

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПИРАЛЬНЫХ СВЁРЛ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

**Маджид А.Х., Михайлов А.Н., Феник Л.Н.**  
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

### Введение

В условиях непрерывно повышающихся требований к параметрам качества осевых лезвийных инструментов, изготовление спиральных сверл из быстрорежущих сталей базируется на прогрессивных технологических процессах [1, 2], обеспечивающие заданные параметры их качества. При этом для повышения эффективности работы спиральных сверл и увеличения их стойкости на современных машиностроительных заводах используются инструменты с тонкими износостойкими вакуумными ионно-плазменными покрытиями из карбидов, нитридов и карбонитридов тугоплавких металлов [3, 4, 5]. Вместе с тем для достижения максимальной эффективности и работоспособности спиральных сверл с износостойкими покрытиями, в технологии их изготовления предусматриваются операции дополнительной отделочной обработки, которые придают режущей части сверл необходимые параметры качества и подготавливают функциональные участки поверхностей для нанесения покрытий. К такой отделочной обработке относятся: операции по шлифованию, полировке, доводки, глянцеваания, виброабразивной и пескоструйной обработки; различные виды электрохимической и электрофизической обработки, операции по очистке поверхности и др.

Однако сведений о конкретной структуре и параметрах технологических процессов отделочной обработки при изготовлении спиральных сверл из быстрорежущих сталей с вакуумными ионно-плазменными покрытиями мало. Поэтому актуальным становится вопрос исследования и определения рациональных параметров различных видов отделочной обработки и подготовки поверхностей инструмента для последующего нанесения ионно-плазменного покрытия.

Целью работы является повышение качественных показателей спиральных сверл из быстрорежущих сталей за счет отделочной обработки для обеспечения надёжного нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: разработать рациональную структуру технологического процесса дополнительной отделочной обработки функциональных элементов спиральных сверл, определить влияние параметров обработки на шероховатость задней поверхности спиральных сверл, на основании чего установить оптимальные параметры обработки.

### Основное содержание работы

На основании анализа известных данных об операциях отделочной обработки, структуру технологического процесса отделочной обработки спиральных сверл осуществляли в следующей последовательности:

- шлифование на заточном станке задней поверхности спирального сверла в состоянии после заводской заточки, с целью определения влияния скорости вращения шлифовального круга и частоты вращения сверла на шероховатость задней поверхности.
- пескоструйная обработка для формирования требуемого радиуса скругления

режущих кромок спиральных сверл в зависимости от времени воздействия для разных марок быстрорежущих сталей, и образуемые при этом параметры шероховатости задней поверхности.

- полировка задней поверхности спирального сверла с определением влияния параметров обработки на формирование шероховатости задней поверхности до нанесения покрытия.

Экспериментальные исследования по оценке параметров шероховатости задней поверхности, по предлагаемым операциям технологического процесса проводили на спиральных сверлах диаметром 14 мм из стали Р6М5 (ГОСТ 10902-77). Дополнительно для сравнительной оценки влияния длительности проведения пескоструйной обработки на формирование радиуса скругления режущей кромки были взяты 2 сверла диаметром 14 мм, из сталей Р9 и Р18. В табл. 1 приведены основные параметры исследуемых спиральных сверл из быстрорежущих сталей.

Таблица 1. Основные параметры спиральных сверл из быстрорежущих сталей

Параметр	Марка стали		
	Р6М5	Р9	Р18
Диаметр, мм	14	14	14
Длина сверла, мм	160	160	160
Длина режущей части, мм	108	108	108
Угол при вершине 2φ, град.	120	120	120
Угол наклона винтовой канавки ω, град.	30	30	30
Твердость, HRC	63 - 65	64 - 65	65 - 66
Радиус скругления режущей кромки, мкм	20	20	20

Сверла из стали Р6М5 в исходном состоянии (с заводской заточкой) были подвергнуты следующим исследованиям: измерению шероховатости задней поверхности и определению радиуса скругления режущей кромки. Измерение шероховатости производили при помощи профилографа-профилометра 252. Для определения параметров шероховатости задней поверхности сверл было изготовлено специальное приспособление, которое монтируется в зажимном устройстве на станине профилографа-профилометра и позволяет вести регулировку пространственного положения сверла относительно траектории движения иглы (наконечника) прибора.

Средняя шероховатость задней поверхности составила  $\overline{R_a} = 0,832$  мкм. Сверло с таким показателем шероховатости не может обеспечить получение точного отверстия с высокими показателями качества обработанной поверхности.

Операции шлифования проводили на заточном полуавтомате для сверл, зенкеров и метчиков модели ЗЕ653. В качестве инструмента применяли круг шлифовальный ПП 125×6×32 24А 16-П С2 К7 (ГОСТ 2424-83). В качестве смазывающей охлаждающей жидкости была применена жидкость, приготовленная из концентрата УНИЗОР-М. Обработку вели в автоматическом режиме с выхаживанием.

Для проведения пескоструйной обработки было использовано устройство для пескоструйной обработки осевого лезвийного инструмента.

В качестве абразивного материала использован песок кварцевый размером ча-

стиц 400 мкм, насыпной плотностью 2,868 г/см<sup>2</sup>. Давление воздуха в пескоструйном аппарате не менее 0,4 МПа, диаметр сопла 3,4 мм, расстояние от сопла до обрабатываемой поверхности сверла 20 мм.

Для определения радиуса скругления режущей кромки использовали лабораторный металлографический микроскоп, с помощью которого проводили измерение на парафиновой пластине с отпечатком режущей кромки на грани.

Процесс полировки рабочих поверхностей осевого лезвийного инструмента (сверл) выполняли с использованием станка для полировки осевых лезвийных инструментов. Станок для полировки позволяет вести обработку при двух скоростях вращения 1500 и 3000 об/мин. В качестве инструмента применяли круг войлочный. Обработку вели с использованием пасты ГОИ.

Для определения рациональных параметров обработки были проведены процессы шлифования задней поверхности спирального сверла при скоростях вращения шлифовального круга 15,5, 23, 30,5 и 45 м/с при двух разных скоростях частоты вращения сверла 32 и 64 об/мин. Длительность выхаживания 80 с. После каждого режима была измерена шероховатость задней поверхности. На рис. 1 приведены фотографии задней поверхности для каждого значения шероховатости табл. 2 для частоты вращения сверла 32 об/мин. На рис. 2 приведены фотографии вида задней поверхности для каждого значения шероховатости табл. 2 для частоты вращения сверла 64 об/мин.

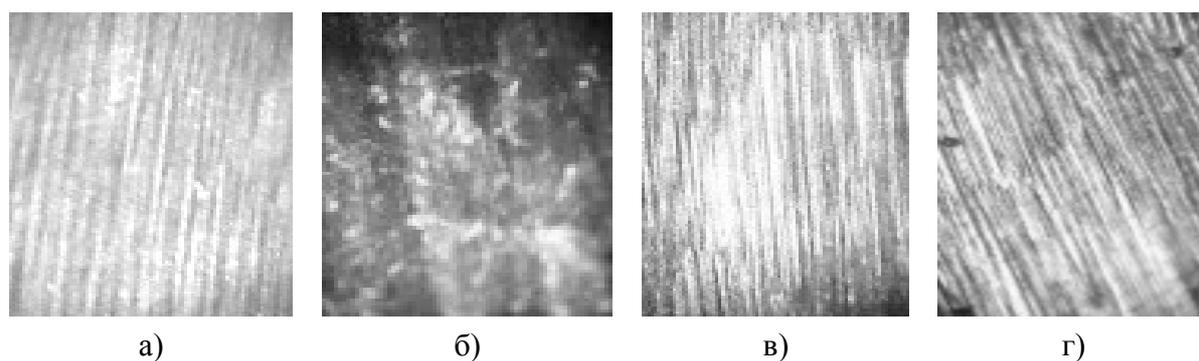


Рис. 1. Вид задней поверхности после шлифования для частоты вращения сверла 32 об/мин (увеличение  $\times 50$ ).

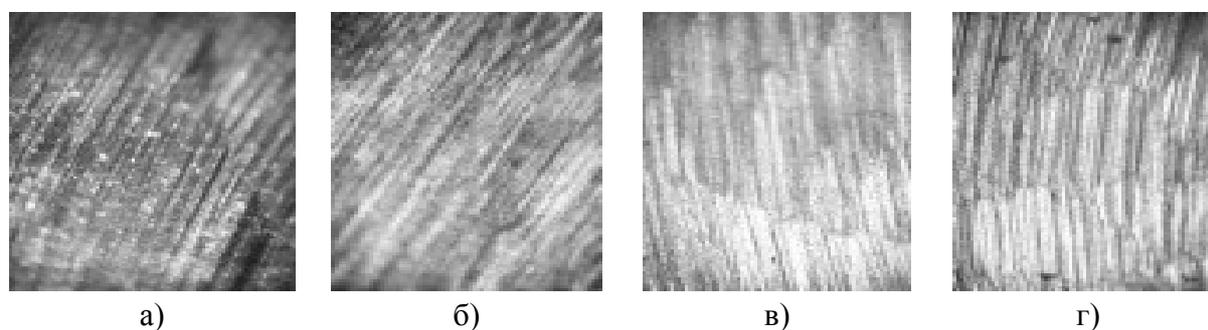


Рис. 2. Вид задней поверхности после шлифования для частоты вращения сверла 64 об/мин (увеличение  $\times 50$ ).

Таблица 2. Параметры шероховатости задней поверхности в зависимости от

параметров процесса шлифования

Частота вращения сверла, об/мин	Скорость шлифовального круга, м/с	Ra, мкм	Примечание
32	45	0,28	Рис. 1 а)
	30,5	0,36	Рис. 1 б)
	23	0,39	Рис. 1 в)
	15,5	0,63	Рис. 1 г)
64	45	0,30	Рис. 2 а)
	30,5	0,42	Рис. 2 б)
	23	0,48	Рис. 2 в)
	15,5	0,73	Рис. 2 г)

Как видно из графиков (рис. 3), построенных по данным табл. 2, с повышением скорости вращения шлифовального круга шероховатость поверхности снижается. Причем уменьшение шероховатости происходит более интенсивно до скорости 23 м/с после чего замедляется.

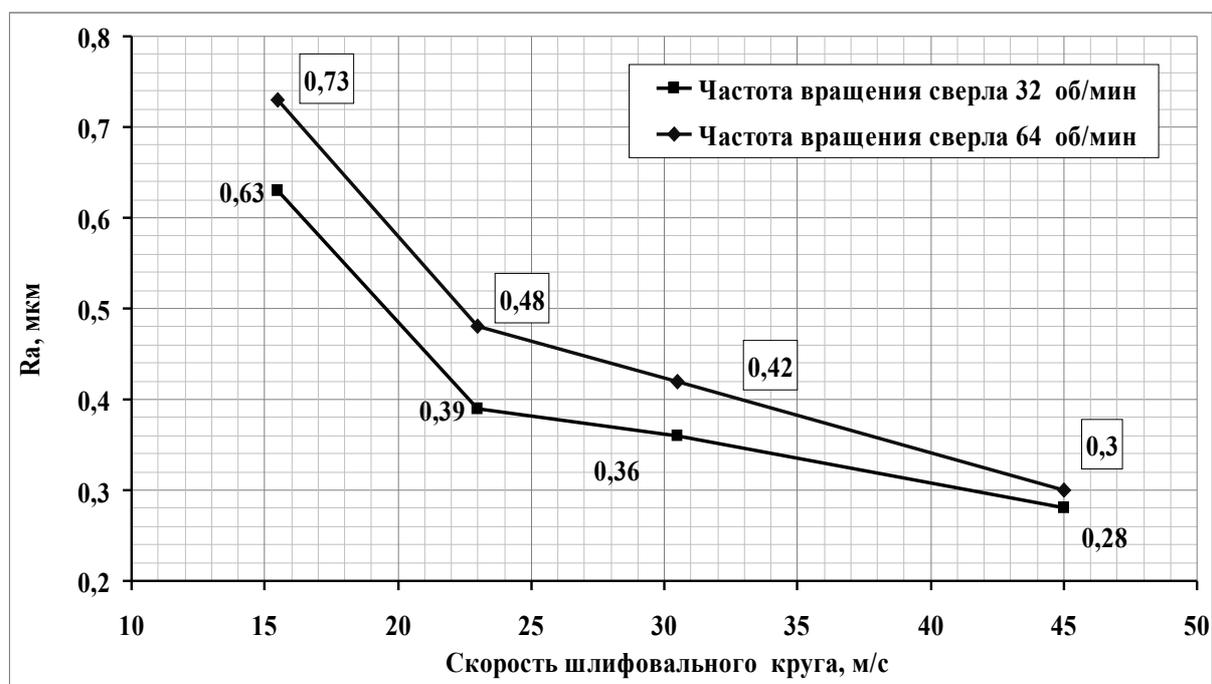


Рис. 3. Шероховатость задней поверхности сверла в зависимости от скорости вращения шлифовального круга для разной частоты вращения сверла

Наиболее низкая шероховатость наблюдается при скорости вращения шлифовального круга 45 м/с. Это наблюдается при обоих параметрах частоты вращения сверла. Однако наиболее низкая шероховатость достигается при частоте вращения сверла 32 об/мин.

Таким образом, при рассматриваемых условиях, оптимальными параметрами процесса шлифования являются скорости вращения шлифовального круга 45 м/с при частоте вращения сверла 32 об/мин. При этих параметрах процесса провели шлифование задней поверхности сверла из стали Р6М5 с последующим измерением шероховатости. Средняя шероховатость задней поверхности составила 0,390 мкм.

Следующими этапами, предусмотренными схемой рассматриваемого технологического процесса отделочной обработки, после шлифования задней поверхностей сверл является пескоструйная обработка с последующей полировкой.

Основное назначение пескоструйной обработки – это обеспечение требуемого радиуса скругления режущих кромок сверл. Однако пескоструйная обработка ухудшает состояние поверхности, поэтому следующим этапом является полировка задней поверхности сверл. Она применяется для восстановления необходимых параметров шероховатости этих поверхностей, ухудшенных пескоструйной обработкой.

Величина изменения радиуса скругления режущей кромки при проведении пескоструйной обработки – это величина, зависящая от времени воздействия. Данные, по которым можно было бы выбрать необходимые параметры обработки, для применяемого оборудования отсутствуют. Поэтому для определения рациональных параметров проведения процесса пескоструйной обработки построены зависимости величины радиуса скругления от длительности пескоструйной обработки для сверл трех марок сталей рис. 4.

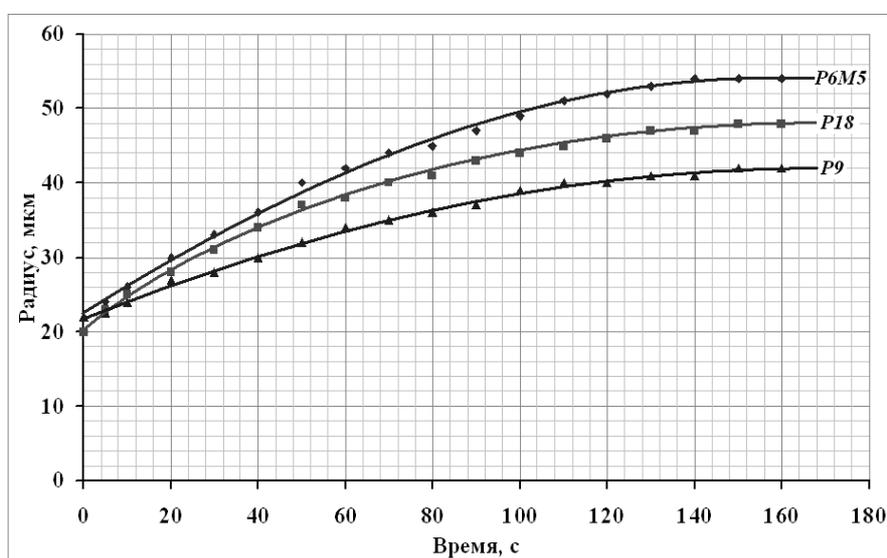


Рис. 4. Влияние длительности пескоструйной обработки на величину радиуса скругления режущей кромки сверл из быстрорежущих сталей.

Как видно из графика, приведенного на рис. 4, изменение радиуса происходит до времени воздействия 140 с для стали P6M5, 120 с для стали P9 и 100 с для стали P18. Дальнейшее воздействие не приводит к изменению радиуса скругления. Максимальное значение радиуса скругления наблюдается у сверла из стали P6M5 – 60 мкм, минимальное у сверла из стали P18 – 38 мкм, сверло из стали P9 занимает промежуточное значение – 48 мкм. Это связано с твердостью рассматриваемых сталей (табл. 1), количеством карбидной фазы ее дисперсностью и распределением. Таким образом, чем выше твердость материала инструмента, тем меньшую склонность он имеет к увеличению радиуса скругления при проведении пескоструйной обработки.

Из анализа литературы известно, что радиус скругления режущей кромки при обработке высокопрочных труднообрабатываемых сталей должен составлять ~ 30 мкм. Таким образом, для указанного радиуса скругления длительность обработки составляет 20 с, при которой и провели пескоструйную обработку сверла прошедшего шлифование. Шероховатость задней поверхности составила  $Ra = 0,947$  мкм.

После пескоструйной обработки режущие части сверл подвергают полировке с использованием станка для полировки, при скорости вращения 3000 об/мин. В качестве инструмента применяли круг войлочный с использованием пасты ГОИ. Обработку вели до получения на поверхностях сверл характерного блеска.

Шероховатость задней поверхности составила  $Ra = 0,027$  мкм.

На рис. 5 приведено влияние операций отделочной обработки на шероховатость задней поверхностей спирального сверла из стали Р6М5. Как видно из графика шлифование задней поверхности приводит к существенному уменьшению ее шероховатости.

Пескоструйная обработка приводит к увеличению шероховатости задней поверхности более чем в два раза по сравнению с состоянием после шлифования.

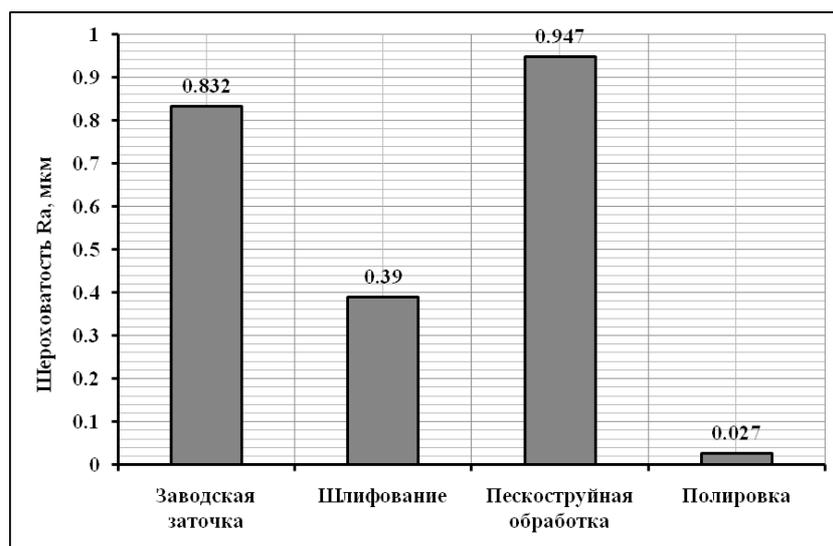


Рис. 5. Шероховатость задней поверхностей спирального сверла из стали Р6М5 по операциям технологического процесса отделочной обработки осевых лезвийных инструментов

Полировка задней поверхности позволяет получить очень низкие значения шероховатости. Такое значение шероховатости задней поверхности имеет достаточный уровень и сверлами с таким параметром шероховатости задней поверхности можно получать отверстия с высокими показателями точности и качества поверхности.

### Выводы

1. Предложена схема отделочной обработки осевого инструмента перед нанесением вакуумных ионно-плазменных покрытий, реализованная на примере обработки спирального сверла из стали Р6М5. Технологический процесс отделочной обработки включает в себя заточку, пескоструйную обработку и полировку.

2. Установлена зависимость шероховатости поверхности от скорости вращения шлифовального круга, по которым выбраны необходимые параметры обработки для обеспечения требуемого качества поверхности.

3. Полирование поверхностей сверла позволяет достигнуть параметра шероховатости  $Ra = 0,027$  мкм, что в 30 раз меньше, чем шероховатость сверла в состоянии поставки.

**Список литературы:** 1. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Фи-

липов, А.Н. Шевченко и др. – Л.: Машиностроение, 1987. – 846 с. **2.** Боровский Г.В., Григорьев С.Н., Маслов А.Р. Справочник инструментальщика / Под общей ред. А.Р. Маслова. – М.: Машиностроение, 2005. – 464 с. **3.** Внуков Ю.Н. Нанесение износостойких покрытий на быстрорежущий инструмент. – Киев: Тэхника, 1992. – 143 с. **4.** Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. М.: Машиностроение: 1993. – 336 с. **5.** Панфилов Ю.В., Беликов А.И., Иванчиков И.В. Тонкопленочные покрытия на инструменте: анализ современного состояния и тенденции развития. Электронные, ионные и плазменные технологии. Приложение. Справочник. Инженерный журнал № 1, 2000, 12-16.

### ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ СПІРАЛЬНИХ СВЕРДЕЛ ІЗ ШВИДКОРІЗАЛЬНИХ СТАЛЕЙ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Маджид А.Х., Михайлов О.М., Фенік Л.М.

У відповідності до сучасних вимог до якості осевих інструментів запропонована схема викінчувальної обробки осевого інструмента перед нанесенням вакуумних іонно-плазмових покриттів. Це дозволило досягнути параметра шорсткості  $R_a = 0,027$  мкм, що в 30 разів менше, ніж шорсткість свердла в стані поставки.

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПИРАЛЬНЫХ СВЁРЛ ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩИХ СТАЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИХ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Маджид А.Х., Михайлов А.Н., Феник Л.Н.

В соответствии с современными требованиями к качеству осевых инструментов предложена схема отделочной обработки осевого инструмента перед нанесением вакуумных ионно-плазменных покрытий. Это позволило достигнуть параметра шероховатости  $R_a = 0,027$  мкм, что в 30 раз меньше, чем шероховатость сверла в состоянии поставки.

### IMPROVEMENTS OF PRODUCTION TECHNOLOGY OF SPIRAL DRILLS OF HIGH-SPEED STEEL TO IMPROVE THEIR WORKING EFFICIENCY

Majeed A.J., Mikhaylov A.N., Fenik L.N.

In conformity with modern requirements to quality of axial tools the scheme of finishing machining of the axial tool before drawing of vaku-clever ion-plasma coatings is offered. It has allowed to reach parameter of roughness  $R_a = 0,027$  mcm that in 30 times it is less, than a drill roughness in a condition on-rate.

*Рецензент: д.т.н., проф. Матюха П.Г.*