

ЛИТЕРАТУРА

1. Кривко, Г.П. Основы совершенствования способов и технологических процессов механической обработки деталей подшипников. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 220с.

УДК 621.7:621.8:621.9

Хейфец М.Л., Чемисов В.Б. Абрамов В.И., Грецкий Н.Л., Толстиков С.К.

СОВМЕЩЕНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО УПРОЧНЕНИЯ И НАПЛАВКИ ПРОВОЛОКИ НА ИЗНОШЕННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь

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 обеспечиваются 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 восстановления сильно изношенных поверхностей деталей с минимальными затратами предложено упрочнение производить в процессе электромагнитной наплавки легированных ферропорошков, совмещенном с поверхностным пластическим деформированием [4], а восстановление и обработку в процессе наплавки проволоки, совмещенном с упрочняюще-размерным ротационным резанием [5].

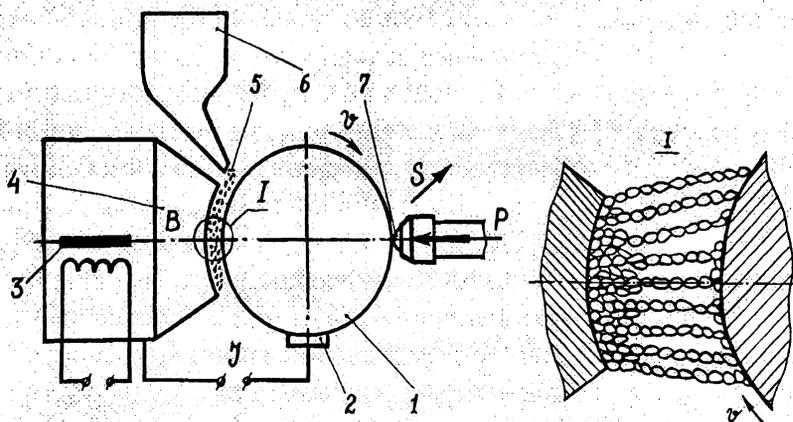


Рисунок 1 - Электромагнитная наплавка с поверхностным пластическим деформированием: 1 – обрабатываемая деталь; 2 – скользящий контакт; 3 – электромагнит; 4 – полюсный наконечник; 5 – ферромагнитный порошок; 6 – дозирующее устройство; 7 – шариковый обкатник; V – скорость главного движения; S – скорость подачи; P – усилие деформирования; B – магнитная индукция; I – сила тока электродуговых разрядов

Электромагнитная наплавка с поверхностным пластическим деформированием обеспечивает не только упрочнение поверхностного слоя, но и повышение его физико-химических характеристик.

В процессе электромагнитной наплавки в зазор между вращающейся деталью и полюсным наконечником электромагнита из дозирующего устройства непрерывно подается ферропорошок (рис. 1).

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 под воздействием электрического тока расплавляются. Капли расплава распределяются по поверхности детали и подвергаются пластическому деформированию шариковым накатником [4].

В существующих установках для реализации метода в качестве источников технологического тока применяют узкоспециальные машинные генераторы импульсов, что является одним из сдерживающих факторов широкого внедрения процесса. Применение других источников тока пока 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-механических свойств упрочняемого слоя. При реализации электромагнитного упрочнения деталей ферропорошками в среде азота установлено, что замена воздушной среды фактически не изменяет характеристик упрочненного слоя.

Упрочнение внутренних поверхностей вращения деталей класса втулок может осуществляться с помощью устройства, в котором полюсный наконечник электромагнита напоминает расточной резец, но имеет развитый рабочий торец. Для упрочнения поверхностей отверстий во втулках, дисках и в корпусных деталях применяют устройства, в которых полюсный наконечник имеет форму диска с радиальными прорезями. При этом полюсный наконечник в отверстии упрочняемой детали совершает или вращательное, или планетарное движение. Радиальные прорези улучшают кинематику движения зерен ферропорошка и обеспечивают концентрацию магнитного потока в рабочих зазорах.

Для упрочнения плоских и сложнопрофильных линейчатых поверхностей разработаны устройства для электромагнитной наплавки деталей ферропорошками, в которых при наплавке циклически изменяется не только геометрия и размеры рабочего зазора, но и величина, а в ряде случаев и направление магнитного потока. Такие установки обеспечивают более высокую стабильность процесса, но менее производительны, чем одно- и двухполюсные установки для упрочнения валов.

Для стабилизации процесса электромагнитную наплавку 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 производительность электромагнитной наплавки достигает $50 \text{ см}^2/\text{мин}$, при удельном привесе детали $12 \div 16 \text{ мг}/\text{см}^2$ и переносе материала ферропорошка в объеме 13%, а упрочненный поверхностный слой имеет более высокую сплошность, вследствие влияния импульсных механических воздействий полюсных наконечников на поверхностный слой в процессе его формирования.

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

Для наплавки обычно применяют наплавочный автомат А-580М, который устанавливают на токарный станок 1624М, а в качестве источника тока используют выпрямитель ВС-300. Автоматическую наплавку деталей с высокой твердостью рабочих поверхностей ведут проволокой Нп-30 диаметром 1,6...1,8 мм с последующей закалкой с нагрева токами высокой частоты.

Режимы наплавки: напряжение дуги $U=20\text{В}$, сварочный ток $I=150\text{А}$, скорость наплавки $V=0,01 \text{ м}/\text{с}$, подача или шаг наплавки $S=4 \text{ мм}/\text{об}$, вылет электрода $h_{эл}=15 \text{ мм}$, скорость подачи электродной проволоки $V_{эл}=0,035 \text{ м}/\text{с}$, расход углекислого газа $G_2=0,6 \text{ м}^3/\text{ч}$.

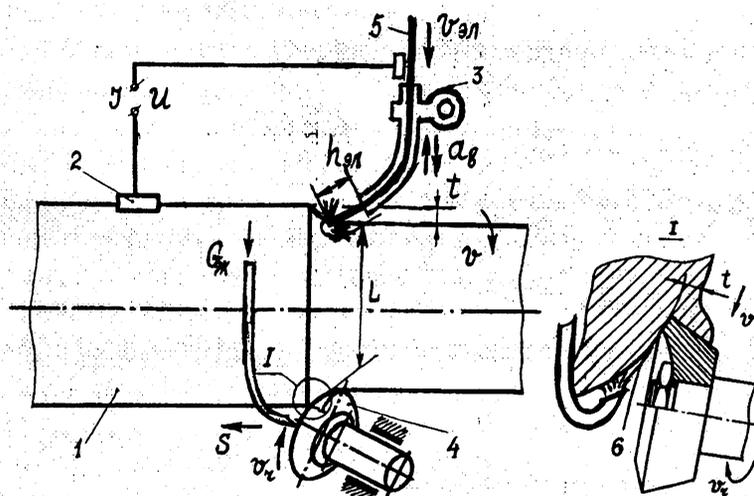


Рисунок 2 - Наплавка проволоки с упрочняющим ротационным резанием: 1 – обрабатываемая деталь; 2 – скользящий контакт; 3 – мундштук наплавочной головки; 4 – ротационный резец; 5 – наплавочная проволока; 6 – охлаждающая жидкость; V – скорость главного движения; V_r – скорость дополнительного движения резца; S – скорость подачи; $V_{эл}$ – скорость подачи электродной проволоки; $h_{эл}$ – вылет электрода; $G_ж$ – расход жидкости; I – сила тока; U – напряжение дуги; t – глубина резания; L – расстояние от электрода до резца

Совмещение наплавки в среде углекислого газа с термомеханической обработкой в момент кристаллизации наплавленного слоя (рис. 2) благоприятно сказывается на уменьшении пор и трещин и на увеличении усталостной прочности деталей. Использование ротационного самовращающегося резца в качестве деформирующего инструмента позволяет не только улучшить физико-механические характеристики наплавленного слоя, но и обеспечить путем завальцовывания впадин между сварочными швами, залечивания пор и трещин геометрические параметры качества, резко сокращающие последующую механическую обработку [5].

В виду того, что режимы наплавки определяются заранее и для ротационного упрочняющего резания выбираются резцы известных конструкций, а глубина резания назначается в соответствии с необходимостью обеспечить заданную толщину наносимого покрытия, то для совмещенного процесса в качестве регулируемого фактора принимается расстояние от наплавочной проволоки до режущей кромки инструмента.

Таким образом, сочетание в одном технологическом процессе операций комбинированного упрочнения, восстановления и обработки поверхностей деталей, дает возможность не только обеспечить нужные геометрические характеристики поверхности при восстанов-

лении, но и повысить физико-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.

УДК 621.9

Ящерицын П.И., Хейфец М.Л.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ МАШИН

*Полоцкий государственный университет
Новополоцк, Беларусь*

Введение. Важнейшей проблемой современного машиностроения является повышение качества выпускаемой продукции, ее надежности и долговечности. Решение этой проблемы обеспечивается путем управления технологическими процессами изготовления деталей машин.

Известно, что эксплуатационные свойства деталей зависят не только от физико-механических характеристик материала, из которого они изготовлены, но и от состояния поверхностного слоя. При этом установлено, что изготовление деталей из одного и того же материала, но по различной технологии и с разными режимами обработки приводит к резкому изменению свойств поверхностного слоя, при этом долговечность таких деталей различна.

Изучение технологий обычно ограничивается рамками отдельных операций. Однако, при использовании высокоинтенсивных воздействий потоками энергии и вещества, необходимо всесторонне исследовать точность и физико-механические свойства, учитывая действие технологическо-эксплуатационной наследственности. Это означает, что все операции и их технологические переходы, а также стадии эксплуатации следует рассматривать не изолированно, а во взаимосвязи, так как характеристики обработанных поверхностей формируются всем комплексом технологических воздействий и изменяются в процессе эксплуатации детали.

В процессе высокоинтенсивной обработки поверхностный слой детали поглощает в короткое время значительное количество энергии, при этом в нем образуются аккумулялирующие избыток энергии неравновесные структуры. Обладающие высокой энергией неустойчивые структуры самопроизвольно стремятся к состоянию с меньшей свободной энергией, которая обеспечивает повышение прочности, износостойкости и других эксплуатационных характеристик поверхностного слоя.

С течением времени структуры переходят в более устойчивое состояние термодинамического равновесия, при котором свободная энергия поверхностного слоя минимальна. Запасенная структурами внутренняя энергия уменьшается, а связанная энергия системы, представляемая произведением температуры на энтропию, возрастает. В результате часть погло-