

В. А. Солодков, С. И. Кормилицин

**ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ КОБАЛЬТОВОЙ СВЯЗКИ ТВЕРДОГО СПЛАВА
НА ЕГО ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ И УДАРНУЮ ПРОЧНОСТЬ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: v-a-solodkov@yandex.ru, fpo@vstu.ru

Работа инструмента из твердого сплава происходит в сложных условиях при высокой температуре и давлении. При прерывистом резании к этим факторам добавляется ударный характер нагружения инструмента при врезании. Поэтому к составу твердых сплавов предъявляются высокие требования. Для повышения характеристик твердого сплава важное значение имеет легирование кобальтовой фазы вольфрамом.

Ключевые слова: кобальтовая фаза, содержание углерода, легирование, стойкостные испытания, прерывистое резание

V. A. Solodkov, S. I. Kormilitsin

**THE EFFECT OF ALLOYING A COBALT BINDER OF A HARD ALLOY
ON ITS WEAR RESISTANCE AND IMPACT STRENGTH**

Volgograd State Technical University

The operation of the hard alloy tool takes place in difficult conditions at high temperature and pressure. With intermittent cutting, the impact nature of the tool loading during embedding is added to these factors. Therefore, high requirements are imposed on the composition of hard alloys. Alloying the cobalt phase with tungsten is important to improve the characteristics of the hard alloy.

Keywords: cobalt phase, carbon content, alloying, resistance testing, intermittent cutting

На работоспособность твердосплавного инструмента существенное влияние оказывает содержание растворенного в кобальтовой связке вольфрама [1]. Известно, что твердость и прочность кобальтовых растворов зависит от содержания в них вольфрама и углерода. Есть данные, показывающие, что при изменении содержания вольфрама W и углерода C в кобальте (т.е. при атомном соотношении $W/C = 1/1$) от 1 до 38 % по массе, твердость кобальтового раствора увеличивается от 230 до 550 HV [3]. На этом основании делается вывод, что пластичность кобальтовых растворов снижается. Основной вклад в увеличение твердости кобальтовой связки (фазы) в твердых сплавах вносит вольфрам, растворимость которого зависит от содержания в кобальте углерода. Такая зависимость справедлива и для однокарбидных и для двухкарбидных сплавов, поскольку в кобальте по сравнению с вольфрамом, растворяется незначительное количество титана и тантала. Таким образом, состав кобальтовой связки и ее пластические свойства зависят, в основном, от содержания в сплаве углерода. Например, предельная пластическая деформация при сжатии сплава группы ВК с 8 % кобальта (по массе) составляет 1,2 % для высокоуглеродистых и 0,75 % для низкоуглеродистых сплавов [3]. При этом также известно, что содержание вольфрама в кобальтовой связке находится в обратной зависимости от доли углерода в сплаве, и увеличение количества вольфрама в кобальтовой связке приводит к быстрому снижению ударной прочности и трещиностойкости твердого сплава.

Существует способ оценки содержания углерода в твердом сплаве (и следовательно, растворимость вольфрама в кобальтовой связке) [2]. В соответствии с этим способом содержание углерода в твердом сплаве может быть оценено по величине ЭДС резания, измеренной методом естественной термопары. При этом большему содержанию углерода в сплаве соответствует большее значение ЭДС резания. Таким образом, чем больше в кобальтовой связке растворенного вольфрама, тем меньше значение ЭДС для этого сплава.

Существует также и другой способ оценки содержания вольфрама и углерода в кобальтовой связке [4]. Этот способ основан на измерении величины магнитного насыщения твердого сплава, которое также зависит от степени леги-

рованности кобальтовой связки вольфрамом. Причем эта зависимость носит такой же линейный характер, как и зависимость количества растворенного вольфрама от содержания углерода. Соответственно, чем больше магнитное насыщение, тем выше будет трещиностойкость сплава.

Достоинством второго способа оценки содержания вольфрама и углерода в кобальтовой связке путем определения магнитного насыщения является высокое быстродействие, большой объем исследуемого материала и неразрушающий характер анализа. Недостаток – необходимость наличия специализированного высокоточного оборудования.

В настоящих исследованиях выявлялась зависимость между работоспособностью (износ и разрушение режущей кромки) и содержанием вольфрама (углерода) в кобальтовой связке при торцевом фрезеровании инструментальной стали твердым сплавом ТТ20К9. Обработка выполнялась по схеме симметричного фрезерования однозубой торцевой фрезой $\varnothing 160$ мм заготовки шириной 92 мм из стали ХВГ твердостью $HV = 242$ при следующих условиях: $V = 190$ м/мин; $S = 0,2$ мм/об; режущая пластина 03111-12-04-08 ГОСТ 19049–80 со следующей геометрией $\varphi = 85^\circ$, $\alpha = 8^\circ$, $\gamma = -8^\circ$.

В экспериментах использовались твердосплавные пластины, отличающиеся разным содержанием углерода в засыпке. Как уже отмечалось, основное влияние на пластические свойства кобальтовой связки оказывает вольфрам, растворимость которого зависит от содержания в кобальте углерода, которое можно оценить по величине ЭДС резания. Для проверки этой зависимости при торцевом фрезеровании были спечены четыре группы пластин, содержание углерода в которых возрастало на 0,05 % для каждой последующей группы. Перед проведением стойкостных испытаний в одинаковых условиях выполнялось тарирование пластин по ЭДС резания. Для разных групп она изменялась в следующих пределах: 1-я группа (10,4...10,8 мВ), 2-я группа (7,2...11,3 мВ), 3-я группа (7,0...7,9 мВ), 4-я группа (6,9...7,3 мВ). Для проведения стойкостных испытаний было отобрано несколько режущих пластин с крайними значениями. ЭДС – 7,0 мВ и 10,6 мВ.

На рисунке 1 показаны передние и задние поверхности двух таких пластин с резко отличающимся содержанием углерода.

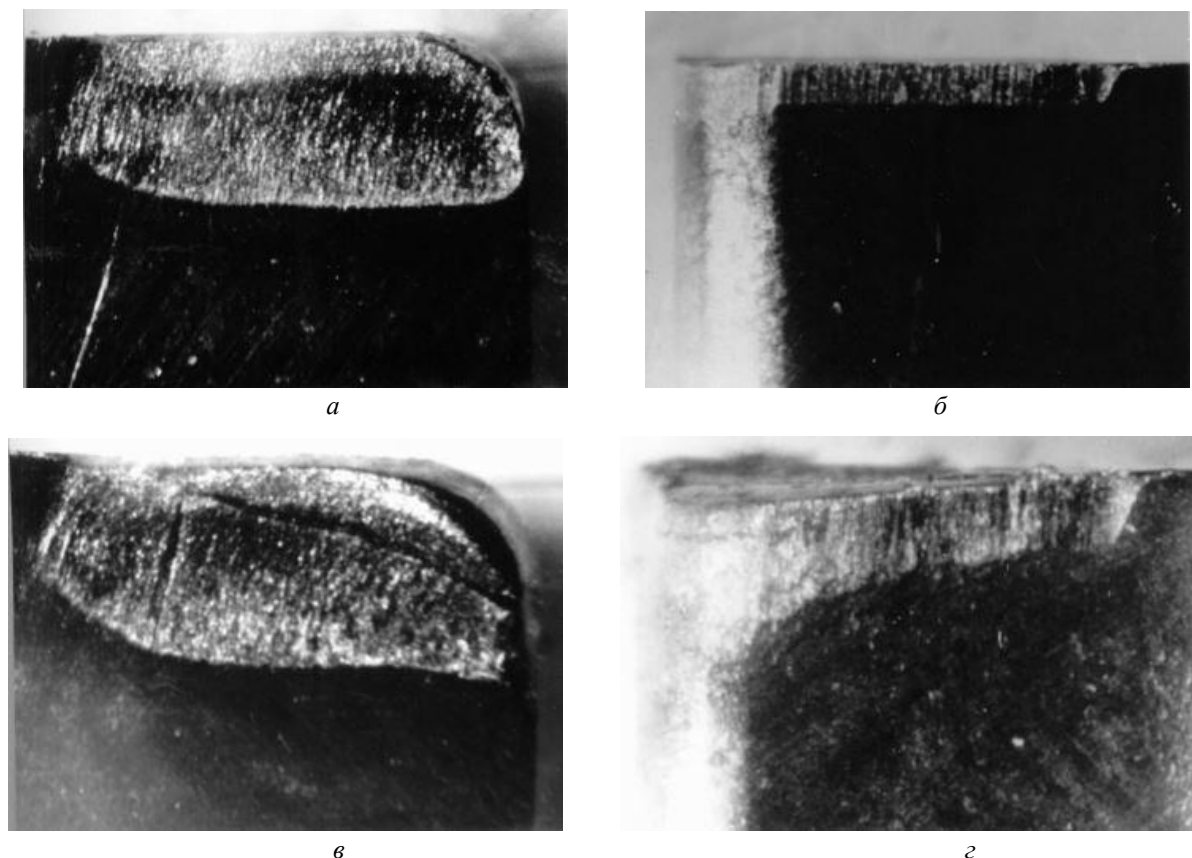


Рис. 1. Вид контактных поверхностей твердосплавных пластин с различным содержанием углерода (х 40):
а, б – передняя и задняя поверхности пластины с минимумом углерода;
в, г – передняя и задняя поверхности пластины с максимумом углерода

Износ по задней поверхности у пластины с меньшим содержанием углерода (рис. 1, б) примерно в два раза меньше, чем у пластины с большим содержанием углерода (рис. 1, г). При этом хорошо видно значительное опускание режущей кромки (до 0,12 мм на вершине) у пластины с большим содержанием углерода (рис. 1, г). На передней поверхности этой пластины в результате пластической деформации режущего клина образовалась трещина, которая должна привести к сколу режущей кромки (рис. 1, в).

Сравнительные стойкостные испытания, проведенные при тех же условиях при непрерывном резании подтверждают влияние на износ степени легирования кобальтовой связки вольфрамом (рис. 2).

Однако, следует отметить, что при прерывистом резании при экстремально низком содержании углерода ($E \sim 5,8$ мВ), и следовательно, максимальной степени легирования кобальтовой связки вольфрамом, при общем снижении регулярного износа не он определяет период стойкости режущей пластины. В этом

случае период стойкости в ряде случаев ограничивают сколы режущей кромки.

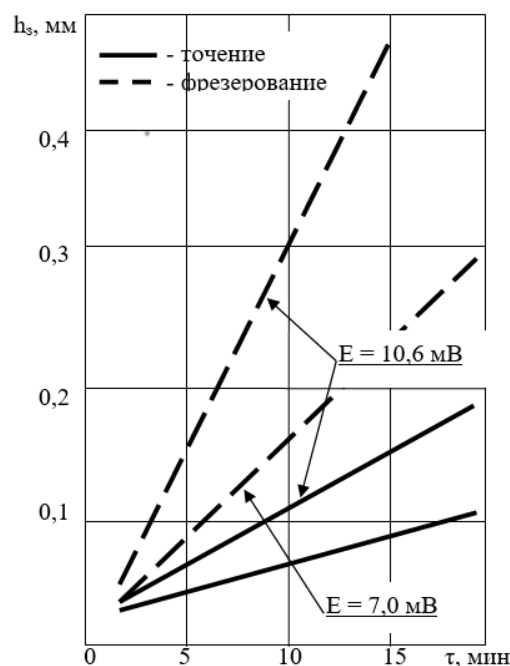


Рис. 2. Износ при точении и фрезеровании в зависимости от содержания углерода

Таким образом, можно сделать следующие выводы. Увеличение степени легирования кобальтовой связки вольфрамом вне всякого сомнения повышает износостойкость твердых сплавов. Однако при чрезмерной величине легирования наблюдается снижение работоспособности твердого сплава из-за недостатка хрупкой прочности микросколы режущей кромки. С другой стороны, при недостаточном легировании вольфрамом высокая пластичность кобальтовой связки может приводить к похожему результату – из-за высокой степени пластической деформации режущего клина образуются трещины, которые приводят к сколу режущей кромки.

Следовательно, оптимальная степень легирования (минимальный износ при достаточной ударной прочности) зависит от конкретных ус-

ловий обработки и может быть определена в результате экспериментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Быков, Ю. М.* Исследование закономерностей износа твердосплавного инструмента с износостойкими покрытиями с целью повышения его работоспособности : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Быков Ю. М. – Тбилиси, 1984. – 20 с.
2. *Плотников, А. Л.* Исследование физической природы связи ЭДС естественной термопары с режущими свойствами твердосплавных инструментов и использование величины термо-ЭДС для управления процессом резания : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Плотников А. Л. – Тбилиси, 1982. – 22 с.
3. *Третьяков, В. И.* Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов / В. И. Третьяков. – М. : Металлургия, 1976. – 528 с.
4. *Цыбрий, И. К.* Магнитные свойства и методы исследования структуры спеченных твердых сплавов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Цыбрий И. К. – Ростов-на-Дону, 1984. – 20 с.