

М.Н. ГОРОХОВА, С. Д. ПОЛИЩУК, А. Н. БАЧУРИН, Д.Н. БЫШОВ,
Ю.Н. АБРАМОВ, А.А. ГОРОХОВ

МОНОГРАФИЯ

**НАНЕСЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ НАПЛАВКОЙ**

УДК 621.91.01:621.757

ISBN 978-5-98660-115-1

РЕЦЕНЗЕНТ: профессор, д.т.н. ГНУ ВИЭСХ А.К. Лямцов

профессор, д.т.н. ФБГОУ ВПО РГАТУ Н. В. Бышов

В работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по влиянию основных технологических параметров электромагнитного способа обработки на физико-механические свойства покрытий, предложена технология магнитно-абразивной обработки, позволяющая повысить предел усталостной прочности восстановленных деталей.

ISBN 978-5-98660-115-1

© М. Н. ГОРОХОВА, А. Н. БАЧУРИН,
Д.Н. БЫШОВ, Ю.Н. АБРАМОВ, А.А. ГОРОХОВ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Рязанский государственный
агротехнологический университет
имени П.А.Костычева, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Анализ современных методов упрочнения и восстановления изделий наплавкой.....	6
1.1. Современные методы наплавки.....	9
1.2. Требования к методам упрочнения и восстановления.....	22
Электромагнитная наплавка.....	23
1.4. Оборудование для электромагнитной наплавки.....	35
1.5. Управление электромагнитной наплавкой с поверхностным пластическим деформированием.....	40
2. Математическое моделирование физических процессов при электромагнитной наплавке.....	45
2.1. Явления, происходящие в рабочей зоне устройств для электромагнитной наплавки.....	45
2.2. Роль магнитного поля при электромагнитной наплавке.....	46
2.2.1. Расчет магнитного поля в технологической зоне обработки	46
2.2.2. Определение сил взаимодействия частиц ферропорошка в технологической зоне обработки.....	50
2.2.3. Электрическая проводимость ферропорошка	53
2.3. Исследование изменения электрического тока в процессе наплавки...	56
2.4. Экспериментальная проверка полученных математических моделей...	63
3. Управление процессом возбуждения электрического разряда при электромагнитной наплавке.....	65
3.1. Получение математической модели управления распределением температуры при электромагнитной наплавке.....	65
3.2. Распределение температуры при электромагнитной наплавке	69
3.3. Экспериментальная проверка математической модели управления распределением температуры	73
4. Исследование напряженного состояния покрытия при	

поверхностном пластическом деформировании.....	75
4.1. Модели деформационных процессов наплавленных поверхностей....	75
4.2. Поля напряжений при пластическом деформировании наплавленных поверхностей.....	79
5. Теоретические исследования напряженности в системе покрытие- основа.....	81
5.1. Аналитический метод расчета остаточных напряжений.....	81
5.2. Исследование влияния напряжений на усталостную прочность упрочненных или восстановленных изделий.....	89
5.2.1. Рабочие напряжения, возникающие от переменного крутящегося момента и действующие по несимметричному циклу.....	99
5.2.2. Рабочие напряжения, возникающие от изгибающего момента и действующие по симметричному циклу.....	102
5.2.3. Рабочие одноосные напряжения, действующие по симметричному циклу.....	105
6. Многопараметрическая оптимизация электромагнитной наплавки.....	106
6.1. Моделирование технологических процессов.....	106
6.2. Получение статистических моделей наплавки.....	107
6.3. Влияние технологических факторов на параметры оптимизации	110
6.4. Оптимизация наплавки.....	113
7. Структура, фазовый состав и свойства покрытий, полученных электромагнитной наплавкой.....	118
7.1. Требования к материалам ферропорошков.....	118
7.2. Морфология и состав ферропорошков.....	121
7.3. Структура и фазовый состав покрытий.....	127
7.3.1. Структурообразование покрытий при нанесении жидкой фазы.....	127
7.3.2. Структурообразование покрытий при нанесении жидкой фазы и поверхностном пластическом деформировании.....	130
7.4. Микротвердость покрытий.....	133

8. Физико-механические свойства покрытий после механической обработки.....	138
8.1. Получение статистических моделей магнитно-абразивной обработки.....	139
8.2. Влияние технологических факторов магнитно-абразивной обработки на физико-механические свойства покрытий.....	142
8.3. Многопараметрическая оптимизация магнитно-абразивной обработки.....	148
9. Эксплуатационные свойства покрытий.....	149
9.1. Износостойкость покрытий	152
9.2. Усталостная прочность деталей с нанесенным покрытием.....	158
9.3. Пористость покрытий.....	162
10. Техничко-экономическая эффективность электромагнитной наплавки.....	164
10.1. Экономическая эффективность упрочнения и восстановления деталей наплавкой.....	166
10.2. Расчет технологической себестоимости наплавочных работ	167
10.3. Расчет годового дохода и эффективности капиталовложений	169
10.4. Расчет технико-экономической эффективности электромагнитной наплавки.....	169
Литература.....	172