

## ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ И УПРОЧНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Ефремов В.И., Хилько Д.Н., Реляво А.Е.*

*Белорусский государственный аграрный технический университет*

Начиная с 1960 г. на кафедре "Технология металлов" БАТУ проводятся глубокие исследования по влиянию ультразвуковых колебаний на фазовые превращения в металлах и сплавах. Начало этим исследованиям было положено заведующим кафедрой "Технология металлов" академиком АН БССР Коноваловым Е.Г. и доцентом кафедры Ефремовым В.И. при непосредственном участии первого ректора БИМСХ доктора технических наук, профессора Суслова В.П. На кафедре создана лаборатория и необходимая научная база для выполнения комплексных исследований влияния ультразвука на фазовые превращения в металлах и сплавах. Совместно с ФТИ АН БССР при участии академиков Северденко В.П., Горева К.В. и Клубовича В.В. на кафедре проводились исследования по следующим направлениям: влияние ультразвука на механические свойства сплавов в твердом состоянии; снятие ультразвуком остаточных напряжений после механической обработки; влияние ультразвука на кинетику упорядочения твердых растворов; влияние ультразвука на термическую обработку сплавов; разработка метода определения механических свойств материалов при циклическом нагружении с помощью ультразвука и др.

В настоящее время на кафедре "Технология металлов" БАТУ исследуется применение ультразвука при электромагнитной наплавке (ЭМН) с целью повышения износостойкости деталей сельскохозяйственной техники. Исследования проводятся на установке, включающей в себя наплавочный модуль и вспомогательное оборудование. Наплавочный модуль состоит из корпуса, магнитострикционного преобразователя ПМС-15, электромагнитной катушки и волновода, выполняющего роль сердечника с полюсным наконечником. К вспомогательному оборудованию следует отнести сварочный выпрямитель ВД-401, ультразвуковой генератор УЗГ-2,5 и поперечно-строгальный станок, на котором закрепляется наплавочный модуль. В качестве материалов, наплавляемых на рабочие поверхности деталей машин, применяются ферромагнитные порошки на железной основе (Fe-V, Fe-B, Fe-Ti, С-300 и др.).

Технология наплавки включает в себя следующие операции:

- нанесение на поверхность детали ферромагнитного порошка в составе пасты на органической основе;
- включение магнитного, ультразвукового и электрического полей;

- сообщение детали и наплавочному модулю относительных перемещений.

Известно, что физико-механические и эксплуатационные свойства покрытий определяются их структурой, химическим и фазовым составом, которые в свою очередь зависят от метода ЭМН и свойств наплавляемых материалов.

Поскольку систематизированные данные об особенностях формирования покрытий электромагнитной наплавкой в ультразвуковом поле в литературе отсутствуют, то исследование структуры и свойств наплавленных слоев представляет как теоретический, так и практический интерес.

Нами проведены исследования структур покрытий, полученных электромагнитной наплавкой в ультразвуковом поле порошка Fe-2%V, имеющего следующий химический состав: 0,5% углерода; 2% ванадия; 0,4% кремния; 0,4% марганца; остальное – железо. Исследование структуры проводили с помощью металлографического микроскопа МИМ-7. Наплавленный слой представляет собой конгломерат очень мелких дисперсных пластин, по фазовому составу являющихся пересыщенным твердым раствором ванадия в  $\alpha$ -железе. Вблизи границы с основой покрытие имеет дендритно-ячеистое строение, ориентированное в направлении действия ультразвука, что способствует повышению износостойкости металла. Микротвердость наплавленных покрытий составляет 8000 МПа.

Сравнивая покрытия, полученные ЭМН с ультразвуком и без ультразвука, можно сделать вывод о том, что покрытия, полученные ЭМН в ультразвуковом поле, имеют более высокую износостойкость по сравнению с покрытиями, полученными ЭМН. Обусловлено это тем, что ультразвук способствует повышению плотности и однородности покрытия; воздействует на формирование его структуры, делая ее более дисперсной. Поэтому повышается твердость покрытий и соответственно сопротивление механическому разрушению их поверхности, что и увеличивает износостойкость покрытий.

## **ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ**

*Акулович Л.М., Кожуро Л.М., Иванов И.А., Мрочек Ж.А.*

*ИП КТИ СМА, БАТУ, БГПА*

Проведенный системный анализ методов упрочнения и восстановления деталей машин, исследование и моделирование термомеханической обработки в электромагнитном поле, оптимизация параметров обработки, проектирование на основе положений технологической наследственности процессов обработки позволили разработать технологические основы термомеханичес-