

УДК 622.24.05: 621.921.34-419

М. В. Супрун, А. П. Загора, Р. К. Богданов, Г. Д. Ильницкая, И. Н. Зайцева

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

Оценка характера разрушения горных пород различными породоразрушающими элементами

В данной статье приведены результаты исследований влияния различных породоразрушающих элементов из алмазосодержащих композиционных материалов (гибридайт и АКТМ) на характер разрушения горных пород.

Ключевые слова: породоразрушающий элемент, гибридайт, шлам, горная порода, резание, шлифование.

В институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля (ИСМ) за последние десятилетия был выполнен большой комплекс исследований по разработке новых композиционных материалов, способных эффективно разрушать горные породы в процессе бурения скважин при разведке месторождений твердых полезных ископаемых. Разработанный специалистами ИСМ совместно с институтом общей физики им. А. М. Прохорова РАН (ИОФ), гибридный алмазный композиционный материал гибридайт является представителем развивающегося поколения гибридных сверхтвердых материалов, сочетающим положительные свойства синтетического, природного и CVD-алмаза. Этот материал имеет высокие физико-механические свойства, что позволяет успешно использовать его для оснащения бурового инструмента [1].

В ИСМ комплексно изучены физико-механические свойства вставок гибридайт [2], установлена возможность применения их в буровом инструменте.

Установлено, что использование породоразрушающих вставок из гибридайта в буровых коронках с комбинированной алмазосодержащей матрицей приводит к повышению шероховатости микропрофиля поверхности забоя скважины в 2 раза, по сравнению с аналогичными буровыми коронками, оснащенными вставками из алмазного композиционного термостойкого материала (АКТМ) [3].

Цель настоящей работы – оценить влияние вставок гибридайта и АКТМ на характер разрушения твердых горных пород путем изучения размера зерен шлама, образовавшихся при разрушении породы этими вставками.

Для сравнительной оценки эффективности разрушения твердых горных пород были изготовлены вставки АКТМ и гибридайт диаметром 3,5 мм и высотой 4 мм.

Сбор шлама проводился при точении коростышевского гранита XI категории буримости, на токарно-винторезном станке модели ДИП-200. При этом использовалось специальное оснащение для закрепления испытуемого образца породоразрушающего элемента, которое подводилось к поверхности керна горной породы, где и осуществлялось его продольное точение с заданной глубиной внедрения. Получаемый при точении гранита шлам собирался вместе с промывочной жидкостью в емкость, где в дальнейшем проходил процесс осаждения.

Параметры режима резания были следующие: частота вращения – 355 мин⁻¹, глубина внедрения – 1,0 мм.

Перед рассевом полученный шлам промывали 10 % раствором щелочи (NaOH), а затем отмывали горячей дистиллированной водой и высушивали в воздушной среде.

Крупность шлама гранита оценивали ситовым методом с набором сит диаметром 120 мм с поддоном и крышкой, с сетками по ГОСТ 6613-86. При этом размер ячеек сит был от 200 до 40 мкм, позволяющий проводить разделение шлама по фракциям от +200 до -40 мкм.

Набор сит помещался и закреплялся в вибрационной установке, где и проводится рассев шлама гранита в течение 10 ± 1 мин.

При расसेве тонких фракций шлама для устранения залипания ячеек сит в каждое сито помещали дополнительно по 2 – 3 твердосплавных шарика размером не более 8 – 10 мм.

Шлам, оставшийся после отсева на ситах и в поддоне, начиная с верхнего сита, последовательно высыпали из сит и взвешивали.

Массовую долю каждой фракции шлама оценивали по формуле:

$$Y_{\Phi} = \frac{M_{\Phi}}{M} \cdot 100\%$$

где Y_{Φ} – содержание шлама отдельной фракции (оставшегося на сите), %; M_{Φ} – масса шлама отдельной фракции (оставшегося на сите), г; M – масса всего шлама подвергнувшегося рас-
севу, г.

Результаты отсева шлама гранита по фракциям, полученного при точении вставками из гибридайт и АКТМ, представлены в таблице.

Таблица. Результаты отсева шлама гранита по фракциям

Фракции, мкм	АКТМ		Гибридайт	
	г	%	г	%
+200	0,1460	1,24	9,7930	8,67
200/160	0,0276	0,23	9,5745	8,47
160/125	0,0820	0,69	9,5439	8,45
125/100	0,0789	0,67	9,7139	8,60
100/80	0,1004	0,85	10,4779	9,27
80/63	0,1518	1,29	13,7881	12,20
63/50	1,5735	13,22	12,2741	10,86
50/40	1,4140	11,97	9,6538	8,54
-40	8,2380	69,75	28,1736	24,94
Всего	11,8122	100,0	112,9928	100,0

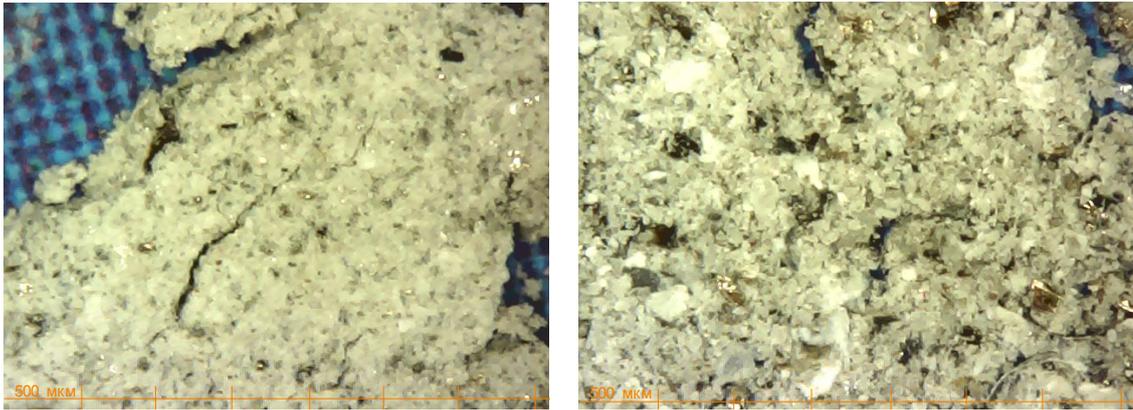
Результаты отсева шлама, отделившегося при разрушении горной породы вставками из разного материала, показали, что при разрушении гранита вставками АКТМ основной размер частиц шлама составляют зёрна от 80/63 до -40 мкм. На их долю приходится 96,23 % от всего объема шлама.

В то время как при разрушении гранита вставками гибридайта объем частиц шлама такого же размера составляет 56,54 %, что свидетельствует об изменении характера разрушения горной породы.

Наличие в общей массе большого количества мелких (69,75 %) частиц размером -40 мкм при разрушении гранита вставками АКТМ характерно для процесса шлифования (истирания).

В то же время, при работе породоразрушающих элементов из гибридайта наблюдается отделение от массива породы частиц, неоднородных по размеру. Так, при наличии мелких фракций присутствуют частицы более крупного размера от 100 до 200 мкм (причем равномерно по фракциям ~9 %), что очевидно, на наш взгляд, свидетельствует о повышении эффективности разрушения породы.

На рисунке видно, что шлам, полученный при разрушении породы вставками АКТМ довольно однородный (рис. а). При разрушении породы вставками гибридайта наблюдается наличие частиц более крупного размера (рис. б).



а

б

Рисунок. Шлам гранита, полученный при работе породоразрушающих элементов: а) из АКТМ; б) из гибридайт.

Ранее выполненными исследованиями было установлено [4], что для буровых коронок, работающих в режиме истирания породы, характерно наличие в шламе мелких частиц (50/40 мкм и меньше), а для коронок, работающих в режиме резания характерно присутствие частиц размером 50/40 мкм и выше. Принимая во внимание эти результаты, и сравнивая их с данными, представленными в таблице, можно сделать вывод, что коронки, оснащенные вставками АКТМ, будут работать в режиме истирания, а вставками гибридайт – в режиме резания. Подтверждением этому могут служить и результаты исследований, приведенных в работе [3].

Выводы

При работе породоразрушающих вставок из гибридайт характер разрушения горной породы аналогичен процессу резания, т.е. с отделением от массива породы шлама неоднородного по размеру, и более крупного размера, по сравнению со шламом, полученным в процессе разрушения породы вставками АКТМ.

Данный результат является положительным фактором для дальнейшего использования породоразрушающих элементов гибридайт при разработке новых конструкций буровых геологоразведочных коронок с комбинированной алмазосодержащей матрицей.

Библиографический список

1. Новый ультратвердый поликристаллический композиционный материал / А.А. Шульженко, Е.Е. Ашкинази, А.Н. Соколов и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2009. – Вып. 12. – С. 143-153.
2. Гибридный алмазный композиционный поликристаллический материал и его свойства / А.А. Шульженко, Е.Е. Ашкинази, Р.К. Богданов, и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИНМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2010. – Вып. 13. – С. 214–223.
3. Оценка эффективности разрушения твердых горных пород буровыми коронками, оснащенными синтетическими алмазами и вставками гибридайт / М.В. Супрун, А.П. Закора, Р.К. Богданов, и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр. – К.: ИНМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2013. – Вып. 16. – С. 39–43.
4. А.А. Бугаев, В.Н. Лившиц, В.В. Иванов и др./Синтетические алмазы в геологоразведочном бурении. К., "Наукова думка". – 1978. – 232 С.

Надійшла до редколегії 21.10.13

М. В. Супрун, А. П. Закора, Р. К. Богданов, Г. Д. Ильницкая, И. Н. Зайцева

Институт надтвердых материалов ім. В.Н. Бакуля НАН України, м. Київ

Оцінка характеру руйнування гірських порід різними породоруйнуючими елементами

У даній статті наведені результати досліджень впливу різних породоруйнівних елементів з алмазовмісних композиційних матеріалів (гібридайт та АКТМ) на характер руйнування гірських порід.

Ключові слова: породоруйнівний елемент, гібридайт, шлам, гірська порода, різання, шліфування.

M. V. Suprun A. P. Zakora, R. K. Bogdanov, G. D. Ilnitskaya, I. N. Zaitsev

Institute of Superhard Materials of V.N. Bakul NAS of Ukraine, Kiev

Assessment of the nature of destruction of rocks with different rock cutting elements

This article presents the results of studies of the effect of different cutters from diamond composite materials (gibridayt and DCTM) on the fracture behavior of rocks.

Key words: rock cutting element, gibridait, mud, rock, cutting, grinding.