

*Сухорукова Софья Евгеньевна,  
студент группы ТМ-2-05  
Научный руководитель: Шахова Кира Ивановна  
проф., к.т.н.  
Московский государственный горный университет*

## **ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ ТВЕРДОГО СПЛАВА**

## **INCREASE OF DURABILITY OF THE ROCK-DESTROYING TOOL AT THE EXPENSE OF CHANGE OF PROPERTIES OF THE HARD ALLOY**

Основным видом породоразрушающего инструмента современных карьерных станков вращательного бурения тяжелого типа (СБШ) являются шарошечные и буровые долота.

Наибольшее распространение получили трехшарошечные долота, изготавливаемые из трех сваренных между собой секций, на цапфах которых смонтированы шарошки, свободно вращающиеся на опорах, снабженных подшипниками качения или скольжения. Наружные рабочие поверхности шарошек оснащены вставками из твердого сплава различной формы и размеров.

Повышение технико-экономических показателей добычи полезных ископаемых в значительной степени можно обеспечить сокращением больших потерь времени на смену изношенного породоразрушающего инструмента, работоспособность которого определяется долговечностью вооружения шарошек.

В зависимости от назначения (типа буримых пород) форма твердосплавных вставок различна.

Вставки из твердого сплава имеют высокую твердость HRA 86-92 обладают высокой износостойкостью и красностойкостью (800 – 1000°C), что позволяет вести обработку с большими скоростями резания.

Твердые сплавы для вставок в основном изготавливаются на основе карбида вольфрама с кобальтовой связкой.

Основой твердых сплавов чаще всего являются карбиды вольфрама или титана, сложные карбиды вольфрама и титана (часто также и тантала), карбонитрид титана, реже – другие карбиды, бориды и т.п. В качестве матрицы для удержания зерен твердого материала в изделии применяют так называемую «связку» – металл или сплав. Обычно в качестве «связки» используют кобальт (кобальт является нейтральным элементом по

отношению к углероду, он не образует карбиды и не разрушает карбиды других элементов), реже – никель, его сплав с молибденом (никель-молибденовая связка).

При любых сочетаниях карбидов и связки основной задачей является увеличение срока службы породоразрушающего инструмента посредством изменения физических свойств и механических характеристик твердых сплавов.

Изменение дисперсности есть стремление к уменьшению размеров зёрен карбида вольфрама. Их уменьшение ведет к возникновению сжимающих напряжений в упрочненном объеме, что приводит к повышению твердости сплава. Исследования в этом направлении начались в 1992 году в НИИ механики МГУ.

Основное внимание в первые годы исследований уделялось модификации свойств твердых сплавов ионизирующими излучениями. В качестве ионизирующих излучений применялись заряженные частицы: протоны и  $\alpha$ -частицы, ускоряемые на циклотроне НИИЯФ МГУ. Однако вскоре было обнаружено, что облучение этими частицами, обладающими достаточно высокими энергиями (6,3 МэВ у протонов и порядка 25 МэВ у  $\alpha$ -частиц) создает значительную наведенную радиацию у облучаемых ими твердосплавных режущих пластин. Поэтому было решено перейти к другим видам ионизирующих излучений, испускаемых радиоактивными изотопами:  $\alpha$ -частицам с энергией  $\sim 5$  МэВ и  $\gamma$ -квантами с энергией 661 кэВ.

Альфа- частицы и  $\gamma$ -кванты таких энергий не создают наведенной радиации в облучаемых материалах, однако использование  $\alpha$ -частиц сопряжено со значительными опасностями для обслуживающего радиоактивный источник персонала.

Поэтому основные исследования по упрочнению твердосплавных пластин были проведены при облучении их  $\gamma$ -квантами. Лабораторными испытаниями на износостойкость на Московском комбинате твердых сплавов (МКТС) и производственными испытаниями на срок службы на ОАО ММП им. В.В.Чернышева было установлено, что после облучения  $\gamma$ -квантами у некоторых марок твердых сплавов время работоспособности при лабораторных испытаниях и срок службы при производственных испытаниях возрастают до 5 раз.

Однако наиболее употребляемые в промышленности марки отечественных твердых сплавов – ВК6, ВК8 и Т15К6 увеличивали свою стойкость после облучения  $\gamma$ -квантами не более, чем на 40%.

Кроме того, в процессе производственных испытаний был обнаружен нежелательный результат: эффект упрочнения держится 4–5 месяцев после  $\gamma$ -облучения. По истечении этого срока положительный эффект от него начинает исчезать и, более того, возникает деградация

режущих свойств. Эти отрицательные результаты побудили перейти к другим видам воздействия.

Им стало облучение быстрыми электронами, испускаемыми радиоизотопным источником  $^{90}\text{Sr}+^{90}\text{Y}$ . Характерной особенностью этого источника является широкий энергетический спектр электронов, простирающийся до 2,27 МэВ.

Именно при использовании этого источника был обнаружен и исследован эффект аномально малых быстрых электронов, заключающийся в том, что даже единичные электроны, падающие на единицу поверхности твердосплавной режущей пластины, изменяют тонкую кристаллическую структуру твердого сплава.

В ходе исследований было замечено, что величина микротвердости резко возрастает сразу после облучения. Так первоначальное значение микротвердости необлученных образцов ВК6 составляло 1700 кгс/мм<sup>2</sup>. Непосредственное измерение после облучения показало, что микротвердость существенно выросла до 2900 кгс/мм<sup>2</sup> на всех образцах, облученных в течение разного времени.

Исследования на старение образцов показали, что эффект упрочнения держится в течение 4 месяцев, после чего снижается практически до первоначального значения. Однако, на образцах, облученных в течение длительного времени, возобновляется, и существует даже спустя 7,5 месяцев.

Глубина проникновения упрочнения нами исследовалась по методам изменения приложенной нагрузки, которая колебалась от 100 до 400 грамм, что принято при измерении микротвердости на существующих приборах типа ПМТ-3. Было замечено, что чем выше нагрузка, тем меньше величина микротвердости.

Так как при увеличении нагрузки, индентор проникает в материал глубже, мы можем говорить о формировании в приповерхностном слое твердого сплава слоистой структуры с постепенным уменьшением микротвердости по мере увеличения расстояния от поверхности пластины.

Таким образом, уже получены совершенно новые результаты по свойствам твердых сплавов, в том числе увеличение микротвердости под действием ионизирующих излучений на 80% и более. Это способствует увеличению срока службы породоразрушающего инструмента и позволяет улучшить технико-экономические показатели добычи полезных ископаемых.

### **Литература**

1. Третьяков В. И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов, 2 изд. – М., 1976.

### **Аннотация**

Получен эффект упрочнения твердого сплава под воздействием ионизирующих облучений. Рассмотрены режимы облучения, увеличение микротвердости, старение облученных образцов, нагрузочные кривые микротвердости.

### **Ключевые слова**

твердый сплав, шарошки, микротвердость, ионизирующие облучения, породоразрушающий инструмент