

*А. В. Алифанов, А. В. Акулов, М. В. Нерода,
Ж. А. Попова, Г. И. Лециловская*
Барановичский государственный университет,
г. Барановичи, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И ТВЕРДОСТЬ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ

Установлено, что при увеличении мощности импульса электромагнитного поля от 1 до 3 кДж для образцов из стали 35 ХГТ глубина упрочненного слоя увеличилась в среднем в 1,5 раза, а микротвердость — до 235-245 НВ.

It was fixed that power of impulse of an electromagnetic field was increased from 1 to 3 kDj for a steel samples, depth of a hardening stratum was augmented on the average in 1,5 times, and microhardness to 235-245 HV.

Ключевые слова: магнит, обработка, микроструктура.
Key words: magnet, machining, microstructure.

Преимуществом магнитно-импульсной обработки, по сравнению с известными методами упрочнения, является то, что геометрические параметры и качество поверхности обработанных изделий не меняются и не требуется дополнительная термообработка, сам процесс отличается низким энергопотреблением, высокой производительностью и экологической чистотой [1].

Магнитно-импульсная обработка вызывает необратимые структурные изменения в обрабатываемом материале. Сущность новой технологии магнитно-импульсного упрочнения состоит в том, что при магнитно-импульсном воздействии вещество изменяет свои физические и механические свойства. Улучшение свойств у ферромагнитных материалов, прошедших магнитно-импульсную обработку, достигается за счет направленной ориентации свободных электронов вещества внешним полем, вследствие чего увеличивается тепло- и электропроводность материала детали [2].

Взаимодействие импульсного магнитного поля с деталью из токопроводящего материала происходит тем интенсивнее, чем выше структурная и энергетическая неоднородность вещества. Поэтому, чем выше концентрация поверхностных и внутренних напряжений в металлических деталях, тем больше вероятность локальной концентрации в них микровихрей внешнего поля, которые нагревают участки вокруг кристаллов напряженных блоков и неоднородностей структуры материала.

Для проведения эксперимента были выбраны образцы из конструкционной стали 35ХГТ, которые имеют феррито-перлитную структуру с признаками видманштетта. Твердость образцов до обработки составляла в среднем 197НВ. Обработку проводили на специальной магнитно-импульсной установке для упрочняющей обработки стальных изделий, расположенной в Физико-техническом институте Национальной академии наук Беларуси. Магнитно-импульсная установка представляет собой генератор импульсного тока (ГИТ), состоящий из емкостного накопителя электрической энергии, высоковольтной конденсаторной батареи, рабочего органа, индуктора и коммутирующего устройства, высоковольтного управляемого разрядника. В индуктор вставлялись образцы, которые подвергались обработке энергией различной мощности. Условия обработки образцов из стали 35 ХГТ представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Условия обработки образцов из стали 35 ХГТ

Номер образца	Энергия, кДж	Количество импульсов
1	1,6	1
2	Не обработанный	Не обработанный
3	6,6	5
4	1,6	1
5	6,6	4
6	6,6	2
7	4,0	8
8	4,0	6
9	4,0	4
10	4,0	2

После магнитно-импульсной обработки были подготовлены микрошлифы соответствующих образцов и выполнены фотоснимки структур на металлографическом микроскопе модели МЕТАМ ЛВ при увеличении в 100 раз (образцы 1--10), а затем проведены измерения микротвердости на микротвердомере ПМТ-3. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Исследованием стали 35ХГТ установлено, что изменение твердости и структуры происходит по контуру цилиндрической поверхности образцов на определенную глубину. Глубина измененного слоя зависит от энергии

и количества импульсов. Наблюдаются две явно выраженные области (рис. 1): 1) с измененной структурой, которая имеет однородное мелкозернистое строение (повышенную твердость данной области можно объяснить образованием структуры сорбитообразного перлита в поверхностном слое); 2) область основного металла с феррито-перлитной структурой.



a)



б)

a — до магнитно-импульсной обработки;
б — после магнитно-импульсной обработки

Рисунок 1 — Структура образцов

Т а б л и ц а 2 — Влияние мощности импульса электромагнитного поля на твердость и глубину упрочненного слоя

Материал образцов	Мощность импульса, кДж	Глубина упрочненного слоя, мкм	Микротвердость упрочненного слоя, НV	Твердость неупрочненных образцов, НВ
1	2	3	4	5
Сталь 35 ХГТ	1	0,020	210	163
	1	0,020	199	160
	1	0,030	200	162
	2	0,040	229	162
	2	0,045	235	163
	2	0,040	230	163
	3	0,055	235	164
	3	0,060	243	165
	3	0,060	245	163

Кроме этого, происходит измельчение зерна в поверхностных слоях образцов и исчезает видманштеттная структура. С увеличением энергии и количества импульсов увеличивается глубина упрочненного слоя (табл. 2).

Таким образом, при увеличении мощности импульса электромагнитного поля от 1 до 3 кДж для образцов из стали 35 ХГТ глубина упрочненного слоя увеличилась в среднем в 1,5 раза, а микротвердость до 235—245 НV.

Список источников

1. Исследование эффектов обработки сильными импульсными магнитными и электрическими полями на пластические и физико-механические свойства материалов для машино- и приборостроения: отчет о НИР / Фонд фундаментальных исследований РБ. Физико-технический институт НАН РБ. Проект № Т7-367 — Минск, 1984. № 1. Р. 19942666

2. Счастливцев, В. М. Электронно-микроскопическое исследование структуры кристаллов мартенсита, зародившихся под действием импульсного магнитного поля / В. М. Счастливцев — [Б. м. : б. и.], 1981. — 782 с.

Материал поступил в редакцию 23.10.2011.