

пластинчатая пружина прижимает винт с уплотнением к соплу. При подаче электрического импульса на катушку возбуждения якорь электромагнита втягивается внутрь катушки и поднимает винт с уплотнением, в результате чего открывается отверстие в сопле для напуска газа. После окончания воздействия электрического импульса пружина возвращает сердечник в исходное положение, и напуск газа прекращается. Демпферная пружина служит для уменьшения вибрации. Следует отметить, что предлагаемая конструкция имеет следующие основные преимущества по сравнению с существующими конструкциями:

- 1) простота конструкции, ее надежность и удобство;
- 2) универсальность – возможность смены сопла;
- 3) регулировка длительности напуска газа осуществляется изменением длины управляющего импульса, что обеспечивает простую схему автоматизации.

Таким образом, спроектированный электромагнитный натекатель позволяет осуществлять подачу реакционного газа в вакуумную камеру в рассчитанных дозах, что в свою очередь обеспечит формирование защитного многослойного покрытия $Zr-ZrN-ZrN_2$ для деталей типа «пуансон».

УДК 621.793.1

Харлан Ю.А., Мартинкевич Я.Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

БНТУ, Минск

Научный руководитель Комаровская В.М.

Несколько десятков лет тому назад в качестве универсального износостойкого и защитного покрытия широко использовался TiN. Данные монофазные покрытия характеризуются столбчатой микроструктурой, и их твердость составляет 20–25 ГПа, они устойчивы к различным видам износа, однако диапазон рабочих температур для таких покрытий ограничен 500 °С из-за окисления на воздухе и старения.

На сегодняшний день наблюдается значительная дифференциация видов покрытий в зависимости как от типа и конфигурации самого инструмента, так и материала обрабатываемой детали, а также условий обработки. Существенно улучшить эксплуатационные характеристики изделий позволяют многокомпонентные износостойкие покрытия, которые обладают высокой ударной прочностью, меньшим уровнем остаточных напряжений, лучшей по сравнению с TiN стойкостью к окислению, а также стабильностью свойств при повышенных температурах.

За последние годы разработаны различные комбинации покрытий, которые широко применяются для повышения физико-механических и трибологических свойств изделий. Алмазоподобные углеродные покрытия (АПУ) обладают высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения, однако из-за повышенных значений остаточных напряжений происходит их охрупчивание и отслаивание при высоких контактных нагрузках. Кроме того, требуется применение смазывающих охлаждающих жидкостей (СОЖ), так как диапазон рабочих температур для таких покрытий ограничен ~ 300 °С.

Покрытия кубического нитрида бора также обладают высоким уровнем остаточных напряжений, ограничивающих их толщину до $\sim 0,1$ мкм.

Высокопрочные твердые покрытия (Ti, Al)N, которые обеспечивают снижение температуры в зоне резания за счет уменьшения коэффициента трения и хорошего теплоотвода во многих случаях обеспечивают режимы обработки без использования СОЖ, значительно увеличивая срок эксплуатации инструмента. За счет образования тонкого поверхностного слоя оксида алюминия происходит улучшение трибологических свойств, а также повышается окислительная стойкость таких покрытий.

Следует отметить, что более предпочтительными для режущего инструмента являются покрытия (Ti,Al)N по сравнению с Ti(N,C), поскольку при многих прочих равных свойствах, гораздо проще контролировать их стехиометрию и воспроизводимость. Таким образом, покрытие (Ti,Al)N и его модификации (TiAlCrN и т.п.) широко используются в качестве износостойких защитных покрытий на режущем инструменте для высокоскоростного и безсмазочного резания (таблица).

В настоящее время широкое использование в качестве твердых износостойких покрытий находят покрытия на основе нитридов переходных металлов (титана, циркония, хрома), известных своими высокими механическими характеристиками – твердостью и прочностью. Однако такие покрытия являются недостаточно стабильными при повышенных температурах, вследствие чего происходит их рекристаллизация, а также изменяются структура и свойства.

Известно, что структуру покрытий можно изменять путем легирования их состава такими элементами как В, С, Si, Cu или Zr, что позволяет получать покрытия, характеризующиеся низким коэффициентом трения, а также повышенной твердостью и износостойкостью.

Физико-механические свойства покрытий

Свойства	Покрытие				
	(Ti,Al)N	TiAlCrN	Ti(N,C)	TiN	АПУ
Твердость, ГПа	28-34	27-32	27-33	20-25	40-60
Оптимальная толщина, мкм	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2
Остаточные напряжения, ГПа	5-7	5-7	8-10	4-6	2-6
Коэффициент трения	0,3-0,5	0,3-0,5	0,4-0,5	0,6-0,8	0,02-0,1
Стойкость к окислению, °С	800	950	400	500	250-350
Стойкость к абразивному изнашиванию	+++	++	++	+	+-
Стойкость к адгезионному изнашиванию	+++	+++	+	++	+-

Таким образом, можно сделать вывод, что разработка технологии осаждения многокомпонентных покрытий, обладающих улучшенным комплексом физико-механических свойств и эксплуатационных характеристик, на сегодняшний день является достаточно актуальной задачей.