

Список цитируемых источников

1. К здоровью — через движение / ГУ «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». — Брест : ОАО «БТ», 2006. — 4 с.
2. <https://www.ja-zdorov.ru/blog/gipodinamiya-i-ee-posledstviya-vred-gipodinamii-dlya-zdorovya/>
3. Целительная зона — здоровое сердце/ ГУ «Брестский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». - Брест : ОАО «БТ», 2006. — 6 с.

УДК 621.983

Е. С. Живула

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНАЯ УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ

Введение. Упрочнение деталей обеспечивает существенное увеличение поверхностной твёрдости, износостойкости и теплостойкости различных сталей. На сегодня наиболее современным и эффективным способом азотирования является ионно-плазменное азотирование в тлеющем разряде.

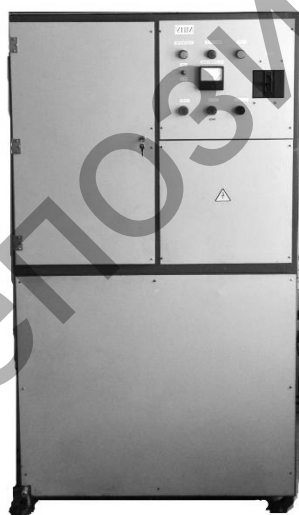
Важным преимуществом метода ИПА, применительно к инструментальным легированным сталям, является снижение температуры обработки до температуры высокого отжига, что обеспечивает вторичное твердение. Кроме этого, для большинства инструментов важно, чтобы твёрдость сочеталась с достаточной вязкостью, для сопротивления хрупкому разрушению. Слои, получаемы после ионного азотирования, в отличие от традиционных способов азотирования, всегда отличаются большей пластичностью.

Основная часть. Учеными Физико-технического института Национальной академии наук Беларуси и Барановичского государственного университета разработана новая технология повышения прочностных свойств стальных изделий как закаленных, так и незакаленных путем воздействия сильным импульсным электромагнитным полем. При таком воздействии устраняются дефекты в кристаллической решетке, выравниваются внутренние напряжения, измельчается и становится более однородной структура металла [1].

Преимуществом магнитно-импульсной обработки по сравнению с известными методами упрочнения является то, что геометрические параметры и качество поверхности упрочненных изделий не меняются, не требуются дополнительная термообработка, финишные операции, сам процесс отличается низким энергопотреблением, высокой производительностью, экологической чистотой.

На рисунке 1 показан общий вид установки с закрытой рабочей зоной (а), виды индукторов (б и в) и упрочняемая деталь.

Магнитно-импульсная обработка металлов основана на взаимодействии импульсного магнитного поля с металлической заготовкой. Источником импульсного магнитного поля является индуктор, через который пропускается мощный импульс электрического тока.



а)



б)



в)

а — общий вид, б — плоский индуктор, в — цилиндрический индуктор

Рисунок 1 — Магнитно-импульсная установка для упрочняющей обработки стальных изделий

Установка для магнитно-импульсной обработки металлов представляет собой генератор импульсного тока, состоящий из емкостного накопителя электрической энергии (высоковольтной конденсаторной батареи), рабочего органа (индуктора) и коммутирующего устройства (высоковольтного управляемого разрядника). С помощью разрядника производится разряд конденсаторной батареи на индуктор.

В рабочей зоне индуктора импульсное магнитное поле наводит в находящейся в нем металлической заготовке вихревые токи. В результате взаимодействия токов индуктора и заготовки возникают мощные механические усилия, оказывающие давление как на заготовку, так и на индуктор. Под действием давления повышаются прочностные характеристики заготовки. С помощью МИУ и цилиндрического индуктора можно подвергать упрочняющей обработке как цилиндрические, так и сферические изделия.

Однако конструкция магнитно-импульсной установки предусматривает обработку единичных изделий. В случае обработки изделий сферической формы (шариков для шарикоподшипников) необходимо подавать каждый шарик поодиночке внутрь индуктора, обрабатывать его импульсом электромагнитного поля, затем извлекать обработанный шарик и на его место подавать следующий [2].

Упрочнение образцов получается за счет пластической деформации. Структура образцов носит перлитно-ферритный характер, при этом ближе к границе упрочненного слоя преобладает перлитная структура, а в направлении к центру начинает преобладать ферритная структура [3].

На рисунке 2 показан участок на краю образца из стали 40Х, упрочненного магнитно-импульсным воздействием с мощностью импульса 6 кДж и числом импульсов 3. Средняя толщина слоя находится в пределах 50 мкм.



Рисунок 2 — Вид упрочненного слоя на образце из стали 40Х

На фотографии отчетливо виден упрочненный слой более темного цвета на фоне неупрочненной части образца светлого цвета. В области упрочненного слоя и на некотором удалении от него были сделаны три укола индентором на компьютеризированном комплексе Duramin. Твердость упрочненного слоя (на границе обозначено цифрой 1) составила 4210 кгс/мм². В отдалении от упрочненного слоя в точке 2 твердость составила 1910 кгс/мм², а в точке 3 — 1530 кгс/мм².

Отношение микротвердости упрочненного слоя (точка 1) к микротвердости неупрочненного слоя (точка 3) составляет 2,75 раза. Интерес представляет и точка 2, находящаяся на некотором удалении от четко различимой внутренней границы упрочненного слоя: микротвердость в этой точке превышает значение микротвердости в точке 3, находящейся еще дальше границы

упрочненного слоя, в 1,25 раза. Следовательно, реальный упрочненный слой имеет толщину большую, чем видно на фотографии, что можно объяснить сложным механизмом упрочнения: путем упругопластической деформации (темный слой), а также карбидообразованием, искажением кристаллической решетки и т. д.

Измерения микротвердости по глубине образца показали, что в упрочненном слое микротвердость имеет максимальную величину, а при переходе через явно выраженную границу упрочненного слоя микротвердость заметно уменьшается, но при этом превышает микротвердость основы.

Для изучения влияния магнитно-импульсной обработки на прочностные показатели упрочненных ножей были проведены их испытания в производственных условиях. Для испытаний были выбраны ножи с максимальной микротвердостью упрочненной поверхности: для стали 8Х6НФТ она достигалась при энергии 6 кДж и 3 импульсах, а для стали 8ХФ — при энергии 6 кДж и 4 импульсах.

После проведения производственных испытаний были исследованы режущие кромки ножей, не упрочненных и упрочненных магнитно-импульсным воздействием. Установлено, что режущие кромки упрочненных ножей практически не затупились, чем можно объяснить и приведенные выше положительные эффекты.

Заключение. Результаты проведенных исследований показывают высокую эффективность и перспективность разработанного метода для упрочнения стальных изделий, изготовленных из конструкционных и высоколегированных инструментальных сталей. В то же время установлено, что выбор режимов магнитно-импульсной обработки зависит от состава и процентного содержания легирующих элементов, углерода и других факторов, что требует проведения дальнейших исследований.

Список цитируемых источников

1. Алифанов, А. В. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка металлических изделий / А. В. Алифанов, А. Г. Анисович, С. А. Амелянчик, Ю. И. Кривонос // Материалы 9-й междунар. практ. конф. «Технология ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки», СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2007. В 2-х ч. Ч. 1.
2. Алифанов, А. В. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка изделий из конструкционных инструментальных сталей / А. В. Алифанов, А. В. Акулов, Ж. А. Попова, А. С. Демянчик // Литье и металлургия №3. — 2012. — С. 77—82.
3. Способ упрочнения металлических закаленных шариков: пат. 11580 Респ. Беларусь / А. В. Алифанов, В. Н. Алехнович, А. А. Лях, Е. С. Амелянчик, Ю. И. Кривонос. Заявитель ФТИ НАН Беларуси; опубл. в бюллетене. 2009. — № 1.