

ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННОЕ УПРОЧНЕНИЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО И ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА

И.А. Иванов (БАТУ)

Одной из первых и наиболее известных областей применения вакуумно-плазменных способов является упрочнение режущего и штампового инструмента. Цель работы - обзор известных технологических методов упрочнения металлорежущего инструмента и используемых при этом составов покрытий. Практика показывает, что среди известных вакуумно-плазменных способов нанесения упрочняющих покрытий наибольшее распространение получили способы магнетронного осаждения и электродугового испарения в вакууме. Суть этих методов состоит в последовательном распылении или испарении материала мишени, содержащей основные компоненты покрытия, перевод паров в ионизированное состояние и последующее осаждение ионно-плазменных потоков на упрочняемую поверхность.

Для этой цели еще в 70-х годах были созданы установки типа «Булат», УРМ, «ПУСК», ННВ, в которых реализуется процесс осаждения нитридов тугоплавких металлов (преимущественно титана) за счет электродугового испарения или катодного распыления соответствующего металла в среде азота при давлении $1...1,2 \times 10^{-3}$ тор. Перед нанесением упрочняющего покрытия осуществляется ионная очистка изделия (на подложку подается отрицательный ускоряющий потенциал порядка $1...1,5$ кВ). Затем наносится покрытие при потенциале подложки 100...150 В. Толщина покрытия из TiN на режущем инструменте составляет 4...6 мкм. Производительность таких установок достаточно высокая. Так, установки вакуумного осаждения покрытий способом магнетронного распыления непрерывного действия позволяют за смену упрочнять до 8000 шт. сверл диаметром 6 мм.

В 1979 г. фирма «Multi-Arc Ltd» приобрела лицензию на установку «Булат». На основе этой установки было создано оборудование, способное наносить покрытия из TiN толщиной 1...6 мкм на детали длиной до 1 м, диаметром до 900 мм и массой до 250 кг. Анализ результатов исследований износостойкости сталей X12M и P6M5, выполненных в разное время, показывает, что покрытие TiN увеличивает их стойкость в 3 раза. В настоящий момент уже разработаны многослойные покрытия TiN/TiC и многокомпонентные покрытия $Ti_{0,5}Al_{0,5}N$, Al-Si-N, а также технологические процессы вакуумно-плазменного их нанесения значительно улуч-

шающие эксплуатационные свойства металлорежущего инструмента в сравнении с покрытиями TiN или ZrN. Существующие технологические процессы позволяют наносить износостойкие покрытия на твердосплавные режущие пластины групп ТК и ВК, а также на металлорежущий инструмент из быстрорежущих и легированных сталей с низкой температурой отпуска ($250\text{--}270^{\circ}\text{C}$). Толщина покрытий $4\text{--}6$ мкм, что не влияет на геометрию и размер режущего инструмента. Нанесение данных покрытий на инструмент из быстрорежущих сталей позволяет поднять его стойкость от 20% до 2...3 раз, твердосплавных пластин до 6...8 раз, в зависимости от вида инструмента, обрабатываемого материала и режимов резания. При применении упрочненного инструмента режимы резания могут быть увеличены на 15...20%.

Одним из перспективных путей развития данных технологических способов является получение многокомпонентных и композиционных покрытий. Примером могут служить силаноновые покрытия, используемые для упрочнения режущего инструмента при обработке сталей на никелевой и кобальтовой основе, а также покрытия на основе нитридов переходных металлов образующих твердые растворы. В последнее время начал развиваться комплексный подход к проблеме увеличения стойкости режущего и штампового инструмента, который при выборе материала покрытий требует одновременного учета условий его износа и окисления под действием высоких температур, развивающихся в зоне резания. Например, двухслойное жаро-, износостойкое покрытие TiN/Al-Si-O-N, полученное способом электродугового испарения в вакууме, позволяет, по сравнению с однослойными покрытиями, увеличить износостойкость твердосплавного инструмента в 1,5 раза. В исследовательской лаборатории Hauzer Techno Coating Europe разработано однослойное жаро-износостойкое покрытие, позволяющее проводить обработку материалов при температуре в зоне резания до 800°C . Таким образом, проведенный обзор позволяет сделать следующие выводы:

1. Среди известных вакуумно-плазменных способов нанесения упрочняющих инструментальных покрытий наибольшее распространение получили способы магнетронного осаждения и электродугового испарения в вакууме.
2. В настоящее время разработан широкий спектр новых инструментальных покрытий, обладающих более высокими рабочими параметрами чем покрытия TiN и сочетающими в себе высокие как износ- так и жаростойкость.