

УДК 681.9
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ
КАРБОНИТРИДА ЦИРКОНИЯ

С. Р. ОНЫСЬКО, И. Г. ТОМАШЕВ
Учреждение образования
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Брест, Беларусь

В машиностроении во многих технологических процессах используется штамповая оснастка. К условиям работы данного инструмента предъявляют неоднозначные требования, а также к свойствам материала на различных участках. Торцевая часть пробивных пуансонов подвергается ударно-усталостному изнашиванию. Поэтому сталь должна иметь рационально подобранное сочетание двух во многом противоположных свойств: достаточную твёрдость, чтобы избежать смятия рабочих поверхностей инструмента и повышенную вязкость, а также не иметь сколов этих же поверхностей и поломок всего инструмента.

В этой связи, важная роль отводится разработке упрочняющих покрытий на основе карбонитрида циркония, обладающих улучшенными механическими и триботехническими свойствами.

Покрyтия карбонитрида циркония наносились на пуансоны из стали Sverker 21 (Швеция) для пробивки отверстий, методом конденсации ускоренных потоков плазмы металла в присутствии азота и ацетилена. Для определения свойств покрытий использовались методы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС) и электронной микроскопии (ЭМ).

Исследования методом РФЭС (рис. 1) показали, что состояние циркония в пленке характеризуется тремя пиками с энергией 179,4; 182,0 и 184,3 эВ.



Рис. 1. РФЭС спектры основных элементов Zr-C-N пленки: Zr (а), С (б) и N (в) с указанием энергии (эВ) отдельных пиков

Имеется существенный энергетический сдвиг для дуплетного уровня $Zr3d_{5/2}$ с энергией 182,0 эВ и $Zr3d_{3/2}$ с энергией 184,3 на величину порядка 3,4 эВ. Это говорит о том, что цирконий является полностью химически связанным элементом. Положения пиков $3d_{5/2}$ и $3d_{3/2}$ практически совпадают

с энергиями связи 3d уровня циркония в соединении с азотом 182,15 и 184,35 эВ в то время как дополнительный пик с энергией 179,4 эВ обусловлен образованием карбида циркония, приводящего к энергии связи 3d уровня циркония 179,5 эВ. Преобладающей являются фаза ZrN_{1+x} (42 %), пик которой соответствует энергии 181,7 эВ. Положение и высота пиков фаз ZrC и ZrN являются фактически идентичными (179,3 эВ), что является признаком образования карбонитрида циркония, содержание которого в покрытии составляет 20 %.

Дополнительная информация о структуре композиционных пленок карбонитрида циркония была получена с использованием ЭМ. На рис. 2 заметно присутствие ламелей длиной 20–50 нм, расположенных по межзерненным границам. Можно предположить, что они представляют одну кристаллическую фазу – кубический ZrN с включениями окислов циркония. Вставка рис. 2 демонстрирует включения нанокристаллитов ZrC и ZrN размером 2–3 нм и 10–15 нм с ГЦК кристаллической решеткой, равномерно распределенные по всей поверхности аморфной углеродной матрицы.

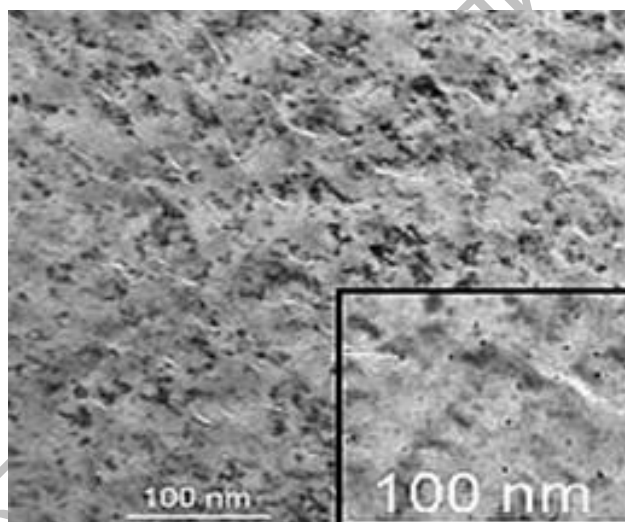


Рис. 2. Изображение поверхности Zr-C-N пленки

Предварительные испытания штамповой оснастки с нанесенным тонкопленочным покрытием в производственных условиях показали, что в технологическом процессе пробивки отверстий в крепежных деталях срок службы пуансонов был увеличен более чем в два раза, при этом наблюдался разброс временных значений при их эксплуатации.