

УДК 621.793.18

М.В.Королев (6 курс, каф. ТКМ), А.И.Попов, к.т.н.,
И.А.Сенчило, д.т.н., проф., А.И.Круглов (СПб ИМ)

ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ МИНЕРАЛОКЕРАМИЧЕСКИХ ТВЕРДОПЛАСТНЫХ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН ПОСРЕДСТВОМ ИОННО-ВАКУУМНОЙ ОБРАБОТКИ

Эффективное использование режущих инструментов во многом зависит от состояния их рабочих поверхностей. Поэтому наряду с улучшением объемных характеристик инструментального материала особое внимание уделяется качеству поверхностных слоев инструмента.

Ионно-вакуумная обработка относится к методам поверхностной обработки и имеет своей целью направленное изменение (модификацию) физико-механико-химических свойств поверхностных слоёв изделий и, как следствие, изменение их эксплуатационных свойств. Для инструментов это износостойкость, теплостойкость, коррозионная стойкость, микротвёрдость и др.

В качестве инструментального материала для исследований была выбрана оксидно-карбидная минералокерамика марок ВОК-60 и ВОК-71, наиболее успешно применяемая при чистовой обработке закаленных сталей.

Данная минералокерамика (МК) обладает достаточно высокой твердостью, теплостойкостью, малым сродством к обрабатываемому материалу по сравнению с другими инструментальными материалами. Однако существенным её недостатком является относительно низкая прочность и малая теплопроводность. Низкая прочность МК в значительной степени зависит от дефектов поверхностного слоя (микротрещин, пор и т.д.). Плохая теплопроводность приводит к возникновению высоких градиентов температур на передних и задних поверхностях инструмента. Устранение данных недостатков должно привести к повышению работоспособности инструментов.

Для решения задачи повышения работоспособности минералокерамики был использован метод комбинированной ионно-вакуумной обработки (модификации) поверхности, включающий в себя:

- ионное распыление поверхностного слоя, обеспечивающее удаление дефектов (пор и трещин) и активизацию поверхности к последующему нанесению покрытия;
- ионное легирование (имплантация) поверхностного слоя, обеспечивающее "залечивание" оставшихся дефектов и получение переходного слоя между инструментальным материалом и покрытием;
- ионное осаждение функциональных слоёв покрытия на поверхность МК пластин.

Выбор химических элементов для имплантации и напыления производился на основе оценки направления эволюции конфигурационной модели вещества, анализа процессов синтеза сплавов с учётом прогнозирования возможности получения соединений с заданными структурой и свойствами.

В экспериментах использовались МК пластины, прошедшие ионную модификацию поверхности со следующими вариантами составов подслоёв:

- ионное распыление поверхностного слоя аргоном и имплантация хрома;
- ионное распыление поверхностного слоя аргоном и имплантация титана;

- ионное распыление аргоном и комплексная модификация с получением структуры покрытия Ti – Cu –(Mo + N).

Проведенные исследования теплового состояния зоны резания и режущей части инструмента с использованием экспериментально-аналитической методики фиксирования температур с помощью термоиндикаторных веществ типа ТХИ-53 показали, что при комплексной модификации составом Ti – Cu –(Mo + N) изотерма максимальных температур (1125⁰ С) находится на большем расстоянии от режущей кромки, чем у пластин без ионно-вакуумной обработки, и градиент температур в поверхностном слое в направлении, нормальном к главной режущей кромке, значительно снижается.

Установлено, что при использовании пластин прошедших модификацию, снижаются силы резания. Наиболее значительное уменьшение сил резания зафиксировано при обработке стали 40Х (HRC 48-52) для пластин после ионной модификации составом Ti – Cu –(Mo + N) (P_x на 23%; P_y на 10%; P_z на 14%).

Полученные результаты позволяют считать, что ионная модификация рабочих поверхностей МК пластин приводит к более благоприятным условиям работы минералокерамического инструмента: уменьшению удельных нагрузок на режущую кромку, снижению мощности, затрачиваемой на резание, снижению термомеханической напряженности режущего клина. Все это должно привести к повышению работоспособности инструмента.

Для выявления влияния модификации поверхности МК на стойкость пластин были проведены соответствующие испытания в производственных условиях. Установлено, что во всем диапазоне скоростей резания (50-540м/мин) при чистовом точении стали 30ХНМ (HRC 45...58) наблюдается уменьшение фаски износа по задней грани пластин после ионной модификации по сравнению с износом пластин без ионно-вакуумной обработки. При этом характер изнашивания пластин меняется от преимущественного усталостного выкрашивания к абразивному износу. Кроме того, режущие пластины с традиционно рекомендуемым составом упрочняющего износостойкого покрытия TiN показали в 1,6 раза меньшую стойкость, чем предлагаемое нами комплексное покрытие Ti-Cu-(Mo+N).

Неоднократные апробации полученных результатов исследований в промышленных условиях показали увеличение стойкости пластин после ионной модификации составом Ti – Cu –(Mo+N) в среднем в 2,5 – 2,8 раза.