

Кристаллизация при электрохимической реакции может рассматриваться как частный случай кристаллизации путем химической реакции, в которой участвуют электроны. Типичным примером является выделение металлов в электролитической ванне. Электрокристаллизация в основном используется для осаждения металлов. Этот метод получил развитие при совмещении способа вытягивания кристалла из расплава при одновременном его электролизе (электрохимический способ Чохральского). В этом случае растущий кристалл является одним из электродов, и должен обладать достаточно высокой электропроводностью при температуре выращивания. Этим способом можно выращивать кубические кристаллы натрий-вольфрамовых бронз из расплава.

Вывод: существует большое количество методов выращивания кристаллов и у каждого есть свои преимущества и недостатки. Дальнейшее развитие в этой области связано с ростом потребности в выращивании и улучшении качества кристаллов.

УДК 621.793

Макаров Я.Е.

## **РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ С МНОГОСЛОЙНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Латушкина С.В.*

Разрушение покрытия на контактных площадках инструмента при непрерывном резании, например, при токарной обработке, происходит в результате образования в них трещин. На участке пластического контакта трещины имеют большие размеры и причиной их образования является упругопластическая деформация режущего клина инструмента в процессе резания. Нанесение одноэлементных покрытий, например TiN, ведет

к уменьшению составляющих силы резания. При этом снижается и полная длина контакта стружки с передней поверхностью инструмента. Это, в свою очередь, вызывает повышение нормальных контактных напряжений, снижение запаса пластической прочности и сопротивления режущего клина инструмента упругопластическим деформациям в процессе резания. Нанесение многоэлементных покрытий увеличивает полную длину контакта стружки по сравнению с одноэлементными покрытиями. Тем самым уменьшаются нормальные контактные напряжения, незначительно повышается контактная температура на передней поверхности, максимальное значение которой сдвигается в сторону от режущей кромки в направлении движения стружки. Все это вместе взятое должно повышать запас пластической прочности режущего клина и сопротивляемость его упругопластическим деформациям. Подтверждением повышения формоустойчивости режущего клина инструмента при использовании многоэлементных покрытий является снижение величины опускания вершины режущего клина по сравнению с покрытием TiN (рисунок 1).

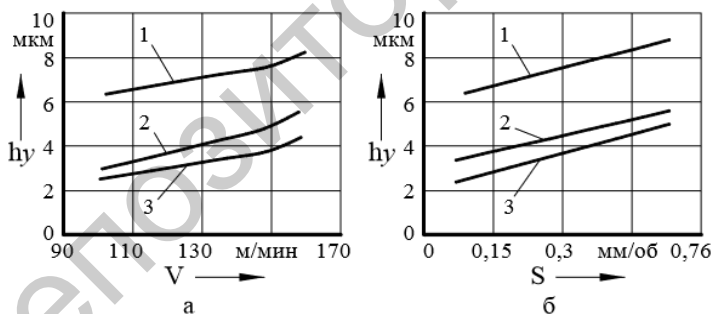


Рисунок 1 – Влияние скорости резания  $V$  (а) и подачи  $S$  (б) на величину опускания вершины режущего клина  $h_y$  инструмента при точении заготовок из стали 30ХГСА: а –  $S = 0,6$  мм/об;  $t = 0,75$  мм; б –  $V = 170$  м/мин;  $t = 0,75$  мм: 1 – TiN; 2 – (Ti,Zr)N; 3 – (Ti,Zr)CN

Для повышения эксплуатационных характеристик инструмента исследовалось износостойкое ионно-плазменное покрытие, состоящее из нижнего, промежуточного и верхнего слоев, согласно изобретению нижний и верхний слои толщиной 2 мкм выполнены из нитрида титана и циркония при соотношении металлических компонентов, мас. %: титан 47-53, цирконий 53-47, а промежуточный – из нитрида титана, при этом толщина покрытия составляла 6 мкм. Покрытия наносили на твердосплавные пластины в вакуумной камере установки, снабженной тремя вакуумно-дуговыми испарителями, расположенными горизонтально в одной плоскости. Установлено, что применение такого покрытия обеспечивает повышение работоспособности режущего инструмента, высокую прочность сцепления и адгезию слоев с основой (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний с покрытием

Результаты испытаний с покрытием					
№	Покрытие	Механические свойства			Коэффициент повышения стойкости $K_T$ <sup>1</sup>
		$K_0$	$K_{TP}$	$K_{CC}$	
1	TiN (аналог)	1,72	0,78	-	1
2	TiCN-TiN (прототип)	1,16	0,39	0,312	1,9/2,3 <sup>2</sup>
3	TiZrN-TiN-TiZrN	0,22	0,25	0,101	3,0/4,6 <sup>2</sup>

Примечания:

1.  $K_T$  – коэффициент повышения периода стойкости режущего инструмента по сравнению с инструментом с покрытием TiN.

2. В числителе – для режима резания с  $v=250$  м/мин.,  $f=0,4$  мм/зуб; в знаменателе –  $v=150$  м/мин.,  $s_z=0,25$  мм/зуб.

Как видно из приведенных в таблицы 1 данных, стойкость пластин, обработанных по предлагаемому способу, выше износостойкости пластин, обработанных по способу-прототипу,

в 1,6-2,0 раза. Данный факт объясняется тем, что предлагаемое многослойное покрытие обладает высокими механическими свойствами (прочностью сцепления с инструментальной основой и между слоями, трещиностойкостью) по сравнению аналогом и прототипом.

УДК 621

Маркевич И.С.

## **АММИАЧНАЯ КОМПРЕССОРНАЯ УСТАНОВКА ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ЦЕХА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Асташинский В.М.*

Аммиачный одноступенчатый винтовой компрессорный агрегат фирмы Grasso тип MB-A (Рисунок 1) – это компактная холодильная установка собранная и испытанная на заводе-изготовителе предназначенная для сжатия паров хладагента. Поставляется полностью в собранном виде. Установка состоит из: винтового компрессора GRASSO тип MR-M30S-28 приводимого во вращение электродвигателя (специальная исполнение для частотного преобразователя) мощностью 170 кВт; вертикального трехступенчатого масло отделителя - масло ресивера; кожухотрубного масло охладителя; трубопроводов, запорной и регулирующей арматурой; автоматики контроля и управления; панели управления; щита силового тока. Все элементы смонтированы на стальной раме. Хладагент: Аммиак NH<sub>3</sub>.

Поверхности подготовлены и покрыты согласно ISO 12944-2/C2, толщина покрытия согласно ISO 12944-5/S2.15. Покрытие: RAL 5014 Pigeon blue (краска голубого цвета устойчивая к атмосферным и механическим воздействиям).