

Структура упрочненного слоя образцов из стали Р6М5 представляет собой мартенсит отпуска с большим количеством дисперсных карбидов типа MeC.

Максимальная микротвердость образца сверла получена после обработки по режиму № 2 и составляет HRC60. После обработки по режиму № 1 получено значение HRC58, а после обработки по режиму № 3 — HRC59.

**Заключение.** Анализ микроструктуры показал, что упрочненный слой имеет мелкодисперсный характер, а толщина слоя, упрочненного под воздействием МИО, увеличивается, причем наибольшая толщина и твердость наблюдаются у образца, обработанного по режиму № 2 (МИУ-3: 3 импульса по 5 кДж + МИУ-2: 5 импульсов по 6 кДж), что и обуславливает выбор данного режима в качестве оптимального.

#### Список цитируемых источников

1. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка изделий из конструкционных и инструментальных сталей / А. В. Алифанов [и др.] // *Литье и металлургия*. — 2012. — № 3. — С. 77—82.
2. Алифанов, А. В. Физика процесса магнитно-импульсного упрочнения стальных изделий, расчет индукторов и параметров процесса : коллектив. моногр. / А. В. Алифанов, Д. А. Ционенко, А. М. Милокова. — Витебск : ВГТУ, 2017. — С. 31—53.
3. Особенности магнитно-импульсной упрочняющей обработки стальных цилиндрических изделий переменного сечения / А. В. Алифанов [и др.] // *Литье и металлургия*. — 2017. — Вып. 2 (87). — С. 66—75.
4. Алифанов, А. В. Исследование влияния магнитно-импульсной обработки поверхностного слоя стальных образцов на их физико-механические свойства / А. В. Алифанов, И. А. Богданович, В. В. Малеронок // *Вестн. БарГУ. Сер. «Техн. науки»*. — 2017. — Вып. 5. — С. 18—24.
5. Алифанов, А. В. Исследование электрофизических свойств стальных образцов после магнитно-импульсной обработки / А. В. Алифанов [и др.] // *Вестн. БарГУ. Сер. «Техн. науки»*. — 2018. — Вып. 6. — С. 33—38.

УДК 621.7

Д. Д. Богдан, А. Н. Жигалов

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

### АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТВЕДОСПЛАВНОГО ГОРНО-РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА, УПРОЧНЕННОГО АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ ЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

**Введение.** Резцовые горно-режущие инструменты, которые непосредственно отделяют от массива породы механическим способом, являются рабочими органами проходческих комбайнов, применяемых при добыче калийных удобрений. Фактически производительность всего комбайна определяется эффективностью работы этих резцов. В процессе работы режущий инструмент испытывает динамические, в том числе и ударные, нагрузки, абразивный износ, а также тепловые нагрузки. Такие тяжелые условия работы предъявляют серьезные требования к стойкости резцов [1; 2]. Одним из современных методов улучшения стойкости твердосплавного горно-режущего является аэродинамическое звуковое упрочнение (далее — АДУ) [3]. Определить, насколько эффективен метод АДУ, применительно к горно-режущему инструменту, можно, сравнив стойкость упрочненных резцов и резцов в исходном состоянии при аналогичных производственных рабочих условиях.

**Основная часть.** Объектом для испытаний являлся тангенциальный поворотный резец производства ОАО «ЛМЗ Универсал» (Солигорск, Беларусь) (рисунок 1, а). Количество испытываемых резцов — 300 шт. Из них 150 шт., т. е. половина партии, подверглись упрочнению методом АДУ. Испытания проходили в марте 2020 года в лаве № 5-1 рудника 4РУ ОАО «Беларуськалий» на комбайне SL-300/550 (рисунок 1, б).



а)



б)

Рисунок 1 — Общий вид резцов до установки на комбайн (а) и комбайна с установленными на шнек резцами (б)

Эффективность применения горно-режущего инструмента определяется рядом критериев, одним из которых является их долговечность, т. е. способность инструмента длительно сохранять свою работоспособность до наступления предельного состояния при определенных условиях эксплуатации. Наиболее распространенным критерием оценки долговечности резцов при выработке породы механическим способом является их удельный расход в штуках на тысячу тонн отбитой руды. На этот показатель влияет не только качество инструмента, но и особенности его эксплуатации. Поэтому важнейшим условием для корректного сравнения качества упрочненных и неупрочненных резцов являются максимально равные условия их эксплуатации.

Согласно разработанной методике шахтных испытаний, на первом этапе производились испытания неупрочненных резцов в количестве 150 шт. На втором этапе испытывались упрочненные АДУ резцы в том же количестве. При подготовке методики испытаний были определены необходимые условия эксперимента: режим работы комбайна, параметры рабочего органа и физико-механические свойства породы должны быть неизменны при испытании упрочненных и неупрочненных резцов. Так, и на первом, и на втором этапе испытаний выработка должна производиться в одной и той же лаве, резцы устанавливаться на одни и те же щеки комбайна, а скорость подачи и питающее напряжение электродвигателей комбайна были аналогичными. В процессе испытаний показания скорости подачи и силовые показатели электродвигателей резания снижались с дисплея комбайна.

Неупрочненными резцами было отбито 17 150 т руды. Зная объем отбитой руды и количество использованных резцов (150 шт.), удельный расход ( $N_{уд}$ ) резцов на 1 тыс. т. отбитой руды можно определить по формуле [4; 5]

$$N_{уд} = \frac{\sum N \cdot 1000}{Q}, \quad (1)$$

где  $\sum N$  — общий расход резцов за время испытания, шт.;  
 $Q$  — объем добычи резцами данного типа за время испытания, т.

$$N_{уд} = \frac{150 \cdot 1000}{17150} = 8,75. \quad (2)$$

Таким образом, удельный расход неупрочненных резцов составил 8,75 шт. / 1 000 т.

Далее оценивалась эффективность работы резцов, упрочненных АДУ. Объем руды, который удалось отбить такими резцами, составил 42 500 т. Количество резцов — 150 шт., как и на первом этапе эксперимента. Удельный расход упрочненных АДУ резцов, согласно формуле (1):

$$N_{удАДУ} = \frac{150 \cdot 1000}{42500} = 3,53. \quad (3)$$

Исходя из (2) и (3) видно, что удельный расход резцов, упрочненных АДУ, уменьшился в 2,48 раза:

$$\frac{N_{уд}}{N_{удАДУ}} = \frac{8,75}{3,53} = 2,48.$$

Данный результат зафиксирован в протоколе испытаний работниками ОАО «Беларуськалий» и ОАО «ЛМЗ Универсал».

**Заключение.** Экспериментальным путем установлено, что при аналогичных режимах резания стойкость резцов, упрочненных аэродинамическим звуковым методом, повысилась в 2,48 раза. Полученные результаты исследований в производственных условиях ОАО «Беларуськалий» показали высокую эффективность применения метода АДУ для повышения стойкости твердосплавного горно-режущего инструмента.

#### Список цитируемых источников

1. Жигалов, А. Н. Актуальность применения аэродинамического звукового упрочнения для повышения ресурсной стойкости твердосплавных зубков / А. Н. Жигалов, Д. Д. Богдан // Содружество наук. Барановичи-2018 : материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. молодых исследователей, 17 мая 2018 г. / БарГУ ; редкол.: В. В. Климук [и др.]. — Барановичи : БарГУ, 2018. — С. 83—85.
2. Жигалов, А. Н. Исследование работоспособности зубков Д6-22М, упрочненных методом аэродинамического звукового упрочнения, в шахтных условиях на ОАО «Беларуськалий» / А. Н. Жигалов, Д. Д. Богдан // Техника и технологии: инновации и качество : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., 20 дек. 2018 г. / БарГУ. — Барановичи : БарГУ, 2019. — С. 44—45.
3. Способ аэродинамического упрочнения изделий : пат. ВУ 21049 / А. Н. Жигалов, Г. Ф. Шатуров, В. М. Головков ; дата публ.: 30.06.2017.

4. Типовая методика приемочных испытаний опытных образцов (опытных партий) режущего инструмента для очистных комбайнов / М-во угол. пром-сти СССР, Техн. упр., Ордена Трудового Красного Знамени Ин-т горного дела им. А. А. Скочинского ; разраб. проф., д. т. н. Е. З. Позин [и др.]. — М. : ИГД, 1976. — 58 с.

5. Типовая программа и методика приемочных испытаний опытной партии режущего инструмента для проходческих комбайнов / М-во угол. пром-сти СССР, АН СССР, Ордена Трудового Красного Знамени Ин-т горного дела им. А. А. Скочинского ; разраб. д. т. н. Л. Б. Глатман [и др.]. — М. : ИГД, 1977. — 36 с.

УДК: 635.32:635.321

А. В. Братчук<sup>1</sup>, Т. Р. Прихач<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Обособленное подразделение «Ляховичский аграрный колледж» учреждения образования «Барановичский государственный университет», Ляховичи, Республика Беларусь

## ХОЗЯЙСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ АРТИШОКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

**Введение.** Артишок (лат. Spaga) — травянистое многолетнее растение семейства Астровых (*Asteraceae*) с крупными соцветиями. В зрелом виде цветок имеет сходство с чертополохом. Цветет красивым фиолетовым или синим цветом. Это довольно крупное экзотическое растение, достигающее в высоту 2 метров. Поэтому для выращивания ему необходимо отвести большой светлый участок. В пищу употребляется нераскрывшаяся корзинка будущего цветка.

Родиной артишока является Средиземноморский регион и Канарские острова. Позже он распространился по всей северной Европе, а также попал в Россию. Популярностью он пользуется и в Австралии, и в Африке, и в странах Южной Америки. Как теплолюбивая культура, в основном выращивается в средиземноморских странах [1].

*История артишока.* Этимология названия «артишок» своими корнями уходит ко временам Древней Греции. В греческой мифологии есть легенда о прекрасной девушке Кинаре (*Cynara*), которую полюбил сам Зевс и сделал своей женой. Но девушка соскучилась по родителям и отправилась их навестить. Зевс разобиделся и превратил девушку в артишок.

Некоторые считают, что слово *Cynara* этимологически восходит к слову «шишка», с которой артишок имеет сходство по форме. Испанцы же называют артишок арабским словом *alcachofa (alcaucil)*, это что-то вроде остря, шипа, что наверняка связано с острыми лепестками и с формой бутона.

*Полезные свойства артишока.* Полезные свойства артишока обусловлены его богатым составом — витамины, минералы в совокупности с низким содержанием углеводов и белка. Именно поэтому он считается очень полезным и диетическим овощем. Он хорошо усваивается и рекомендуется при сахарном диабете как заменитель крахмала.

В старину полезные свойства артишока знали все знахари и рекомендовали применять при подагре и желтухе. Для применения лечебных настоек и отваров использовали листья и корни артишока. Отвары из артишока втирали в кожу головы от облысения. Чай из артишока обладают противовоспалительным действием и благоприятно влияют на желудочно-кишечный тракт.

Народная медицина рекомендует принимать свежий сок артишока при отравлениях алкоголем.

В современной медицине он также нашел широкое применение. Его активные вещества оказывают мочегонное и желчегонное действие. Экстракт артишока применяется при болезнях печени и почек, поскольку его активные вещества помогают снижению мочевой кислоты и холестерина в крови человека. Также экстракт артишока уменьшает токсическое действие на организм от применения некоторых лекарств.

Исследования, которые проводились в наши дни, выявили и другие полезные свойства артишока: улучшение мозгового кровообращения, облегчение симптомов аллергии, положительное влияние на внешний вид кожи, волос и ногтей.

Для максимального получения пользы блюда из артишока лучше принимать в пищу в день приготовления. При приготовлении очищенный овощ можно ненадолго поместить в воду с добавлением лимонного сока или уксуса. Благодаря богатому минеральному составу (в основном из-за содержания калия и натрия) блюда из артишока хорошо подходят людям с повышенной кислотностью. По этой же причине при пониженной кислотности эти блюда нужно употреблять с осторожностью.

Употребление артишоков разнообразно: их подают и в качестве самостоятельного блюда, и в качестве гарнира, с ним делают салаты и пиццы, также его добавляют к пастам, тушёным блюдам и пирогам. Листья, соцветия, стебель и корни растения используются во Вьетнаме для приготовления артишокового чая. Вкус заваренного напитка напоминает кофе и действует как тонизирующее средство.