ФОРМИРОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ НАНОДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ НА ПОВЕРХНОСТИ металлов и АНАЛИЗ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО И ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ВЧ ПЛАЗМОЙ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

И.Ш. Абдуллин, А.А. Хубатхузин, В.И. Христолюбова

Казанский национальный исследовательский технологический университет, 420015, Россия, г. Казань, ул. Карла Маркса, 68, [al\_kstu@mail.ru](mailto:al_kstu@mail.ru)

Металлорежущий инструмент широко используется и предприятиями, и рядовыми покупателями. По этой причине к нему предъявляются очень высокие требования по качеству, безопасности работы и эргономичности, что вынуждает производителей создавать все более и более совершенные виды и формы инструмента. В качестве объектов исследования были выбраны торцевые, дисковые, концевые фрезы и сверла.

С целью модификации поверхности материала использовалась опытная ВЧ емкостная (ВЧЕ) плазменная установка. Рабочее давление в камере 24-26 Па. Для повышения микротвердости поверхности изделия использовалась смесь плазмохимического газа, метана, 0,004 г/с и аргона 0,06 г/с.

При определении физико-механических свойств применялось измерение микротвердости, шероховатости, модуля упругости и коэффициента упругого восстановления, коэффициента трения, исследовался рельеф и структура поверхности на субмикронном и нанометровом масштабе с помощью сканирующего нанотвердомера «НаноСкан- 3D». На базе «НаноСкан» реализован метод измерения твердости, основанный на измерении и анализе зависимости нагрузки при вдавливании индентора в поверхность материала от глубины внедрения индентора. Данный метод лежит в основе стандарта на измерение твердости ISO 14577. Для механических испытаний применяется индентор типа Берковича, который представляет из себя трехгранную алмазную пирамиду с углом при вершине около 142º. Особенность: пьезорезонанстный кантилевер камертонной конструкции с высокой изгибной жесткостью консоли (~2·104 Н/м).

Для контроля качества выпуклых поверхностей использовался прибор на базе сканирующего нанотвердомера, предназначенный для контроля качества физико-механических свойств поверхности труб неразрушающими методами.

Таким образом, выявлено, что физико-механические показатели деталей, обработанных в плазме емкостного ВЧ разряда, обладают более высокими технологическими и эксплуатационными характеристиками. Происходит газонасыщение (карбидирование) поверхностных слоев металлов и сплавов на глубину до 1 мкм за время обработки до 40 минут, результатом чего является повышение прочностных свойств, долговечности и срока службы изделий. Преимуществом ионной имплантации перед другими методами введения примеси в твердые тела является универсальность процесса, позволяющего ввести любой элемент в любой материал в строго контролируемом количестве, а также задавать его распределение по глубине.

Исследования износостойкости проводились экспериментальным путем на натурных испытаниях в ОАО «Северо-Западные магистральные нефтепроводы». Они показали, что у всех обработанных фрез увеличился срок службы в интервале от 140 до 230%.

Изучен и освоен комплексный подход к изучению покрытий с применением методов измерения рельефа, шероховатости, твердости, износостойкости, модуля упругости, коэффициента упругого восстановления и толщины модифицированного слоя в рамках одного измерительного прибора.