

УДК 621.8:621.9

СОВМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УПРОЧНЕНИЯ И НАПЛАВКИ ПРОВОЛОКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

канд. техн. наук, доц. В.Б. ЧЕМИСОВ, канд. техн. наук, доц. И.Т. СЫЧЕВ,
канд. техн. наук, доц. В.И. АБРАМОВ, С.К. ТОЛСТИКОВ, Н.Л. ГРЕЦКИЙ

Для обеспечения геометрических характеристик сильно изношенных поверхностей деталей при восстановлении и повышении физико-механических свойств поверхностного слоя при упрочнении предложено в технологическом процессе ремонтного производства сочетать операции электромагнитного упрочнения легированными ферропорошками и наплавки проволоки в защитной среде.

Повышение надежности и долговечности машин и их составных частей в процессе ремонта - главная цель предприятий, занимающихся разработкой технологий и организацией ремонтного производства. Обеспечить высокое качество отремонтированных машин в процессе освоения технологий и организации ремонта можно за счет внедрения новых методов восстановления, упрочнения и обработки деталей машин [1].

Новые и традиционные методы восстановления, упрочнения и обработки деталей машин имеют свои рациональные области применения и не всегда решают комплексные задачи повышения долговечности изделий в конкретных условиях эксплуатации [2]. Так, например, при высоких параметрах качества упрочнения не обеспечивается экономное восстановление до заданного размера сильно изношенной поверхности детали. Поэтому рациональным представляется сочетание в технологическом процессе ремонтного производства различных методов упрочнения, восстановления и обработки, а в рамках самих методов - комбинации разнообразных технологических воздействий [3].

В результате для улучшения комплекса параметров качества при восстановлении сильно изношенных поверхностей деталей с минимальными затратами предложено упрочнение производить в процессе электромагнитной наплавки легированных ферропорошков [4], а восстановление и обработку - в процессе наплавки проволоки [5].

Электромагнитная наплавка обеспечивает не только упрочнение поверхностного слоя, но и повышение физико-химических характеристик смежных слоев. В процессе электромагнитной наплавки в зазор между вращающейся деталью и полюсным наконечником электромагнита из дозирующего устройства непрерывно подается ферропорошок (рис. 1).

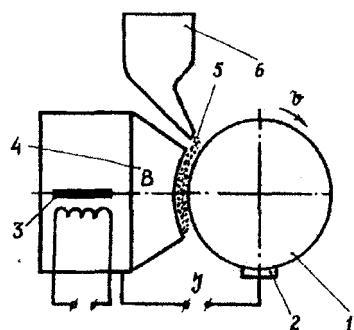


Рис. 1. Электромагнитная наплавка:

- 1 – обрабатываемая деталь;
2 – скользящий контакт; 3 – электромагнит;
4 – полюсный наконечник; 5 – ферромагнитный порошок; 6 – дозирующее устройство;
 v – скорость главного движения;
 B – магнитная индукция; I – сила тока электромагнитных разрядов

Ориентируясь в зазоре вдоль силовых линий магнитного поля, частицы ферропорошка образуют множество токопроводящих цепочек, замыкающих электрическую цепь между полюсным наконечником и деталью. Частицы у поверхности детали, в зоне максимального электросопротивления при скользящем контакте под воздействием электрического тока расплавляются, а капли расплава распределяются по поверхности детали.

В существующих установках для реализации метода в качестве источников технологического тока применяют машинные генераторы импульсов, что является одним из сдерживающих факторов широкого внедрения процесса [4]. Применение других источников тока малоэффективно, так как процесс обычно нестабилен, вследствие того, что в рабочих зазорах часто происходит спекание массы ферропорошка и источник технологического тока переходит в режим короткого замыкания. В результате перенос материала ферропорошка на упрочняемую поверхность уменьшается и может полностью прекратиться.

Наибольшую известность получили двухполюсные и однополюсные установки для упрочнения валов в постоянном магнитном поле. При упрочнении на двухполюсной установке деталь располагается между двумя сердечниками электромагнита, имеющими разноименную магнитную полярность. При упрочнении на однополюсной установке поверхность детали находится вблизи торца сердечника электромагнита. Процесс упрочнения на двухполюсной установке при прочих равных условиях имеет более высокую стабильность, чем упрочнение на однополюсной установке.

Для повышения стабильности процесса его ведут в потоке охлаждающей жидкости, однако при этом происходит снижение переноса материала ферропорошка на поверхность детали и ухудшение физико-химических свойств упрочняемого слоя.

Для стабилизации процесса электромагнитное упрочнение ведут в пульсирующем магнитном поле. В такой установке в качестве источника технологического тока используют специально разработанный тиристорный генератор импульсов. Конструкция электромагнитной системы установки обеспечивает совпадение моментов времени существования максимального магнитного потока в рабочих зазорах и предельного сближения полюсных наконечников с упрочняемой поверхностью. Благодаря наличию вибрации сердечников процесс стабилизируется в широком диапазоне варьирования технологических факторов.

Опыт эксплуатации установки показал, что вследствие влияния импульсных механических воздействий полюсных наконечников на поверхностный слой производительность электромагнитного упрочнения достигает 50 см²/мин при удельном привесе детали 12... 16 мг/см² и переносе материала ферропорошка в объеме 18 %, а упрочненный поверхностный слой имеет высокую сплошность.

Для восстановления сильно изношенных поверхностей деталей наибольшее распространение получила наплавка проволоки в защитной среде (рис. 2). При такой наплавке формируется шов большой толщины, а наплавленный металл получается плотным [1].

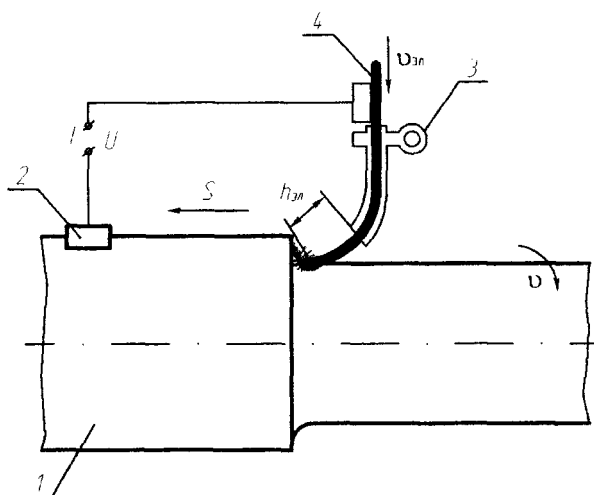


Рис. 2. Наплавка проволоки:

1 – обрабатываемая деталь; 2 – скользящий контакт; 3 – муфта наплавочной головки;
4 – наплавочная проволока; v – скорость главного движения; S – скорость подачи;
 $v_{эл}$ – скорость подачи электродной проволоки; $h_{эл}$ – вылет электрода; I – сила тока; U – напряжение

Для наплавки проволоки применяют автомат А-580М, который устанавливают на токарный станок, а в качестве источника тока используют выпрямитель ВС-300. Автоматическую наплавку рабочих поверхностей деталей обычно ведут проволокой Нп-30 диаметром 1,6...1,8 мм [1].

Совмещение процессов упрочнения и наплавки исследовалось следующим образом.

На вал диаметром 50 мм и длиной 100 мм, изготовленный из стали 20, наносили порошок ферробора марки ФБ-1 с размерами зерен 0,2...0,4 мм. Вращающийся вал устанавливали в центрах токарного станка, а устройство нанесения ферромагнитного порошка – в резцедержателе. Вибрацию полюсного наконечника с амплитудой 1 мм, отдаленного от сердечника электромагнита воздушным зазором, и переменное по величине магнитное поле в рабочем зазоре создавали электромагнитной катушкой, питаемой выпрямленным током по однополупериодной схеме. При этом автоматически самим устройством обеспечивали синхронизацию изменения магнитного потока в рабочем зазоре с вибрацией полюсного наконечника таким образом, что величина магнитной индукции в рабочем зазоре уменьшалась при движении полюсного наконечника к поверхности заготовки и падала до минимального значения, определяемого величиной остаточной намагниченности полюсного наконечника и заготовки в момент импульсного механического воздействия полюсного наконечника на поверхность заготовки.

Полюсный наконечник и заготовку подключали к разноименным полюсам сварочного трансформатора ТД-500 через вентиль В200, обеспечивающий однополупериодное выпрямление напряжения. Соотношение фазового угла между напряжением, питающим электромагнитную катушку для создания вибрации и переменного магнитного потока, и напряжением, питающим сварочный трансформатор, выбира-

ли таким, что моменту импульсного механического воздействия полюсного наконечника на поверхность заготовки соответствовало падение напряжения до нуля во вторичной цепи сварочного трансформатора. Сварочный трансформатор работал в режиме малых токов при минимальном значении величины накопленной энергии, соответствующей току короткого замыкания в 150 А.

Ширина полюсного наконечника вдоль образующей шейки вала составляла 30 мм; первоначальный рабочий зазор между полюсным наконечником и деталью при обесточенной электромагнитной катушке - 0,4 мм. При вращении вала в рабочий зазор непрерывно подавался с расходом 17 г/мин ферромагнитный порошок.

После нанесения ферромагнитного порошка на шейки валов наплавляли проволоку Нп-30 диаметром 1,6 мм Наплавку вели короткой дугой на постоянном токе обратной полярности с использованием источника питания с жесткой внешней характеристикой. Режимы наплавки: напряжение дуги (*U*) 20 В; сварочный ток (*I*) 150 А; скорость наплавки (*V*) 0,01 м/с; подача или шаг наплавки 4 мм/об; вылет наплавочной проволоки 15 мм, скорость подачи наплавочной проволоки 0,035 м/с; расход углекислого газа 0,6 м³/ч.

В завершение снимали слой полученного покрытия твердосплавным инструментом Т15К10 на глубину 0,5 мм, определяемую максимальной твердостью наносимого покрытия, получаемой в результате обратной диффузии.

Таким образом, были изготовлены и исследованы 2 партии образцов (таблица). Количество пор в покрытии и неравномерность нанесения покрытия определяли визуально и на микроскопе МИМ-7, для чего изготавливали шлифы из образцов по ГОСТ 2.308-79. Поверхностную твердость образцов измеряли на твердомере Роквелла,

Результаты испытаний

№ образцов	Технология упрочнения и восстановления	Толщина нанесенного покрытия, мм	Твердость поверхности нанесенного покрытия, HRC	Площадь пор на поверхности покрытия после механической обработки, %
1	Электромагнитное упрочнение порошком ферробора марки ФБ1 и механическая обработка	0,29	60	21
2		0,25	62	26
3		0,31	60	18
4		0,28	61	22
5	Электромагнитное упрочнение порошком ферробора марки ФБ1 с последующей наплавкой проволоки Нп-30 в среде углекислого газа и механической обработкой	0,54	61	2
6		0,53	60	4
7		0,52	61	3
8		0,56	62	2

Результаты испытаний показали, что применение комбинированного упрочнения и восстановления обеспечивает увеличение толщины наносимого покрытия до 0,6 мм и снижение пористости при сохранении высокой твердости покрытия 60 HRC.

Таким образом, сочетание в одном технологическом процессе операций комбинированного упрочнения и восстановления поверхностей деталей дает возможность не только обеспечить нужные геометрические характеристики поверхности при восстановлении, но и повысить механические свойства материала поверхностного слоя при упрочнении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. - М: Колос, 1981. - 351 с.

2. Акулович Л.М. Термомеханическое упрочнение деталей в электромагнитном поле. - Новополоцк: ПГУ, 1999.-240 с.

3. Хейфец М.Л., Кожуро Л.М., Мрочек Ж.А. Процессы самоорганизации при формировании поверхностей. - Гомель: ИММС НАНБ. - 276 с.

4. Кожуро Л.М. Чемисов Б.П. Обработка деталей машин в магнитном поле. - Мн.: Наука и техника, 1995.-232 с.

5. Обработка износостойких покрытий / Под ред. Ж.А. Мрочека. - Мн.: Дизайн ПРО, 1997. - 208 с.