

А. Н. Жигалов

Закрытое акционерное общество «Промышленная лизинговая компания», Могилев,

Д. Д. Богдан

Открытое акционерное общество «ЛМЗ УНИВЕРСАЛ», г. Солигорск,

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

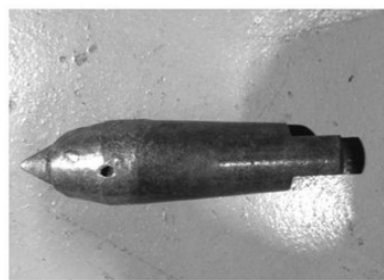
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ЗВУКОВОГО УПРОЧНЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСНОЙ СТОЙКОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ЗУБКОВ

Введение. Добыча калийных и сланцевых руд, углей связана с применением специальных фрез, оснащенных твердосплавным инструментом (зубками, резцами), устанавливаемых на проходческих комбайнах. Несмотря на существующую достаточно большую номенклатуру использования такого рода режущего инструмента в горно-добывающих и строительно-дорожных отраслях (рисунок 1, *а*) принципиально они отличаются незначительно, в основном по назначению. Например, зубки Д6-22 (рисунок 1б) предназначены для очистных и проходческих комбайнов, работающих по калийным рудам с сопротивляемостью резанию до 300 кгс / см, зубки ШБМ 2С-1-1-04 — для оснащения исполнительных органов проходческих комбайнов, работающих в сплошных и смешанных угольных, сланцевых и соляных забоях по рудам с сопротивляемостью резания до 300 кгс / см., зубки ЗНЗ — для оснащения цепных исполнительных органов врубовых машин и очистных комбайнов при выемке полезного ископаемого сопротивляемостью резания до 300 Н / мм, крепостью возможных включений до 20 МПа и суммарной мощностью включений до 5% от вынимаемой мощности пласта.

Основная часть. Приведем общий вид зубка Д6-22, имеющего следующие размеры: длина — 105 мм, угол заострения — 60°, конусность хвостовика — 1 : 10, посадочный диаметр хвостовика — 25 мм, масса — 0,4 кг (см. рисунок 1, *а*). Режущая часть зубка, осуществляющая основные функции данного изделия, состоит из карбидовольфрамового твердого сплава, работающего в условиях прерывистого резания со значительными ударными нагрузками. В существующих тяжелых условиях резания, из-за повышенного абразивного и ударного износа рабочих поверхностей твердосплавного инструмента значительно увеличиваются силы резания на каждом зубке, следовательно, повышается силовая нагрузка на самом проходческом комбайне, в результате чего ресурсная эффективность технологий добычи солей существующим инструментом весьма низка.



а)



б)

а — разновидности зубков и резцов; *б* — внешний вид зубка Д6-22

Рисунок 1 — общий вид зубка Д6-22

В связи с этим задача повышения ресурсной стойкости твердосплавных зубков проходческих комбайнов оказывается не просто актуальной, а является одной из важнейших для следодобывающей отрасли. Теоретические разработки, исследования и рекомендации, направленные на совершенствование зубков угольных комбайнов, являются весьма востребованными и способствуют достижению повышения их стойкости, в результате чего — повышению производительности и эффективности шахтных выработок.

Существующие методы повышения стойкости твердосплавного инструмента являются не эффективными при применении их для инструментов, работающих с ударами.

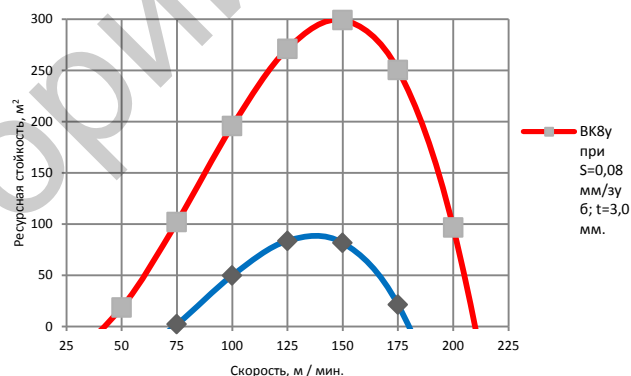
Твердосплавный материал в таких инструментах, как зубки, должен обладать высокой плотностью ($14—17 \text{ г/см}^3$), твердостью ($88—92 \text{ HRA}$), пределом прочности на изгибе ($156—186 \text{ Н/мм}^2$), ударной вязкостью ($0,7—3,0 \text{ кГм/см}^2$), которые наиболее близки к твердым сплавам вольфрамовой группы марок ВК2...ВК10. В то же время выдержать такие качественные характеристики одновременно очень сложно, так как они являются исключаяющими друг друга. Известные в настоящее время технологии упрочнения твердосплавного инструмента в основном за счет высокоэнергетического температурного воздействия не в состоянии обеспечить достижение в совокупности таких высоких характеристик по плотности, твердости и ударной вязкости.

Весьма перспективным является применение аэродинамического звукового упрочнения (далее — АДУ) для твердосплавных зубков [1]. Эффект при АДУ достигается за счет воздействия звуковых волн на структуру твердых сплавов, в результате чего в твердых сплавах происходит измельчение карбидных фаз и кобальтовой связки, уменьшение плотности дислокаций внутренней структуры. За счет самоорганизации на уровне кристаллической решетки обеспечивается переход от беспорядочного движения флуктуаций и их хаотического состояния к новому порядку, позволяющему улучшать параметры структуры для заданных условий эксплуатации [2].

Технически упрочнение методом АДУ заключается в следующем. Зубки размещаются в специальной оснастке (рисунок 2, а) и подвергаются нагреву до температуры $300—340^\circ\text{C}$ в зависимости от размера твердосплавной пластины, после чего оснастка с зубками помещается в установку для звукового упрочнения, в которой при подающем давлении воздуха, равном 2,0 атм, происходит воздействие волн звуковой частоты на структуру. Затем снова зубки нагреваются и повторно упрочняются, но на частотах звуковых волн большей интенсивности. Для закрепления созданного эффекта производится двукратное старение.



а)



б)

а) — зубки в специальной оснастке; б) — зависимости ресурсной стойкости для твердосплавных пластин из сплава ВК8 при фрезеровании

Рисунок 2 — Внешний вид зубков Д6-22

Заключение. В твердосплавных вставках зубков Д6-22, обработанных методом АДУ, наблюдается измельчение фаз, их перераспределение.

Проведенные исследования структуры показали, что в упрочненных методом АДУ деталях происходит дробление кобальтовой связки в твердом сплаве ВК8 до 10 раз. При этом предел прочности при изгибе у упрочненного зубка из ВК8 увеличивается на 20%, достигая величины 223 Н/мм^2 в то время как твердость и плотность упрочненного сплава ВК8 практически не изменяются по сравнению с базовым (неупрочненным) сплавом и находятся в пределах $88,1—88,2 \text{ HRA}$ и $14,6—14,8 \text{ г/см}^3$.

Проведенное имитационное моделирование твердосплавных вставок из ВК8, упрочненных методом АДУ, при обработке образцов из стали 45 размером $70 \times 48 \text{ мм}$ фрезой $\phi 63 \text{ мм}$ (5 зубьев) на фрезерном станке ГФ2221 на режимах: подача на зуб $S = 0,08 \text{ мм/зуб}$, глубина резания $t = 3,1 \text{ мм}$, показало, что при увеличении скорости резания ресурсная стойкость увеличивается до 300 м^2 при скорости резания 150 м/мин , а затем уменьшается (см. рисунок 2, б). При этом происходит увеличение ресурсной стойкости упрочненных вставок из ВК8 в 3,57 раза по сравнению с неупрочненными (коэффициент увеличения стойкости $K = 3,57$).

Достигнутые характеристики для твердого сплава ВК8 являются наиболее приемлемыми для работы твердосплавного инструмента (зубков) в условиях наличия значительных ударных нагрузок и интенсивного износа. Проведенные предварительные экспериментальные испытания в условиях ОАО «Уралкалий» твердосплавных зубков серии Д6-22, упрочненных методом АДУ, показали весьма хорошую эффективность. Ресурсная стойкость зубков повысилась более чем в 2 раза.

В настоящее время, на сегодняшний день отсутствуют исследования в области использования метода АДУ применительно к горно-режущим инструментам, не имеется теоретических и технологических обоснований, объясняющих повышение ресурсной стойкости этих изделий, что еще более повышает актуальность проводимых работ по данному направлению.

Список цитируемых источников

1. Способ аэродинамического упрочнения изделий : пат. 21049 Респ. Беларусь / А. Н. Жигалов, Г. Ф. Шатуров, В. М. Головков. — Дата публ. 6 30.06.2017. — Бюл. № 3.
2. *Жигалов, А. Н.* Влияние износа твердых сплавов, упрочненных аэродинамическим воздействием, на шероховатость обработанной поверхности при фрезерно-карусельном резании / А. Н. Жигалов // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. — 2017. — № 3 (56). — С. 5—15.