

Список цитируемых источников

1. Кормление сельскохозяйственных животных : учеб. пособие для студентов высш. с.-х. учеб. заведений по специальностям «Ветеринарная медицина», «Зоотехния» / В. К. Пестис [и др.] ; под ред. В. К. Пестиса. — Минск : ИВЦ Минфина, 2009. — 540 с.
2. Влияние разных видов силоса в рационах коров на обмен веществ, продуктивность и качество молока [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://earthpapers.net/vliyanie-raznyh-vidov-silosa-v-ratsionah-korov-na-obmen-veschestv-produktivnost-i-kachestvo-moloka#ixzz6LT7bv1zg>. — Дата доступа: 04.05.2020.
3. Справочник по кормлению сельскохозяйственных животных / А. М. Венедиктов [и др.]. — М. : Росагропромиздат, 1988. — 366 с.

УДК 621.373

А. В. Алифанов, В. В. Малеронок, И. А. Богданович

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

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОГО УПРОЧНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ СВЕРЛ ИЗ СТАЛИ Р6М5

Введение. Учеными государственного научного учреждения «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» и сотрудниками учреждения образования «Барановичский государственный университет» разработана новая технология повышения прочностных свойств стальных изделий, как закалённых, так и незакалённых, путём воздействия сильным импульсным электромагнитным полем [1—5].

При таком воздействии устраняются дефекты в кристаллической решётке, выравниваются внутренние напряжения, измельчается и становится более однородной структура металла. Магнитное поле нагревает заготовку; интенсивность вихревых токов, которые им создаются, растёт в местах структурной неоднородности заготовки, а именно в местах, где есть дефекты кристаллической решетки или сторонние включения (коррозия, естественное старение, деформация). Под воздействием магнитных полей дефекты исправляются или выталкиваются. Магнитно-импульсная обработка (далее — МИО) металлов повышает такие показатели, как стойкость, прочность и коррозионная защищённость [1—5].

Основная часть. Преимуществом МИО по сравнению с известными методами упрочнения является то, что геометрические параметры и качество поверхности упрочнённых изделий не меняются, не требуются дополнительная термообработка, финишные операции, сам процесс отличается низким энергопотреблением, высокой производительностью, экологической чистотой.

Магнитно-импульсная обработка образцов осуществлялась на разработанных и изготовленных в лаборатории объёмных гетерогенных систем ФТИ НАН Беларуси магнитно-импульсных установках МИУ-3 с максимальной запасаемой энергией 8 кДж и модернизированной МИУ-2 с максимальной запасаемой энергией 15 кДж.

Для проведения исследований было использовано 5 сверл российского производства (монолитных) из стали Р6М5 диаметром 10 мм (рисунок 1).

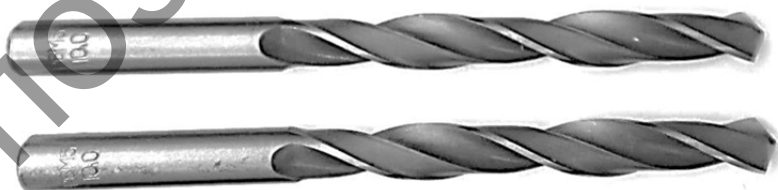


Рисунок 1 — Сверла диаметром 10 мм

Предоставленный инструмент подвергался упрочняющей обработке в цилиндрических индукторах с внутренними (рабочими) диаметрами 12 мм и 22 мм на магнитно-импульсных установках различной мощности (МИУ-2, МИУ-3).

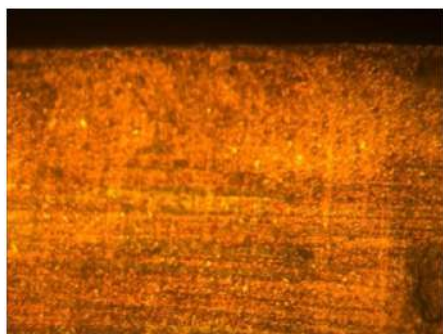
При использовании МИУ-3 индуктор диаметром 12 мм работает с частотой 10 кГц. Индуктор диаметром 22 мм при использовании в МИУ-2 работает с частотой 8 кГц, а при использовании в МИУ-3 — 2,7 кГц.

Проведение магнитно-импульсной упрочняющей обработки образцов стали Р6М5, вырезанных из хвостовой части сверла диаметром 10 мм, осуществлялось по трем режимам, которые представлены в таблице 1 (от 1 до 3 в порядке увеличения энергии и количества импульсов).

Микроструктура образцов исследовалась на световом микроскопе MCF-3 фирмы Reichert (Австрия). Микротвердость образцов измерялась на компьютеризованном комплексе Duramin. На рисунках 2—4 показаны структуры образцов, обработанных по режимам № 1—3.

Т а б л и ц а 1 — Режимы магнито-импульсной обработки (МИО)

Режим	Режимы МИО
№ 1	МИУ-2, цилиндрический индуктор Ø12 мм, 3 импульса 5 кДж
№ 2	МИУ-3, цилиндрический индуктор Ø12 мм, 3 импульса 5 кДж + МИУ-2, 5 импульсов 6 кДж
№ 3	МИУ-2, цилиндрический индуктор Ø22 мм, 7 импульсов 10 кДж

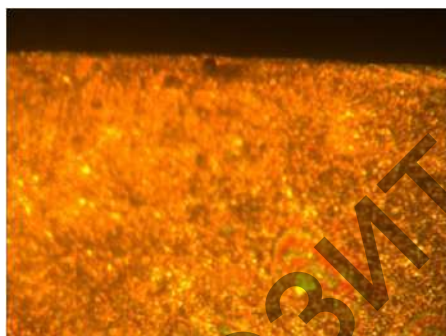


a)

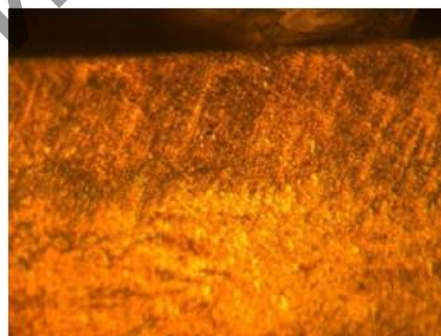


б)

Рисунок 2 — Структура образцов до МИО (*a*) и после МИО (*б*) (режим № 1), увеличение ×400

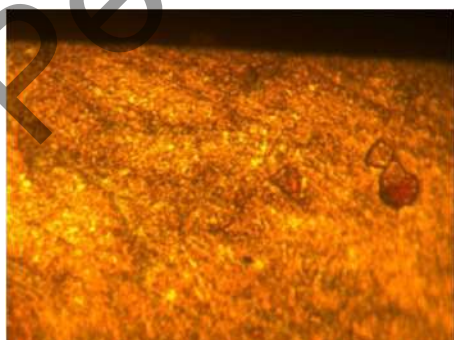


a)

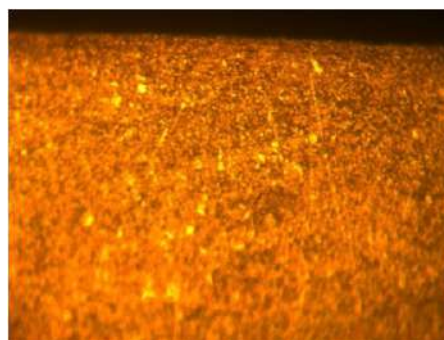


б)

Рисунок 3 — Структура образцов до МИО (*a*) и после МИО (*б*) (режим № 2), увеличение ×400



a)



б)

Рисунок 4 — Структура образцов до МИО (*a*) и после МИО (*б*) (режим № 3), увеличение ×400

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)