

УДК 622.232

Н. А. Бондаренко, д-р техн. наук, **Д. Л. Коростышевский**,
В. А. Мечник, канд. техн. наук

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ АЛМАЗНЫХ КОМПОЗИТОВ

The results of experimental modeling of process of chafing of diamond-bearing composites sintering on standard production engineering and with additives of refractory joints are resulted. The gained results have affirmed performance of use of composites with additive CrB₂ for boring of mucks of the raised hardness and abrasives with magnification of their wear resistance in comparison with a standard formation sample to 8 times.

Введение

В современных условиях потребности Украины в углеводном сырье за счет собственной добычи обеспечиваются частично, в природном газе – на 22–24 %, в нефти – на 12–13 %*. В этой связи возникает необходимость освоения новых месторождений нефти и газа, увеличения добычи, а также рационального использования.

По сравнению с механической скоростью шарошечных долот, которые широко используют при бурении твердых и абразивных пород, механическая скорость алмазных долот несколько ниже при более высоких показателях проходки.

Значительная часть нефтегазовых запасов залегает на больших глубинах, что свидетельствует о необходимости бурения твердых и абразивных пород. В таких условиях к буровому инструменту предъявляется ряд требований, среди которых одно из важнейших – максимальная проходка при высокой механической скорости. Перспектива использования алмазных долот заключается в увеличении механической скорости бурения за счет повышения режущего действия на примере алмазно-твердосплавных пластин (АТП) с повышенной стойкостью к абразивному изнашиванию.

Настоящая работа посвящена созданию стойких к изнашиванию композиционных материалов на основе алмаза.

Методика исследований и описание эксперимента

Цель исследований – установить влияние добавок тугоплавких соединений на износостойкость алмазных композитов в двухслойных АТП.

Исследования проводили путем экспериментального моделирования процесса изнашивания алмазного композита по породе (шлифовального круга) в лабораторных условиях. Объектами для исследования были взяты спеченные методом горячего прессования алмазо-содержащие образцы диаметром 7 мм и высотой 3,5 мм. Высоту образца выбирали из соотношений максимального их размерного приближения к АТП и надежного закрепления в державке. В составе шихты для спекания, использовали микропорошки марки АСМ зернистостью 40/28 с добавкой тугоплавких соединений SiC, TiB₂, CrB₂, B₄C, WB₄, W₂B₅ и их смесей. Химический состав спеченных образцов приведен в табл. 1.

Спекание производили в аппарате высокого давления типа «тороид» под давлением $p = 8,0 \pm 0,5$ ГПа при температуре $T = 1600 \pm 30$ °С в течении $\tau = 40$ с.

После этого поверхности образцов подвергали алмазошлифованию до указанных значений. Для удобства проведения исследования, возможности базирования и надежного закрепления образцов во время эксперимента их устанавливали в предварительно обработанное отверстие стальной державки диаметром $7,1^{+0,1}$ мм и глубиной $2 \pm 0,1$ мм. Глубину посад-

* Аналітична записка щодо розробки енергетичної стратегії України до 2030 року. – <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua>

ки образца в отверстие определяли по правилу, в соответствии с которым такая глубина должна превышать 50 % общей высоты исследуемого образца (в данном случае – более 1,75 мм).

Таблица 1. Содержание добавок в химическом составе спеченного композита

Номер образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Химический состав композита	алмаз	алмаз-(TiB ₂)	алмаз-(B ₄ C)	алмаз-(CrB ₂)	алмаз-(SiC)	алмаз-(WB ₄)	алмаз-(CrB ₂ +W ₂ B ₅)	алмаз-(CrB ₂ +WB ₄)	алмаз-(W ₂ B ₅)	алмаз-(W ₂ B ₅ +B ₄ C)

В целях исключения влияния термических напряжений на результаты исследований вместо традиционной пайки образцов их закрепляли в стальную державку на клей ПВА. После этого на поверхность каждой сборки наносили клеймение в соответствии с нумерацией образцов в табл. 1.

Общий вид исследуемых образцов и сборки показан на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид исследуемых образцов и сборки

Подготовленную для испытаний сборку устанавливали на магнитной плите универсального плоскошлифовального станка модели 3Л722В (рис. 2).



Рис. 2. Общий вид станда для исследования износостойкости образца на базе плоскошлифовального станка

В качестве абразивного материала был выбран круг прямого профиля карбида кремния зеленого на бакелитовой связке со следующими характеристиками: 250×40×76 64С 40СТ1 (ГОСТ 2424-83).

Поскольку изнашивание образцов отслеживали по массе, перед началом каждого опыта и после его завершения сборку взвешивали на электронных весах с ценой деления 0,0001 г. Массу круга определяли с точностью до 1 г.

Образец шлифовали методом продольной подачи с последующими режимами: скорость круга – 30 м/с, глубина шлифования за один проход – 0,05 мм, продольная подача – 20 м/мин, поперечную подачу равняли глубине шлифования и прибавляли на каждый двойной ход стола станка. Смазочно-охлаждающая технологическая среда – техническая вода. Продолжительность опыта составляла 1 мин, что фиксировали секундомером.

Износостойкость композитов определяли как отношение массы износа образца к массе износа круга. Результаты взвешиваний и расчетов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты определения износостойкости алмазных композитов

Номер образца	Масса сборки, г		Износ образца $\Delta M = M_1 - M_2$, г	Износ круга Δm , г	Износостойкость композитов $\Delta M / \Delta m$
	до испытания M_1	после испытания M_2			
1	60,5806	60,5224	0,0582	40	0,00146
2	60,1627	60,0620	0,1007	42	0,00240
3	60,4121	60,3958	0,0163	50	0,00033
4	60,7436	60,7350	0,0086	46	0,00019
5	62,5204	62,4764	0,0440	40	0,00110
6	60,9803	60,9346	0,0457	34	0,00134
7	61,5030	61,4536	0,0494	30	0,00165
8	60,0021	59,9563	0,0458	15	0,00305
9	64,2001	64,1334	0,0667	15	0,00445
10	62,3434	62,3214	0,0220	10	0,00220

Как свидетельствуют результаты расчетов (см. табл. 2), используемые добавки за исключением титана и вольфрама, улучшили, либо не изменили износостойкость образцов в отличие от спеченных по стандартной технологии. Композиты, в которых использовали добавки TiB_2 , W_2V_5 и смеси тугоплавких соединений (образцы 2, 8–10), значительно ухудшили износостойкость и в дальнейшем их использовать не рационально. Из всех представленных композитов, выгодно отличались образцы с добавками B_4C и особенно CrB_2 . Износостойкость последней почти в 8 раз превышает аналогичный показатель для серийно спекаемого алмазного композита, а значит, может использоваться при изготовлении АТП.

Выводы

1. Изготовлены и испытаны на износостойкость в лабораторных условиях образцы алмазного композита, спеченные по стандартной технологии и с добавлением тугоплавких соединений.

2. Установлено, что алмазный композит, спеченный с добавлением CrB_2 , показал наилучшие результаты по износостойкости и его целесообразно использовать при спекании двухслойных пластин типа АТП.

Поступила 05.05.09