

Створення і застосування прогресивних технологій в машинобудуванні

УДК 621.92

А.Х. МАДЖИД (асп., iraqi295@mail.ru)

А.Н. МИХАЙЛОВ (д-р техн. наук, проф., tm@mech.dgtu.donetsk.ua)

Л.Н. ФЕНИК (старш. преподаватель, L.N.Fenik@mail.ru)

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КОМБИНИРОВАННОЙ ОТДЕЛОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Предложена комбинированная отделочная обработка спиральных сверл из быстрорежущих сталей с вакуумными ионно-плазменными покрытиями, в соответствии с которой проведена обработка сверл из стали Р6М5 диаметром 14 мм. Проведено определение эффективности предложенного технологического процесса, которое показало целесообразность применения комбинированной отделочной обработки для исследуемых сверл.

отделочная обработка, сверло, ионно-плазменные покрытия, стойкость, износ

Введение

В настоящее время для изготовления как осевых лезвийных инструментов в целом, так и спиральных сверл в частности, широко используются различные прогрессивные технологические процессы [1, 2], которые обеспечивают повышение стойкости инструмента, в том числе и на заключительных стадиях их изготовления.

Перспективным направлением повышения эксплуатационных характеристик осевого лезвийного инструмента является нанесение на их рабочую поверхность упрочняющих покрытий. Процесс упрочнения предусматривает осаждение специального покрытия методом конденсации и ионной бомбардировки (КИБ) в вакууме [3, 4, 5]. Дальнейшее повышение свойств таких инструментов возможно выполнять за счет разработки технологических процессов отделочной обработки, базирующихся на функционально-ориентированном [6, 7] и системном подходе [8].

При этом возникает вопрос целесообразности выполнения дополнительных технологических операций по подготовке инструмента к нанесению покрытий.

Целью данной работы является:

- сравнение вариантов технологических процессов нанесения упрочняющих покрытий на рабочую поверхность осевого инструмента;
- определение влияния специальных технологических операций по подготовке поверхности к нанесению покрытий на стойкость инструмента;
- проведение сравнительных стойкостных испытаний инструментов с различными вариантами нанесения упрочняющего покрытия.

Основное содержание работы

Для проведения исследований рассматривались два варианта нанесения ионно-плазменного покрытия на рабочую поверхность: когда инструмент находится в исход-

ном состоянии и когда инструмент подвергается дополнительной отделочной обработке.

Для повышения качества отделочной обработки спиральных сверл с вакуумными ионно-плазменными покрытиями разработан технологический процесс, который состоит из следующих этапов: предварительные отделочные операции, операции подготовки инструмента к нанесению покрытия, операции нанесения вакуумного ионно-плазменного покрытия на функциональные элементы инструмента, дополнительные отделочные операции, операции контроля качества.

Экспериментальные исследования технологического процесса проводили на спиральных сверлах диаметром 14 мм из стали Р6М5 (ГОСТ 10902-77).

Процесс отделочной обработки спиральных сверл с вакуумными ионно-плазменными покрытиями состоит из следующих операций: шлифования, ориентированной пескоструйной обработки, полировки, ультразвуковой обработки, нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий TiN, глянцеование поверхностей с покрытиями.

Шлифование проводили на шлифовальном станке. В качестве инструмента применяли круг шлифовальный типа ПП (ГОСТ 2424-83) из белого электрокорунда 24А, зернистостью 16-П, степени твердости С2, со структурой №7, на связке К5.

Для проведения ориентированной пескоструйной обработки была использована специальная пескоструйная установка с приспособлением для маскирования отдельных участков обрабатываемой поверхности. Применение приспособления позволяло варьировать время воздействия среды на обрабатываемую поверхность и получать одинаковый радиус закругления по всей длине режущей кромки. В качестве абразивного материала использован морской песок размером частиц ~400 мкм. Давление воздуха в пескоструйном аппарате не менее 0,4 МПа. Длительность обработки 20 с.

Процесс полировки и глянцеования выполняли с использованием станка для полировки. Обработку вели при скорости вращения 3000 об/мин. В качестве инструмента при полировке применяли круг войлочный. Обработку вели с использованием пасты ГОИ. При глянцеовании использовали круги из органических волокон с применением алмазной пасты.

Обезжиривание и очистку проводили на установке для комплексной ультразвуковой обработки. В качестве очистного раствора в ванне применяли раствор следующего состава: тринатрийфосфат технический – 30-40 г/л, сода кальцинированная техническая 20-30 г/л, поверхностно активное вещество ОП-7 или ОП-10 – 3,5 г/л. Температура раствора 50-60 °С.

Для нанесения вакуумного ионно-плазменного покрытия TiN применяли установку ННВ 6.6-И1. Суммарная толщина покрытия из 12 слоев – 6 мкм.

Данные параметры технологических переходов были установлены авторами на основании предварительных исследований.

Для проведения сравнительных испытаний по сверлению отверстий были использованы сверла с различной степенью подготовки:

- сверла в состоянии поставки после заводской заточки;
- сверла после заводской заточки с нанесенными покрытиями;
- сверла прошедшие полный комплекс операций комбинированной отделочной обработки.

Каждая партия сверл состояла из 5 штук.

Для определения стойкости сверл производили сверление отверстий со следующими параметрами:

- глубина сверления каждого отверстия – 64 мм, определяется исходя из величины рабочей части сверла (рис.1). $l = 60$ мм. $y = 4$ мм.

Параметры режимов резания назначались из расчёта периода стойкости 45 минут. Материал режущей части сверла – Р6М5: [9]

- подача $S = 0,2$ мм/об;
- скорость вращения сверла $n = 430$ об/мин;
- скорость резания $V = 18,9$ м/мин.

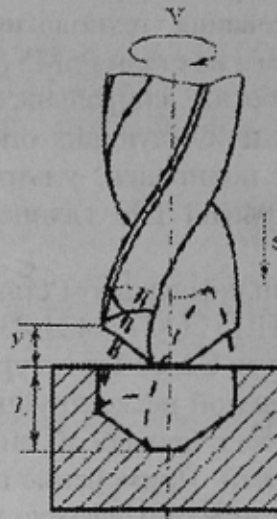
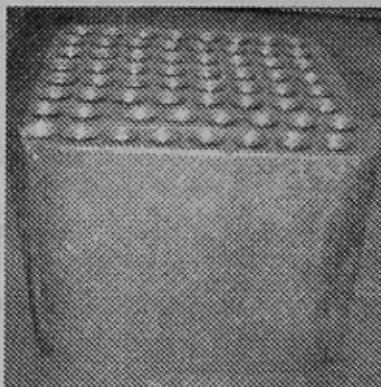


Рис.1. Схема определения рабочего хода сверла

В качестве обрабатываемого образца использовался прокат квадратный горячекатаный Ст.3.

Сверление выполнялось до полной потери инструментом режущей способности, что определялось по появлению характерного высокочастотного звука и интенсивному выделению тепла в зоне резания. В качестве СОЖ применяли водный раствор кальцинированной соды.



а)



б)

Рис.2. Сравнительные испытания исследуемых свёрл:

а) общий вид заготовки для сверления отверстий

б) процесс сверления отверстий

Результаты сравнительных испытаний приведены в таблице 1.

Параллельно проводились измерения износа рабочей кромки сверла. Измерения показали, что после 45 минут работы, которые были приняты в качестве исходных данных при назначении режимов резания, сверла в состоянии поставки без покрытия практически теряют свою работоспособность. Величина износа в данном случае достигает 1,0 миллиметра, т.е. становится катастрофическим. За этот же период работы износ сверл с покрытием в состоянии поставки и сверл, подвергавшихся дополнительной отделочной обработке уменьшался в 3 и 4 раза соответственно.

На рис. 3 приведены графики зависимости износа рабочей кромки сверла от длительности эксплуатации, а на рис.4 приведены фотографии износа рабочей поверхности сверл для различных вариантов нанесения упрочняющего покрытия и сверл без покрытия.

Таблица 1. Сравнение работоспособности сверл с различными вариантами нанесения упрочняющего покрытия.

№ сверла	Сверла в состоянии поставки без покрытия		Сверла в состоянии поставки с покрытием		Сверла после отделочной обработки с покрытием	
	Количество отверстий, шт.	Суммарный путь, мм.	Количество отверстий, шт.	Суммарный путь, мм.	Количество отверстий, шт.	Суммарный путь, мм.
1	57	3648	72	4608	171	10944
2	55	3520	88	5632	163	10432
3	59	3776	96	6144	169	10816
4	61	3904	80	5120	165	10560
5	56	3584	104	6656	173	11072
Среднее		3686		5632		10765
Коэффициент увеличения стойкости		1		1,52		2,92

Такой характер износа можно объяснить следующим. Упрочняющее покрытие, наносимое на рабочую поверхность инструмента, повышает общую стойкость. Но поверхность сверла в состоянии поставки имеет более грубую поверхность. Вследствие этого наносимый слой упрочняющего покрытия имеет недостаточно высокую прочность сцепления с основой. В процессе работы в первую очередь начинает изнашиваться покрытие на выступающих гребешках шероховатой поверхности, а после стирания нанесенного слоя начинает изнашиваться основной материал. Соответственно, площадь поверхности, имеющая упрочняющее покрытие, уменьшается, что так же способствует увеличению скорости износа. Однако нанесенное TiN покрытие на сверло в состоянии поставки позволяет повысить стойкость инструмента в 1,5 раза по сравнению с обычным инструментом.

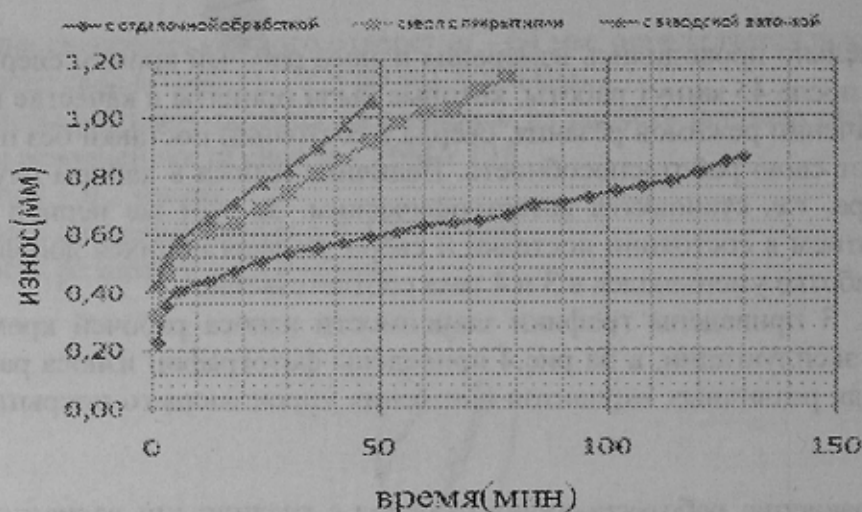


Рис. 3. Зависимость износа от времени работы сверл различной степени подготовки

В случае применения технологии подготовки поверхности под покрытие, последнее имеет более гладкую поверхность, что обеспечивает более прочное сцепление наносимого слоя упрочняющего покрытия с основным материалом и соответственно более равномерному истиранию покрытия, в результате чего общая скорость износа уменьшается и, как следствие, почти в 3 раза увеличивается стойкость.

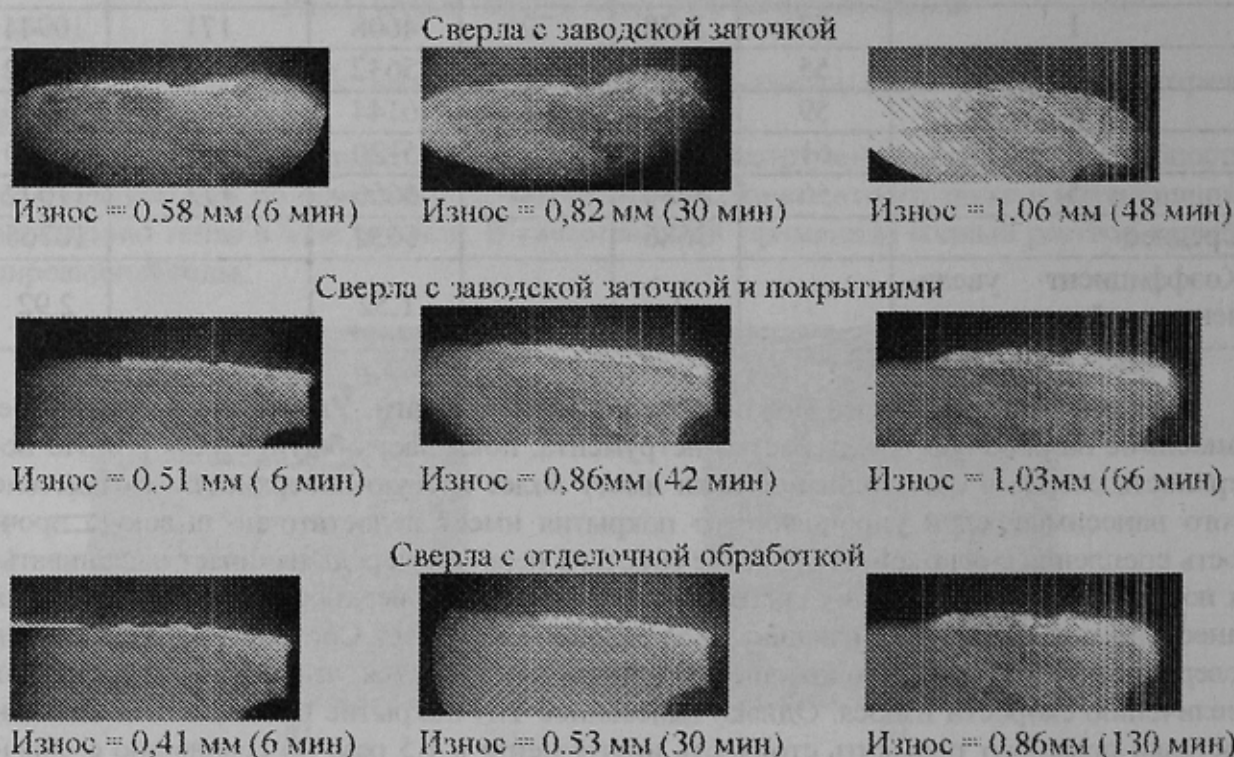


Рис. 4. Фотографии износа режущей кромки сверл различной степени подготовки ($\times 30$)

Как видно из изображений задней поверхности наблюдается сильное различие в характере износа режущей части сверл с покрытиями и без них, особенно на начальных стадиях сверления.

Режущая кромка сверла с отделочной обработкой сохраняет свою геометрию вплоть до 120 мин работы, в то время как на сверле без покрытия разрушение режущей кромки начинается уже на 6 минуте.

При сравнении сверл с заводской заточкой и сверл с отделочной обработкой динамика изменения геометрии режущей кромки имеет похожее поведение. Однако все изменения происходят значительно медленнее у сверл после отделочной обработки.

Выводы

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Проведенные сравнительные испытания показали целесообразность дополнительной подготовки поверхности инструмента для нанесения упрочняющего покрытия.
2. Дополнительная подготовка поверхности осевого инструмента под покрытие обеспечивает более качественное и прочное соединение наносимого слоя с основным материалом инструмента и, соответственно, большую долговечность.
3. Применение предлагаемого технологического процесса подготовки поверхности инструмента под нанесение упрочняющего покрытия позволяет повысить стойкость в 3 раза по сравнению с инструментом без покрытия и в 1,5 раза по сравнению с инструментом с покрытием без дополнительной обработки.

Список литературы

1. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с.
2. Справочник инструментальщика / Боровский Г.В., Григорьев С.Н., Маслов А.Р.: под общей ред. А.Р. Маслова. – М.: Машиностроение, 2005. – 464 с.
3. Внуков Ю.Н. Нанесение износостойких покрытий на быстрорежущий инструмент / Ю.Н. Внуков. – К.: Техника, 1992. – 143 с.
4. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями / А.С. Верещака. – М.: Машиностроение: 1993. – 336 с.
5. Панфилов Ю.В. Тонкопленочные покрытия на инструменте: анализ современного состояния и тенденции развития / Ю.В. Панфилов, А.И. Беликов, И.В. Иванчиков // Электронные, ионные и плазменные технологии. Приложение. Справочник. Инженерный журнал. – 2000. – № 1. – 12 – 16.
6. Михайлов А.Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения / А.Н. Михайлов. – Донецк: Технополис, 2008. – 346 с.
7. Михайлов А.Н., Михайлов В.А., Михайлова Е.А. Методика и основные принципы синтеза функционально-ориентированных вакуумных ионно-плазменных покрытий изделий машиностроения / А.Н. Михайлов, В.А. Михайлов, Е.А. Михайлова // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2005. – №7. – С. 3 – 9.
8. Хубка В. Теория технических систем / В. Хубка; пер. с нем. – М.: Мир, 1987. – 208 с.
9. Матюха П.Г. Теорія різання: навчальний посібник / П.Г. Матюха. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – 258.

**А.Х. МАДЖИД
О.М. МИХАЙЛОВ
Л.Н. ФЕНИК**

Донецький національний технічний університет

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ
КОМБІНОВАНОЇ ОЗДОБЛЮВАЛЬНОЇ ОБРОБКИ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЕЛ
ЗІ ШВИДКОРІЗАЛЬНОЇ СТАЛІ**

Запропоновано комбіновану оздоблювальну обробку спіральних свердел зі швидкорізальних сталей з вакуумними іонно-плазмовими покриттями, відповідно до якої проведена обробка свердлів зі сталі Р6М5 діаметром 14 мм. Проведено визначення ефективності запропонованого технологічного процесу, що показало доцільність застосування комбінованої оздоблювальної обробки для досліджуваних свердел.

оздоблювальна обробка, свердло, іонно-плазмові покриття, стійкість, зношування

**ABDUL-JALEEL HAMAD MAJEED
A.N. MIKHAYLOV
L.N. FENIK**

Donetsk National Technical University

**ANALYSIS EFFECTING OF COMBINED FINISHING TECHNOLOGY
PROCESSES ON SPIRAL DRILLS FROM HIGH SPEED STEEL**

We proposed a combined finishing processes spiral drills of high speed steel with vacuum ion-plasma coatings, according to which conducted drills processing of high speed steel R6M5 diameter of 14mm . We identified the effectiveness of the proposed processes, which showed feasibility of a combined finishing processing for the test drills.

finishing, drill, ion-plasma coatings, resistance, wear

Рецензент: д.т.н., проф. Татяниченко О.Г.

Надійшла до редколегії 05.02.2010