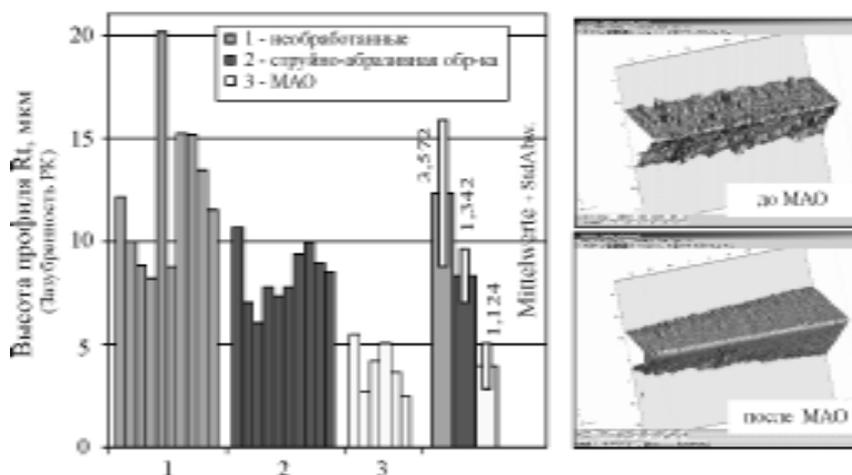


Рис. 6. Влияние MAO и пескоструйной обработки на зазубренность режущих кромок

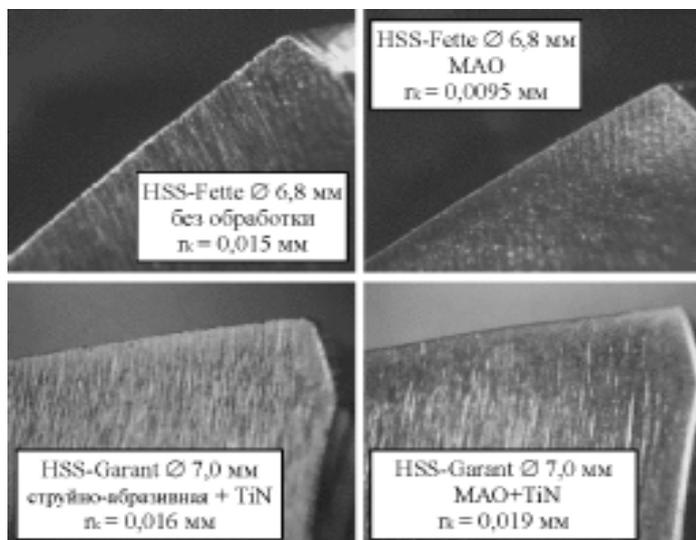


Рис. 7. Состояние режущих кромок, обработанных разными методами

зано, что, варьируя такими параметрами магнитно-абразивной обработки сверл из быстрорежущей стали, как кинематика процесса, тип, форма и размер абразивного порошка, можно целенаправленно управлять микрогеометрией их режущих кромок. Помимо этого, MAO дает значительный полирующий эффект на всех рабочих поверхностях

сверл, особенно на направляющей ленточке и на передней поверхности. Рекомендовано использовать MAO концевой режущего инструмента, как подготовительную операцию перед нанесением износостойкого покрытия.

**Перечень ссылок**

1. Tцnshoff H. K., Mohlfeld A., Sprengler C., Podolski C. PVD-Coated Tools for Metal Cutting Applications // The Coatings in Manufacturing Engineering. – 1999. – 1.
2. Mohlfeld A. Trockenbohren mit PVD - beschichteten Hartmetallwerkzeugen // Dissertation Hannover. – 2000.
3. Wohlfahrt H. Ein Modell zur Vorhersage kugelstrahlbedingter Eigenspannungszustände // Eigenspannungen: Entstehung-Messung-Bewertung. – Band 2. – 1983.
4. Kцtter D. Herstellung von Schneidkantenverrundungen und deren Einfluss auf das Einsatzverhalten von Zerspanwerkzeugen // Dissertation Dortmund. – 2006.
5. Майборода В.С. Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь. Дисс. д.т.н. – Київ. – 2001. – 404 с.
6. Vyelyayev O., Dybner L., Karpuschewski B. und Maiboroda V.: Erhцhung der Leistungsfцhigkeit von beschichteten Zerspanwerkzeugen durch Kombination der Werkzeugbeschichtung mit einer magnetabrasiven Behandlung. Резание и инструмент в технологических системах. – 70г 2006. – НТУ «ХПИ» – Харьков. – С. 38-45.
7. Дюбнер Л.Г., Майборода В.С., Ивановский А.А. Магнитно-абразивная обработка концевго режущего инструмента // Вестник НТУУ «КПИ». – Машиностроение. – Вып.44. – 2003. – С. 107-108.

Поступила в редакцию 23.05.2007

*Представлено порівняльний аналіз впливу процесів струйно-абразивної й магнітно-абразивної обробок на шорсткість робочих поверхонь і мікрогеометрію ріжучих крайок свердлі зі швидкорізальної сталі. Пропонується використовувати метод магнітно-абразивної обробки, як підготовчу операцію перед нанесенням зносостійких покриттів.*

*The comparative analysis of influence of processes of sandblasting and magnetic abrasive machining on the roughness of tool surfaces and micro geometry of cutting edges of high speed steel drilling tools is presented. It offered to use the method of magnetic abrasive machining as preparatory operation before deposition of wear resistant coatings.*