

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ И КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

Баракаев Нусратилла Ражабович –
д.т.н. профессор

Шомурадова Индра Фозиловна –
магистрант
Бухарский инженерно-технологический институт

Аннотация. В статье представлен технологический процесс нанесения покрытий PVD -методом и проведен анализ: вариаций нанесения покрытий(рисунок).

Ключевые слова: повышение точности, покрытие, глубокие отверстия, износостойкие покрытия, CVD-метод, PVD- метод, ружейное сверло

Annotation. The article covers technological process of applying coatings by PVD-method and analysis of variations of deposition

Keywords: accuracy increase, coating, deep holes, wear-resistant coatings, CVD-method, PVD-method, gun drill

Весьма перспективным направлением повышения точности и качества поверхности глубоких отверстий, полученных ружейными свёрлами, является применение износостойких покрытий. Покрытия наносят на предварительно подготовленную рабочую часть ружейного сверла (рисунок 1). Рисунок 1. – Ружейные свёрла с нанесёнными покрытиями
Фирмы *Botek*, *Stock*, *Guhring* (Германия) применительно к ружейным свёрлам рекомендуют следующие виды покрытий (Таблица 1.1).

Таблица 1



Износостойкие покрытия для ружейных свёрл

Покрытие	Микротвёрдость, HV*	Температура начала окисления, °C	Коэффициент трения**

TiN	22...26	400...550	0,4...0,55
AlTiN	32...36	700...900	0,5...0,70
TiCN	35...40	400	0,2...0,3

* Указан оптимальный диапазон твёрдости;

**Трение по стали 45.

Износостойкие покрытия на рабочую часть ружейных свёрл наносят двумя способами [1]:

Химическое осаждение покрытия из газовой среды – *Chemical Vapour Deposition (CVD)*

Физическое осаждение покрытий в вакууме – *Physical Vapour Deposition (PVD)*

Однако, в силу того, что *CVD*-метод является более дорогостоящим, менее производительным и более чувствительным к изменению технологических параметров наибольшее распространение получил *PVD*- метод.

Типовой технологический процесс нанесения покрытий *PVD*- методом состоит из следующих основных операций [1]:

Загрузка свёрл, прогрев и откачка вакуумной камеры;

Очистка рабочих поверхностей свёрл ионным травлением в газовом разряде;

Очистка рабочих поверхностей свёрл бомбардировкой ионами металла и нагрев до рабочих температур;

Нанесение покрытия;

Охлаждение и выгрузка свёрл;

Контроль качества нанесённого покрытия.

Функциональные характеристики покрытия и, прежде всего, его адгезионная связь с основой сильно зависит от качества подготовки сопрягаемых поверхностей. Именно поэтому поверхности рабочей части ружейного сверла предварительно тщательно подготавливают. К операциям подготовки сопрягаемых поверхностей можно отнести [1]:

Заточка

Ультразвуковая очистка;

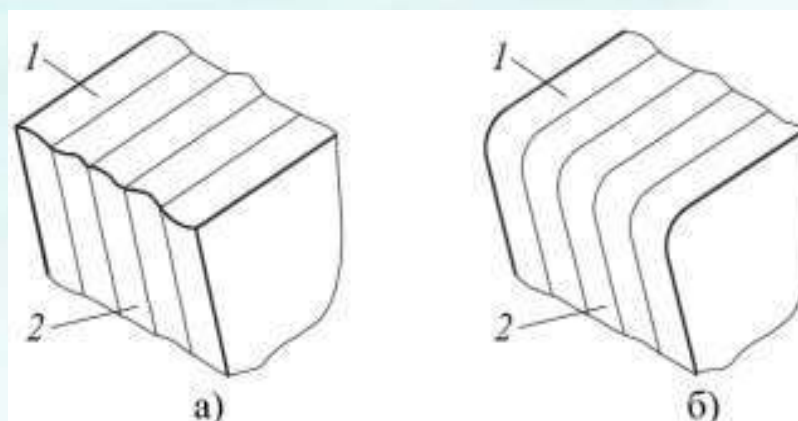
Мойка;

Вакуумная сушка (70-80^oC)

После алмазной заточки ружейных свёрл их режущие кромки имеют острые кромки пилообразной формы (рисунок 2) [2]. При сверлении это приводит к снижению стойкости инструмента. Поэтому в работе [2] рекомендуется после алмазной заточки проводить «сухое» полирование в среде гранул оксида алюминия – корракса или смеси рекомендуемой фирмой *Otec* состоящую из 70% карбида кремния зернистостью 1,4 мм и 30% гранул грецкого ореха зернистостью 1,6 мм.

Рисунок 2 – Вид режущей кромки ружейного сверла

а – после алмазного шлифования; б – после «сухого» полирования (1 – передняя поверхность; 2 – задняя поверхность)



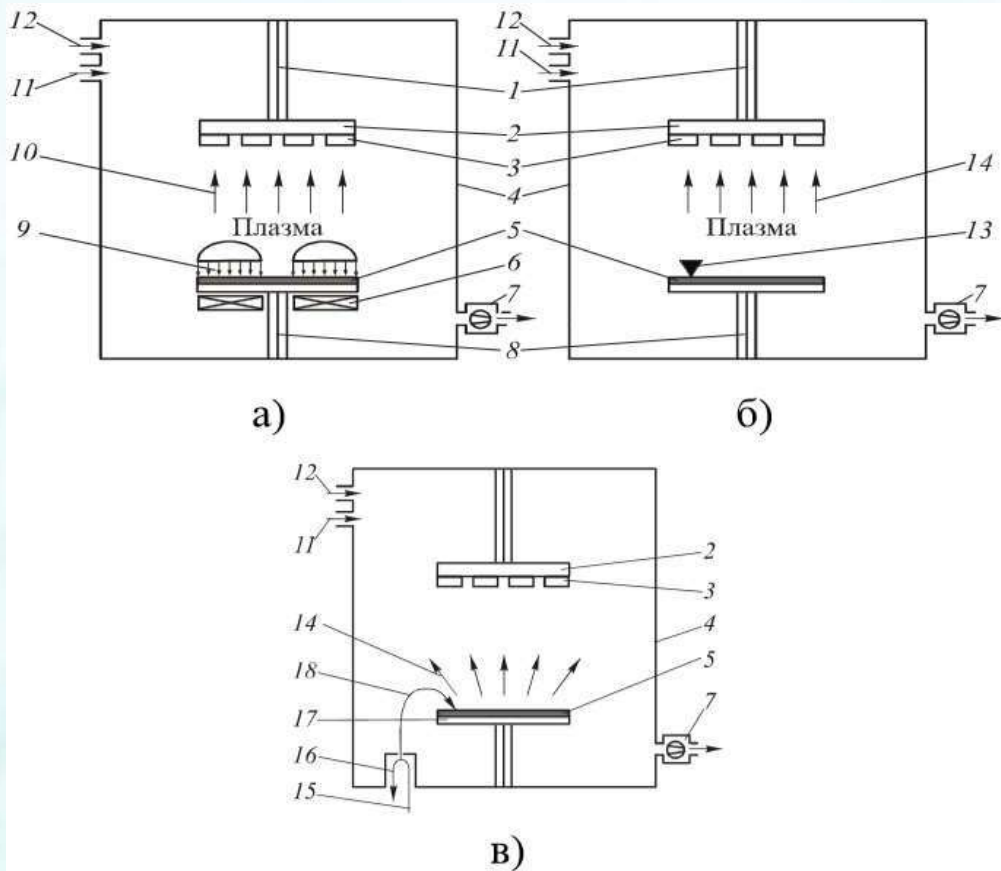
Для *PVD*-метода применяются следующие вариации нанесения покрытий(рисунок 3):

- a Метод вакуумно-дугового испарения;
- b Метод магнетронного распыления;
- c Метод электронно-лучевого испарения.

В основе *PVD*-методов, как правило, лежит испарение (распыление) вещества в вакуумной камере, с последующей ионизацией частиц, ускорением в электрическом (магнитном) поле в направлении к покрываемой поверхности и их конденсацией на этой поверхности в присутствии реакционного газа. В качестве испаряемого (распыляемого) вещества обычно используют тугоплавкие металлы (Ti, Cr, Mo, Zr, Al и др.), а реакционных газов – азот, метан, кислород и получают соответственно покрытия в виде нитридов, карбидов, карбонитридов или оксикарбидов тугоплавких металлов.

Рисунок 3 – Принципиальные схемы нанесения покрытий на режущий инструмент *PVD*-методами: а – магнетронным распылением; б – вакуумно-дуговым испарением; в – электронно-лучевым испарением

1 – подача напряжения смещения; 2 – держатель инструментов; 3 – инструмент; 4 – вакуумная камера; 5 – осаждаемый материал; 6 – магнитная система для магнетронного распыления; 7 – вакуумный насос; 8 – подача разрядного напряжения; 9 – ионный пучок; 10 – распылённый материал; 11 – реакционный газ; 12 – инертный газ; 13 – катодное пятно; 14 – испарённый материал; 15 – подача ускоряющего напряжения; 16 – термокатод; 17 – тигель; 18 – электронный луч

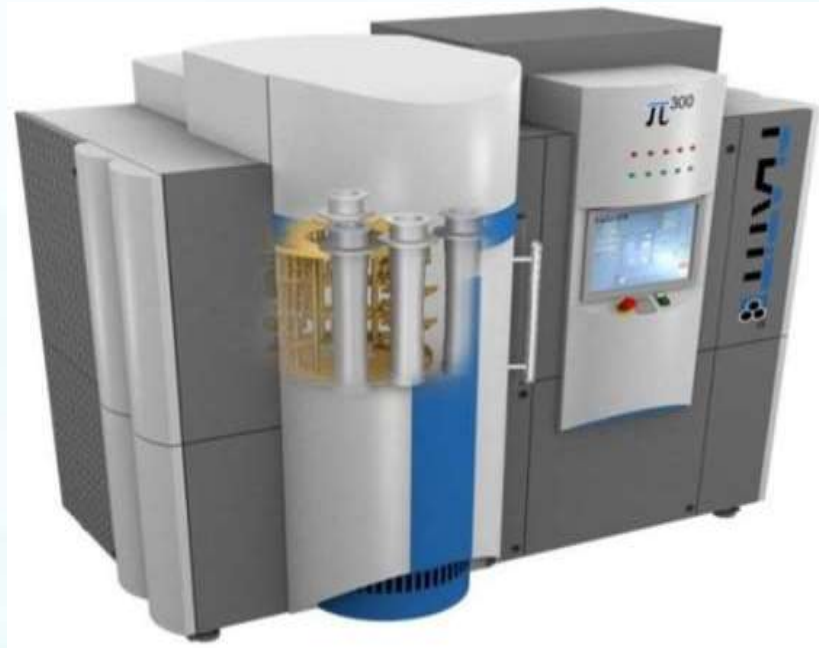


5 – осаждаемый материал; 6 – магнитная система для магнетронного распыления; 7 – вакуумный насос; 8 – подача разрядного напряжения; 9 – ионный пучок; 10 – распылённый материал; 11 – реакционный газ; 12 – инертный газ; 13 – катодное пятно; 14 – испарённый материал; 15 – подача ускоряющего напряжения; 16 – термокатод; 17 – тигель; 18 – электронный луч

Для реализации *PVD*-метода применяется оборудование фирм *Hauser* (Нидерланды), *Oerlikon Balzers* (Швейцария), *Platit* (Швейцария), *Multi Arc Vacuum System* (США) и др.

В качестве примера рис 4 представлен общий вид установки для нанесения покрытий PVD-методом и в таблице приведены характеристики покрытий, получаемых PVD-методом.

Рис.4 Установка для нанесения износостойких покрытий PVD-методом мод. п-300 фирмы *Platit* (Швейцария)



Основные характеристики покрытий, получаемых PVD-методом

Покрытие	Цвет	Микротвёрдость, HV*	Коэффициент трения**	Температура начала окисления на воздухе □С
TiN	золотистый	23...25	0,55	550...600
TiCN	серо-голубой	35...37	0,2	400
(Ti, Al)N	фиолетово-чёрный	31...35	0,6	800...850
(Ti, Al)CN	фиолетово-красный	35...37	0,25	500
CrN	серебристо-металлический	12...14	0,3	650
ZrN	Золотисто-белый	26...28	0,5	550
(Ti, Cr)N	золотисто-серый	18...20	0,5	700
(Ti, Al, Cr)N	бронзовый	28...30	0,4	850...900

* Указан оптимальный диапазон;

**Трение по стали 45.

Литература

1. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента. М.:Машиностроение, 2011. 368 с.
2. Кирсанов С.В., Гречишников В.А., Бабаев С.А. Инструментальное обеспечение сверления глубоких и точных отверстий малых диаметров /