

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;

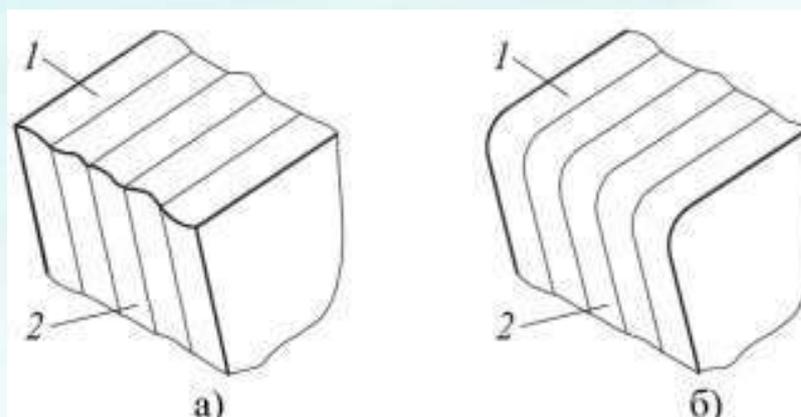
Мойка;

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)



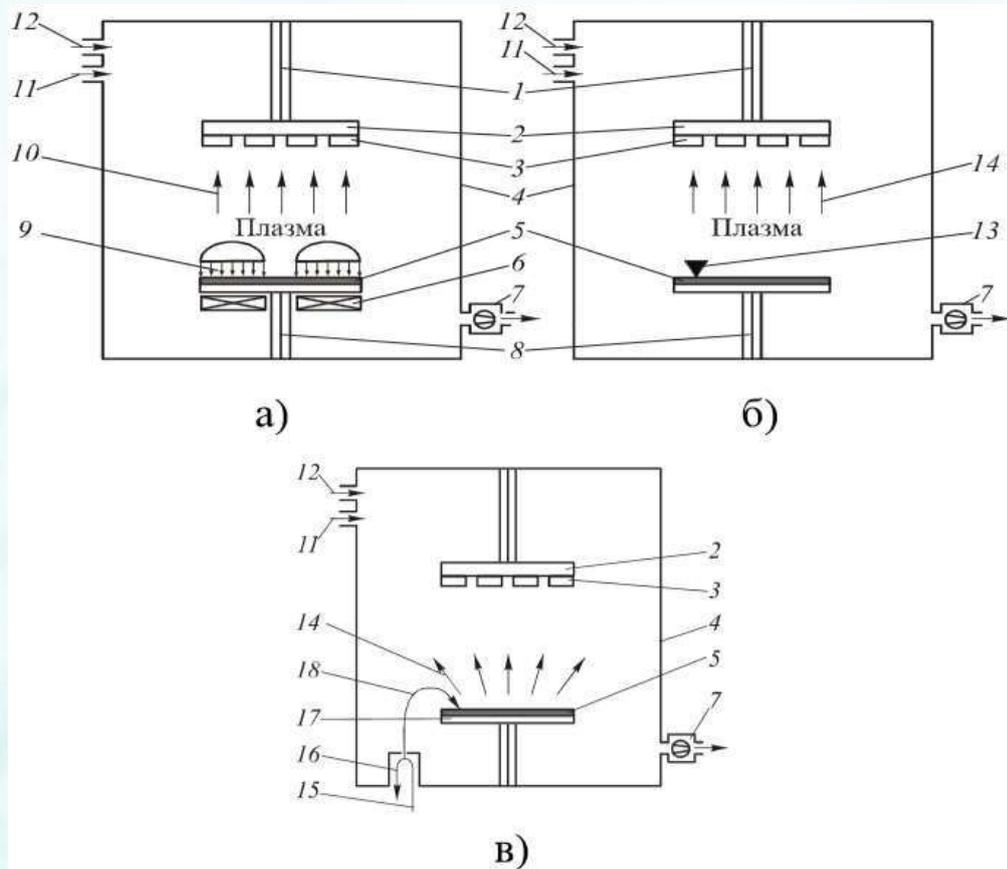
Для PVD-метода применяются следующие вариации нанесения покрытий(рисунок 3):

- а Метод вакуумно-дугового испарения;
- б Метод магнетронного распыления;
- в 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 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

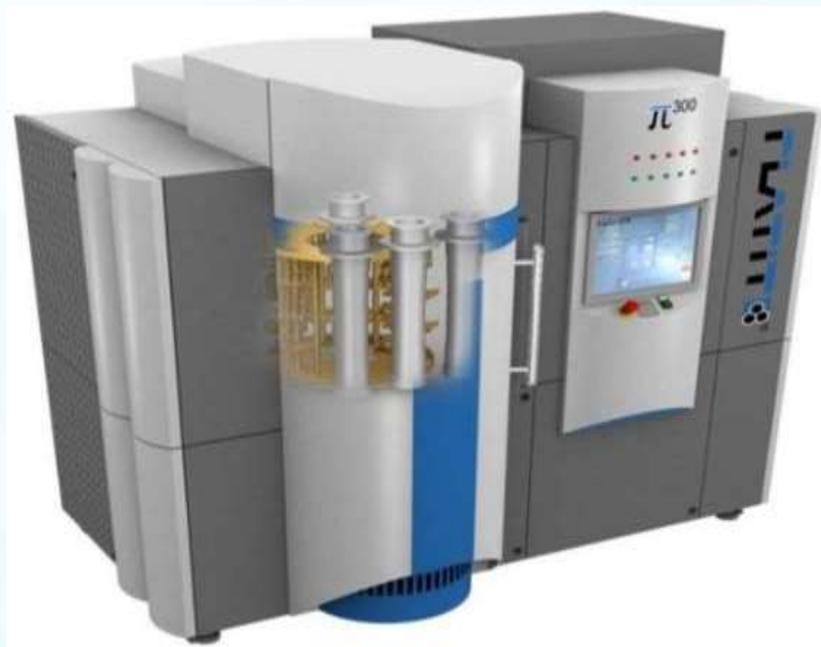


5 – осаждаемый материал; 6 – магнитная система для магнетронного распыления; 7 – вакуумный насос; 8 – подача разрядного напряжения; 9 – ионный пучок; 10 – распылённый материал; 11 – реакционный газ; 12 – инертный газ; 13 – катодное пятно; 14 – испарённый материал; 15 – подача ускоряющего напряжения;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