

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФАЗ НА ПРОЧНОСТЬ И ПЛАСТИЧНОСТЬ ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ WC-Co

Бондаренко В.П., Головчан В.Т., Литошенко Н.В.

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, Киев 074, Автозаводская 2, tverdosplav@ism.kiev.ua

Твердые сплавы WC-Co с одинаковым объемным содержанием связующей фазы отличаются деформационными характеристиками в зависимости от технологии изготовления. Температура карбидизации вольфрама, различные методы получения карбида вольфрама, содержание растворенного углерода и вольфрама в связке – все это влияет на прочность и пластичность кобальтовой и карбидной фазы, а в результате, на качество и эксплуатационные характеристики твердых сплавов.

В связи с этим цель доклада состоит в том, чтобы с помощью разработанного аналитического алгоритма, для расчета прочности и пластичности твердых сплавов WC-Co, исследовать влияние деформационных характеристик кобальтовой и карбидной фаз на прочность и предельную пластическую деформацию сплава WC-Co при сжатии и изгибе. При этом используется математический аппарат механики композитных материалов. Считается, что разрушение сплава инициируется разрушением карбидного каркаса. Практическое использование алгоритма связано с необходимостью решения нелинейных уравнений. В качестве входной информации выступают такие параметры микроструктуры твердых сплавов как объемное содержание кобальтовой связки, средний размер зерен WC и коэффициент вариации их распределения по размерам. Деформационные характеристики фаз, кроме этого, зависят от среднего размера кобальтовых прослоек и коэффициента смежности карбидных зерен. При расчетах учитываются также остаточные термические напряжения, возникающие в фазах твердого сплава в процессе охлаждения после спекания. Для получения соотношений, описывающих *in situ* деформационные свойства фаз, используются установленные экспериментальным путем надежные результаты для сплавов WC-Co, после их математической обработки.

Адекватность качественного и количественного отражения предложенной математической моделью характерных особенностей разрушения реальных твердых сплавов с мелко- и

среднезернистой структурой подтверждается относительно новыми экспериментальными данными. Например, для сплава ВК6 со средним размером карбидных зерен $d_{WC}=2,2\text{ мкм}$ и коэффициентом смежности карбидной фазы 0,677 расчетные прочность и предельная пластическая деформация при сжатии составляют $R_{cm}=5,13\text{ ГПа}$ и $\epsilon_p=1,07\%$ соответственно, а экспериментальные значения: $R_{cm}=4,95\text{ ГПа}$ и $\epsilon_p=1,1\%$ [6], т. е. практически совпадают.

Расчеты свидетельствуют о сильном влиянии на прочность и пластичность сплава ВК6 при сжатии и изгибе параметров диаграммы напряжение-деформация карбидной фазы. Уменьшение предела прочности фазы WC при растяжении R_m^{wc} , а также пределов упругости σ_e^{wc} и прочности R_{cm}^{wc} карбидной фазы при сжатии на 20% приводит к снижению предела прочности сплава при сжатии на 18%, а предельной пластической деформации на 26%. При дополнительном увеличении скорости деформационного упрочнения n_{wc} на 10% предел прочности твердого сплава при сжатии R_{cm} уменьшается на 19%, а его пластичность ϵ_p – на 54%. При увеличении на 10% n_{wc} (при неизменных R_m^{wc} , σ_e^{wc} и R_{cm}^{wc}), R_{cm} практически не меняется, в то время как ϵ_p уменьшается на 37%. Таким образом, наибольшее влияние на пластичность твердого сплава имеет параметр n_{wc} и пластическая деформация карбидного скелета. При изгибе уменьшение R_m^{wc} , σ_e^{wc} и R_{cm}^{wc} на 20% приводит к снижению предела прочности R_{bm} сплава ВК6 на 12%.

Деформационные характеристики кобальтовой связки очень мало влияют на прочность при сжатии и изгибе среднезернистого твердого сплава ВК6. Так, например, при уменьшении пластичности и предела упругости связки на 50% такие характеристики твердого сплава как R_{cm} и R_{bm} практически не меняются.