

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ФОРМИРОВАНИЕ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ С ВАКУУМНЫМИ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ

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

В условиях современного машиностроения все большее применение находит инструмент с вакуумными ионно-плазменными покрытиями, для изготовления которого разработано множество технологических процессов [1, 2]. Однако развитие новых технологий обработки материалов невозможно без поиска новых методов оценки их свойств, к числу которых относится и микрорельеф поверхностей. Особо актуален этот вопрос в области нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий.

Широко используемые традиционные характеристики оценки шероховатости поверхности, такие как среднеарифметическое отклонение, максимальная высота неровностей, средний шаг неровностей профиля и т.п. [3] позволяют оценить только амплитудные характеристики формирования микрорельефа поверхностей. При этом внутренняя структура исследуемого объекта, как правило, игнорируется, а процессы образования структур и их взаимодействие между собой и с внешней средой характеризуются усредненными, интегральными параметрами. Несмотря на успешное использование традиционных характеристик шероховатости, все-таки требуются новые подходы для оценки свойств микрорельефа поверхностей, которые отображали бы развитие и формирование структуры поверхности [4].

Одним из путей решения этих проблем является использование основных положений теории фракталов, которые освещены в ряде работ [5, 6]. В качестве дополнительной характеристики микрорельефа поверхности предлагается использовать т.н. фрактальную размерность, которая оценивает степень «дробности», изломанность, самоподобие рельефа.

Целью работы является определение влияния отделочной обработки и нанесения вакуумных ионно-плазменных покрытий на фрактальную размерность поверхности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующую задачу: на основании структуры технологического процесса отделочной обработки спиральных сверл из быстрорежущих сталей определить параметры фрактальной размерности поверхностей на каждом этапе обработки.

Экспериментальные исследования проводили на спиральных сверлах диаметром 14 мм из стали Р6М5 (ГОСТ 10902-77). Технологический процесс дополнительной отделочной обработки спиральных сверл с вакуумными ионно-плазменными покрытиями состоит из следующих операций:

- операции шлифования, которую проводили на полуавтомате заточном модели 3Е653 со смазывающей охлаждающей жидкостью, приготовленной из концентрата УНИЗОР-М.

- Пневмоабразивная обработка режущих кромок. Оборудование – устройство для пневмоабразивной обработки. Абразивный материал марки F360. Параметры обработки – давление воздуха в пневмоабразивном аппарате не менее 0,4 МПа, диаметр сопла 3,4 мм, расстояние от сопла до обрабатываемой поверхности сверла 20 мм.

- полировки, которую выполняли с использованием станка для полировки инструментов. Обработку вели войлочным кругом с пастой ГОИ при скорости вращения 3000 об/мин.

- обезжиривания и очистки, которые проводили на установке для комплексной

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

ультразвуковой обработки УЗГ 3-4 с магнитострикционными преобразователями ПМС 2,5-18. 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.

- нанесение вакуумных ионно-плазменных покрытий TiN, для чего применяли установку ННВ 6.6-И1. Суммарная толщина покрытия из 12 слоев – 6 мкм.

Для получения фотографий и изучения состояния поверхности использовали металлографический микроскоп Neophot 2. Проведение фрактального анализа поверхностей спиральных сверл проводили при помощи программного продукта Fractal 3.4.7.2009 (Япония), который производит фрактальную оценку поверхности по ее изображению.

После каждого этапа обработки проводили нанесение вакуумных ионно-плазменных покрытий TiN. При этом производили определение фрактальной размерности без покрытий и с нанесенными покрытиями (рис. 1). Как видно из фотографий поверхностей после нанесения покрытий характер микрогеометрии сохранился.

По приведенным значениям фрактальных размерностей (рис. 1) построены графики их изменения по операциям рассматриваемого технологического процесса отделочной обработки до и после нанесения покрытий.

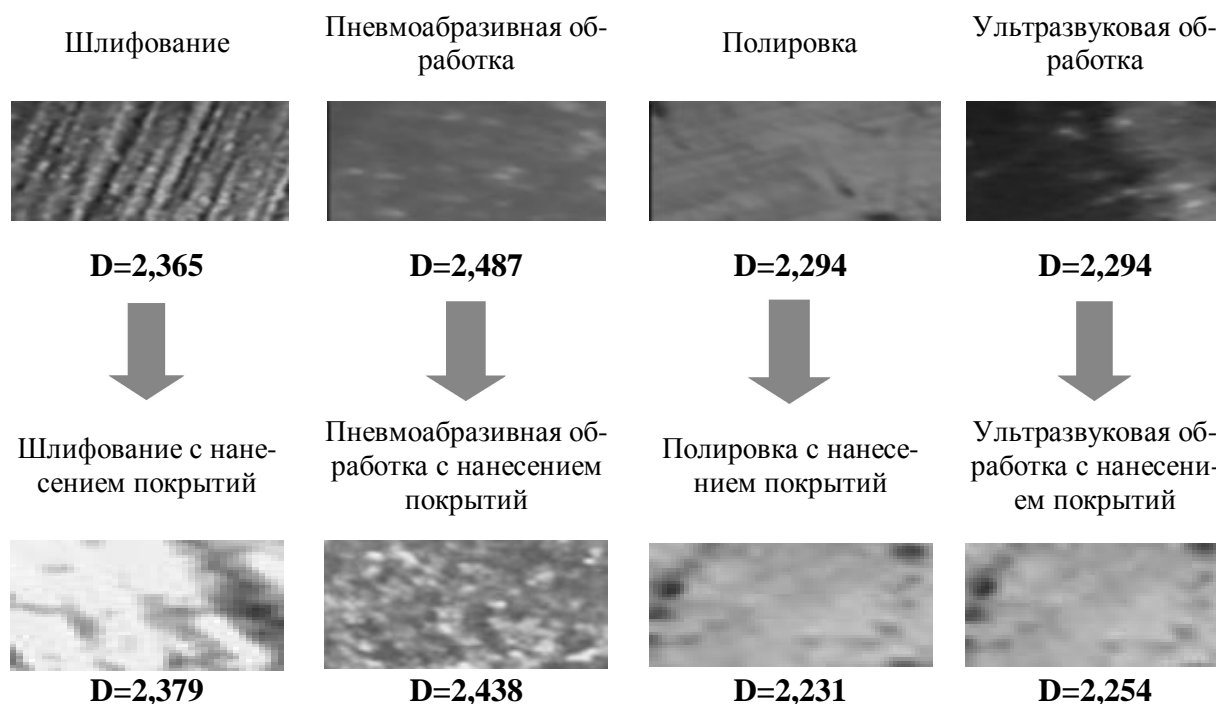


Рис. 1. Вид поверхностей ($\times 100$) и соответствующие им фрактальные размерности поверхностей сверл на различных стадиях отделочной обработки

Известно, что фрактальная размерность изменяется от 2 до 3. Где значению, равному 2 соответствует абсолютно плоская поверхность или «неразвитая» поверхность, а равному 3 – абсолютно «развитая» поверхность. Как видно из рис. 2 нанесение покрытий приводит к увеличению фрактальной размерности после шлифования, а после остальных видов обработки к уменьшению фрактальной размерности, а соответственно и

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

развитости поверхности.

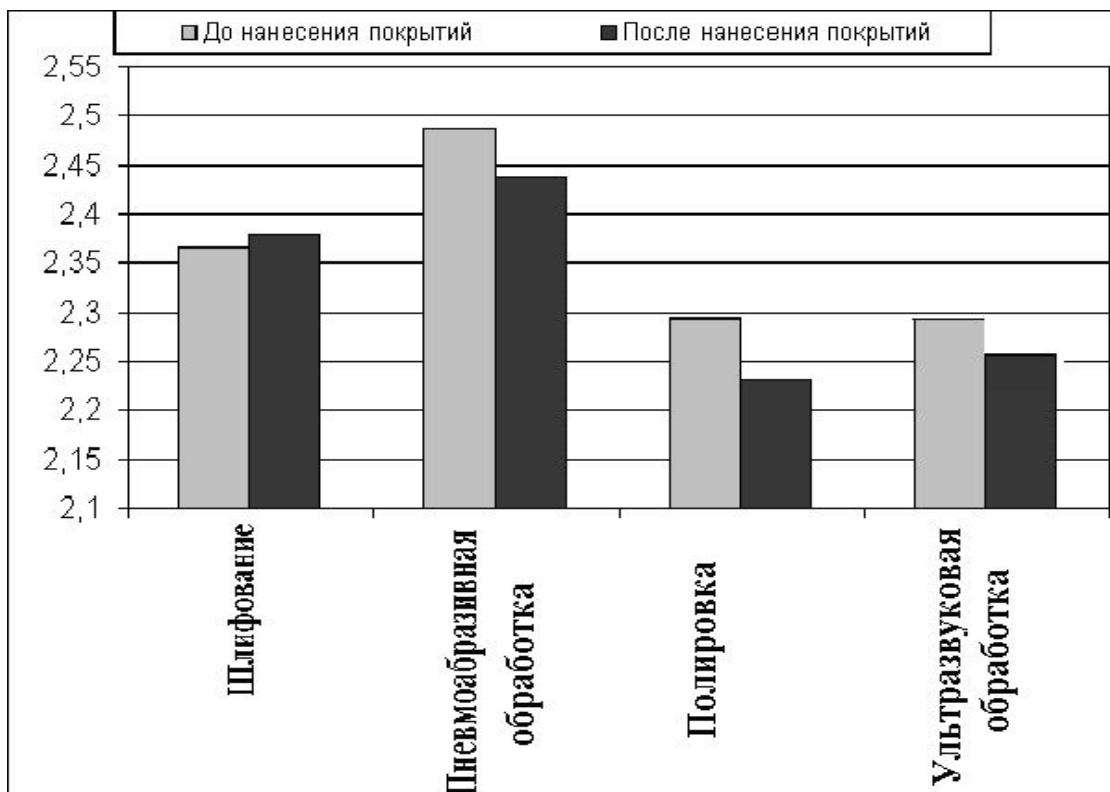


Рис.2. Влияние исходного состояния поверхности и нанесения покрытий на фрактальную размерность микрорельефа поверхностей по операциям комбинированной отделочной обработки спиральных сверл

Также по изображениям поверхностей (рис. 1) видно, что ультразвуковая обработка приводит к некоторому уменьшению фрактальной размерности, а соответственно и уменьшению развитости поверхности, которое невозможно измерить традиционными методами измерения.

Таким образом, полученные результаты позволяют оценить влияние разных видов обработки на формирование микрорельефа рабочей поверхности инструмента, используя в качестве характеристики оценки фрактальную размерность. Такая характеристика представляется очень важной с точки зрения анализа регулярности и структурированности микрорельефа поверхности и позволяет дополнительно оценить качество поверхности вместе с традиционными методами измерения.

Список литературы: 1. Внуков Ю.Н. Нанесение износостойких покрытий на быстрорежущий инструмент. – Киев, Техника, 1992. – 143 с. 2. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. М.: Машиностроение: 1993, 336 с. 3. Качество машин: Справочник. В 2 т. Т.1 / А.Г. Суслов, Э.Д. Браун, Н.А. Виткевич и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с. 4. А.А. Потапов, В.В. Булавкин, В.А. Герман и др. Исследование микрорельефа обработанных поверхностей с помощью методов фрактальных сигнатур. // Журнал технической физики, 2005, том 75, вып. 5. – С. 28-45. 5. Федер Е. Фракталы. Пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 254 с. 6. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128 с.