

лов до точки нижнего перелома кривой усталости  $N_C$  и показатель наклона ее левой ветви  $m$ .

## ЛИТЕРАТУРА

1. Автоматизированная система ускоренных испытаний автомобильных конструкций / М.С. Высоцкий, А.А. Ракицкий, М.И. Горбацевич, В.И. Петько и др. – Мн.: Наука и техника, 1989. - 168 с.
2. Анализ эксплуатационной нагруженности в связи с оценкой долговечности при случайном нагружении (алгоритмы и программы): Метод. рекомендации/ С.С. Дмитриченко, В.А. Полев, В.А.Трушина и др. - М., 1985. - 127 с.
3. Болотин В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. - М.: Стройиздат, 1982. - 351 с.
4. Гребеник В.М., Цапко В.К. Надежность металлургического оборудования (оценка эксплуатационной надежности и долговечности): Справочник. - М.: Металлургия, 1989. - 592 с.
5. Гусев А.С. Сопротивление усталости и живучесть конструкций при случайных нагрузках.- М.: Машиностроение, 1989. - 248 с.
6. Дмитриченко С.С. Анализ нагруженности элементов машин. - М.: Машиностроение, 1977. - 37 с.
7. Капуста П.П., Почтенный Е.К. Влияние снижения предела выносливости стальных образцов на параметры кривой усталости, описываемой степенной функцией// Пятое научно-техническое совещание "Динамика и прочность автомобиля": Тез. докл. - М., 1992.- С.46-47.
8. Почтенный Е.К. Прогнозирование долговечности и диагностика усталости деталей машин. – Мн.: Наука и техника, 1983. - 246 с.
9. Почтенный Е.К., Рыжков Е.П. Исследование кинетики повреждения листовых образцов стали 45// Заводская лаборатория. - 1975. -№1. - С. 93-97.
10. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник. - М.: Машиностроение, 1985. - 232 с.

УДК 621.791

М.П. Кульгейко, В.А. Люцко, Д.В. Мельников, В.Ф. Соболев

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ УПРОЧНЕНИИ**

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого  
Гомель, Беларусь*

**Введение.** Метод магнитно-электрического упрочнения позволяет создавать покрытия, имеющие высокую твердость, износостойкость и прочность сцепления с основой. Однако такой слой имеет высокую шероховатость, что ограничивает применение данного метода. Одной из основных проблем технологии магнитно-электрического упрочнения является повышение качества наносимого покрытия,

увеличение его сплошности, твердости, глубины упрочнения. Трудности заключаются в том, что физико-механические процессы в рабочей зоне зависят от большого числа факторов (сила технологического тока, величина рабочего зазора, равномерность подачи порошка в рабочую зону), а также внешних возмущающих воздействий (непостоянство электромагнитных свойств порошка и детали, изменение плотности порошка в зоне разряда и др.)

**Постановка задачи.** Тепловые процессы в рабочей зоне характеризуются целым рядом параметров, основным из которых является сила технологического тока. Изменение силы технологического тока в зоне разряда вызвано непостоянством электрического сопротивления ферромагнитного порошка в рабочем зазоре, относительной неравномерностью подачи ферромагнитного порошка в зону обработки и другими факторами. Решалась задача стабилизации энергетического воздействия и обеспечения устойчивости протекающих в рабочей зоне тепловых процессов для увеличения сплошности и равномерности геометрических и физико-механических свойств поверхности путем регулирования электрического сопротивления в рабочем зазоре.

**Оборудование и методика исследований.** Исследования проводились на экспериментальной установке для магнитно-электрического упрочнения, созданной на базе горизонтально-фрезерного станка. Деталь крепится в приспособлении с электромагнитной системой, обеспечивающей ее линейное вертикальное перемещение. В шпинделе станка крепится оправка, на которой закреплен электрод-инструмент и электромагнитная катушка. Из бункера-дозатора подается ферромагнитный порошок, который транспортируется электродом-инструментом в рабочую зону. В рабочем зазоре частицы ферромагнитного порошка замыкают цепь источник технологического тока - электрод-инструмент - деталь и расплавляются под действием технологического тока [1].

Для стабилизации процесса магнитно-электрического упрочнения разработано устройство, которое позволяет регулировать рабочий зазор между обрабатываемой деталью и электродом-инструментом и, как следствие, силу технологического тока. Устройство стабилизации состоит из датчика контроля силы технологического тока и блока управления. При изменении силы технологического тока датчик подает команду в цель блока управления (рис. 1). В зависимости от величины полученного сигнала открывается один, два, три и т.д. симистора блока управления (число симисторов определяется экспериментально и зависит от пределов регулирования величины рабочего зазора) и на электромагнитную катушку приспособления подается различное напряжение. В результате сердечник в катушке вместе с деталью совершает линейные возвратно-поступательные перемещения [2].

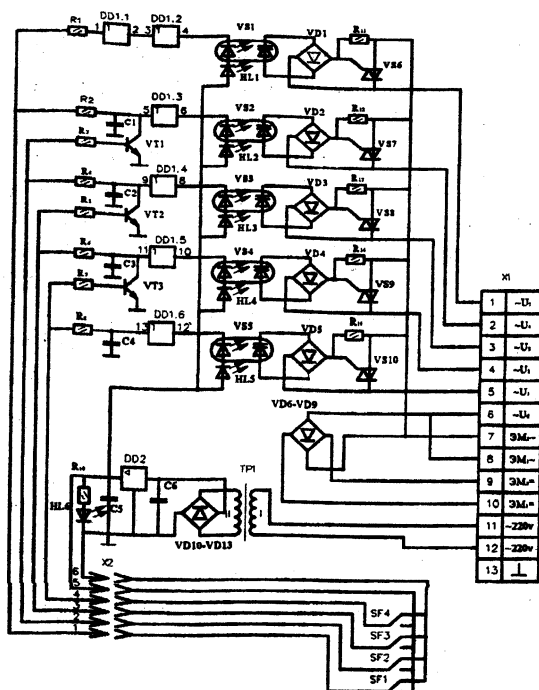


Рис. 1. Схема блока управления

Исследования структуры и микротвердости упрочненного слоя проводились на микрошлифах, вырезанных из упрочненных деталей. Шлифы изготовлялись по известной методике, при этом образцы предварительно заливались в обойме эпоксидной смолой. Травление шлифов проводилось 4% раствором азотной кислоты в этиловом спирте. Для выявления фазового состава покрытия применялся метод цветного травления в реактиве следующего состава: 2 г пикриновой кислоты, 25 г едкого натра, 75 г дистиллированной воды. Травление проводилось при температуре 45 °С в течение 30 с. Металлографический анализ проводился на микроскопе МИМ-8М, испытания на микротвердость – на микротвердомере ПМТ-3.

**Результаты эксперимента.** На рис. 2 представлены микрошлифы деталей из стали 45, упрочненной ферробором ФБ-17 ГОСТ 14848-69. На рис. 2,а шлиф детали, упрочненной без стабилизации технологического тока, на рис. 2,б представлен шлиф детали, упрочненной со стабилизацией силы технологического тока.

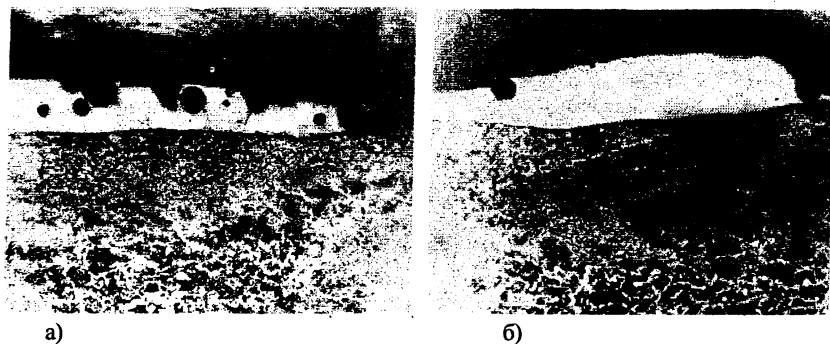


Рис.2. Микрошлифы упрочненных деталей

В структуре поверхностного слоя можно выделить три зоны: белая внешне бесструктурная, переходная, структурная зона основы. Переходный слой, переменный по толщине, имеет четко выраженные границы. После цветного травления по верхней и нижней границе плавления четко просматриваются мелкие иглообразные кристаллы голубого цвета и коричневые зерна. Микротвердость голубых кристаллов составляет  $12,5 \cdot 10^9$ - $13,5 \cdot 10^9$  Па, что близко к микротвердости FeV. Микротвердость коричневых зерен составляет  $17,5 \cdot 10^9$ - $18,5 \cdot 10^9$  Па, что близко к микротвердости Fe<sub>2</sub>V [3]. Следует отметить, что в отдельных областях белого слоя и, в особенности на границе белого слоя с переходным, выделяются фазы с микротвердостью  $34 \cdot 10^9$  Па, что может быть обусловлено присутствием твердых включений AlB<sub>3</sub> или SiB<sub>3</sub>, образованных из элементов состава порошка. При упрочнении без стабилизации силы технологического тока в белом слое просматривается большое количество микропор, что снижает сплошность покрытия, а после дополнительной механической обработки уменьшает толщину эксплуатационного слоя. При упрочнении со стабилизацией силы технологического тока микропор в упрочненном слое значительно меньше и сплошность покрытия возрастает.

**Заключение.** Стабилизация силы технологического тока не влияет на структурные изменения переходной зоны и структурной зоны основы, однако, при этом значительно повышается сплошность упрочненного слоя и позволяет увеличить толщину эксплуатационного слоя на 25-30%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кульгейко М.П., Мельников Д.В. Устройство для магнитно-электрического упрочнения плоских поверхностей. // Вестник БГТУ. Машиноведение, автоматизация, ЭВМ.- 2000. -№4. – С. 29-30.
2. Кульгейко М.П., Люцко В.А., Мельников Д.В.,

Соболев В.Ф. Устройство для магнитно-электрического нанесения покрытий. // Официальный бюллетень №1. Изобретения, полезные модели, промышленные образцы. - 2001. - С. 23. 3. Гуревич Б.Г., Говязина Е.А. Электролитное борирование стальных деталей. - М.: Машиностроение, 1977. - 72 с.

УДК 539.621

А. Лабер

## МОДИФИКАЦИЯ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Зеленогурский университет*

*Зелена Гура, Польша*

Работоспособность подшипников скольжения, в том числе автомобильных двигателей, в значительной степени зависит от условий смазывания. Наилучшие условия работы подшипников – жидкостное и граничное трение. Однако при работе подшипников возникают экстремальные ситуации, например, при неустойчивом движении, в которых такие условия невозможны. Даже самые лучшие масла, характеризующиеся хорошими смазочными свойствами и высокой стойкостью граничной пленки, не в состоянии обеспечить хороших условий работы в условиях т.н. „холодного старта”. В последние годы выполнен ряд исследований в этой области [1 – 3], направленных на разработку новых технологий смазывания, в результате которых в трущейся паре возникает „замещающий граничный слой” [2]. Такой слой характеризуется лучшими фрикционными свойствами по сравнению с типовым (при использовании типовых масел), что обеспечивается введением в масло присадок на основе мягких металлов и химических соединений. Ниже представлены результаты исследований условий трения в подшипниках скольжения при введении в зону трения препарата на основе мягкого металла.

Рассматривались условия работы двигателей SW-400 автобусов AUTOSAN в условиях междугородних перевозок. Сравнивались условия работы двигателей при пробеге 20000 км при смазывании моторным маслом CE/SF SAE 15W/40 и маслом, модифицированным присадкой R-2000 на базе меди и свинца. Анализировались смазочные свойства масел до и после эксплуатации на установке T-02 согласно PN-76/C-04147. Результаты исследований, приведенные в табл. 1 и на рис. 1, свидетельствуют, что использование препарата R-2000 улучшает смазочные свойства масла – уровни силы, при которой возникают мостики сваривания  $P_s$ , максимальной силы, исключаяющей схватывание  $P_{sc}$ , силы, при которой образуются мостики схватывания  $P_i$  и