

Приложение 1

Характеристики технологических методов обработки поверхностного слоя машин

Методы обработки и способы нанесения покрытий	Обрабатываемый материал	Шероховатость поверхности R_a , мкм	Толщина модифицированного слоя, мм	Твердость	Максимальные напряжения σ , МПа	Назначение обработки
1	2	3	4	5	6	7
Упрочнение поверхности методом пластического деформирования						
Обработка дробью (стальными шариками $d=1 \dots 5$ мм)	Чугуны, стали, сплавы	Ухудшается; обеспечивает $16 \dots 2,5$	0,2 ... 1,0	–	200 ... 750	Повышение сопротивления усталости
Ультразвуковое поверхностное пластическое деформирование (стальными шариками)	То же	Ухудшается; обеспечивает $1,25 \dots 0,30$	0,05 ... 0,3	–	200 ... 500	Повышение сопротивления усталости, износостойкости
Поверхностное обкатывание	«	обеспечивает $1,25 \dots 0,04$	0,1 ... 0,5	–	500 ... 700	То же
Сглаживание (алмазное)	«	обеспечивает $1,25 \dots 0,04$	0,01 ... 0,3	–	500 ... 700	«
Поверхностная термическая обработка						
Закалка с нагревом токами ВЧ	Стали	Не изменяется	0,2 ... 10,0	–	300 ... 800	Повышение сопротивления усталости, износостойкости

1	2	3	4	5	6	7
Нанесение покрытий						
Осаждение из растворов и расплавов	Чугуны, стали, сплавы, металлы	Обеспечивает 2,5 ... 0,08	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	–	–	Повышение сопротивления коррозии, износостойкости
Плакирование	Стали, сплавы, металлы	Ухудшается	$100 \dots 10^{-1}$	–	–	То же
Наплавление	Чугуны, стали, сплавы, металлы (ограниченно)	То же	$100 \dots 10^{-1}$	250 ... 650HV	100 ... 500	«
Горячее металлопокрытие погружением	То же	«	$10 \dots 10^{-1}$	–	–	«
Газопламенное напыление	Стали, сплавы, металлы, чугуны, керамика	«	$1 \dots 10^{-1}$	–	–	Повышение сопротивления коррозии, износостойкости, жаростойкости и сопротивления эрозии
Детонационное напыление	Чугуны, стали, сплавы, металлы, керамика	«	$1 \dots 10^{-1}$	–	–	«
Плазменное напыление	Стали, сплавы, металлы, чугуны, керамика, полимеры	«	$10 \dots 0,5$	–	–	«

1	2	3	4	5	6	7
Прямое электронно-лучевое испарение в вакууме	Сплавы, стали, металлы, керамика	Остается неизменной	$10^{-1} \dots 10^{-5}$	–	–	Повышение сопротивления коррозии, износостойкости, жаростойкости и сопротивления эрозии
Вакуумно-плазменное напыление	То же	Ухудшается	$10^{-1} \dots 10^{-3}$	–	–	То же
Магнетронное распыление	«	Остается неизменной	$10^{-1} \dots 10^{-5}$	–	–	«
Катодное распыление	«	То же	$10^{-2} \dots 10^{-5}$	–	–	«
Физико-химические способы: электрохимическое осаждение из растворов и расплавов						
Хромирование	Металлы, стали, сплавы, чугуны	Обеспечивает 2,5 ... 0,32	$1 \dots 10^{-2}$	500 ... 1200HV	200 ... 600	Повышение сопротивления коррозии, износостойкости
Никелирование	То же	Обеспечивает 2,5 ... 0,32	$10 \dots 10^{-2}$	550 ... 650HV	–	То же
Борирование	Стали, металлы, сплавы	Обеспечивает 4,0 ... 0,5	$1 \dots 10^{-1}$	До 2200HV	–	«
Оксидирование	Алюминий и его сплавы	Ухудшается	$10^{-1} \dots 10^{-2}$	–	–	«

1	2	3	4	5	6	7
Химико-термическая обработка: диффузионное насыщение поверхностного слоя						
Азотирование	Металлы, стали, чугуны, сплавы	Остается неизменной	$1 \dots 10^{-2}$	650 ... 1100 HV	400 ... 800	Повышение износостойкости, сопротивления коррозии, жаростойкости
Цементация	Малоуглеродистые стали, сплавы, металлы	То же	$1 \dots 10^{-2}$	HRC ₃ = 60 ... 70	400 ... 800	Повышение износостойкости
Цианирование	Стали	«	$1 \dots 10^{-2}$	HRC ₃ = 60 ... 75	400 ... 8000	То же
Борирование	Стали, металлы, сплавы	«	$0,35 \dots 10^{-3}$	225 ... 325 HV	–	Повышение износостойкости, сопротивления эрозии, коррозии, жаростойкости
Ионно-лучевая обработка						
Ионное легирование (имплантация)	Металлы, сплавы, керамика, стали	Сохраняется	$10^{-2} \dots 10^{-5}$	–	–	Повышение сопротивления коррозии, эрозии, усталости, жаростойкости, износостойкости
Лазерная обработка						
Термообработка	Металлы, сплавы, стали	Ухудшается	$1 \dots 10^{-2}$	–	–	То же

Приложение 2

Темы курсовых и выпускных квалификационных работ, выполняемых на кафедре материаловедение в машиностроении ТПУ и в лабораториях Института физики прочности и материаловедения

1. Новый метод упрочнения малоактивируемой стали ЭК-181 для ядерной энергетики.
2. Повышение усталостной прочности и износостойкости титанового сплава ВТ6, сталей ВНС-5 и 30ХГСН2А путем нанесения высокопрочных покрытий, ассистированных ионной имплантацией.
3. Исследование теплофизических условий формирования газотермического покрытия в пятне напыления.
4. Газопламенное напыление композиционных покрытий на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена.
5. Формирование покрытий микродуговым оксидированием.
6. Формирование износостойких покрытий на низкоуглеродистой стали методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки.
7. Влияние предварительной обработки подложки на структуру и свойства ЭЛ-наплавки на титановом сплаве.
8. Влияние параметров ультразвуковой поверхностной обработки на строение и морфологию модифицированного слоя.
9. Структура и трибологические свойства бористых покрытий в зависимости от способов их нанесения.
10. Оптимизация состава, структуры и свойств износостойких азотистых электронно-лучевых покрытий.
11. Модификация структуры и свойств газотермических покрытий под воздействием электронного пучка.
12. Термические условия формирования контакта на границе покрытие-основа при газотермическом напылении.
13. Влияние легирования бором аморфным на структуру и триботехнические свойства покрытий системы Ti-B-Fe.
14. Влияние поверхностной модификации методом электроискрового легирования на закономерности изнашивания титана ВТ1-0 в крупнозернистом и ультрамелкозернистом состоянии.

- 15.повышение износостойкости стали 30XГСН2А ионно-лучевой и ультразвуковой обработкой.
- 16.Исследование модифицированных поверхностных слоев технически чистого Ti.
- 17.Исследование процесса газоплазменного напыления полимерных покрытий на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена.
- 18.Адгезия газотермических покрытий на основе СВМПЭ Формирование многофункциональных покрытий на основе карбида хрома методом вневакуумной электронно-лучевой наплавки.
- 19.Исследование процесса фазообразования при электронно-лучевой наплавке порошков системы Ti-B-Fe.
- 20.Структура и свойства металлокерамических покрытий в системе $Al_2O_3-Cr_2N$, полученных по нитридноплазменной технологии.
- 21.Разработка структуры базы данных и алгоритма работы с ней при проектировании газотермических покрытий.
- 22.Исследование структуры и свойств сварных соединений из марганцовистых сталей после стационарного и импульсного режимов сварки.
- 23.Влияние ультразвуковой поверхностно упрочняющей обработки на характер формирования фрактальной структуры на поверхности высокопрочной стали в процессе усталости.
- 24.Разработка и исследование электронно-лучевых азотистых покрытий с аустенитно-мартенситной матрицей.

Темы курсовых и выпускных квалификационных работ, предлагаемых выпускникам кафедры материаловедение в машиностроении РОСТСЕЛЬМАШем (ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»)

1. Применение наиболее выгодного и производительного метода и оборудования для поверхностного упрочнения, взамен электроискрового, сплавами марки ВК-6, ВК-8 с обеспечением микротвердости не менее 700 HV 0.490H (50 гс).
2. Замена технологии наплавки сплавами ПГ-УС25-М и им подобными токами высокой частоты на более прогрессивные технологии с обеспечением заданной твердости.
3. Составы для хромирования поверхности гальванических цинковых покрытий «под хром».
4. Методики нормирования ЛКМ в условиях конвейерного нанесения лакокрасочных покрытий.
5. Основные схемы защитных покрытий, используемых производителями сельхозтехники в странах дальнего зарубежья.
6. Требования к качеству лакокрасочных покрытий.
7. Консервационные защитные покрытия сельхозтехники для защиты от коррозии при транспортировании морским путем.
8. Методы защиты от коррозии нахлесточных и сварных соединений.
9. Зависимость расхода ЛКМ при нанесении пневмораспылением с помощью пистолетов серии СО-71 от давления воздуха и ЛКМ. Подбор параметров для обеспечения производительности и качества.
10. Методики нормирования ЛКМ для основных методов нанесения:
11. зарубежный опыт и практика.
12. Методики проведения коррозионных испытаний систем лакокрасочных покрытий для защиты сельхозтехники: зарубежный опыт и практика.
13. Контроль качества лакокрасочных материалов: сравнение показателей ГОСТ, DIN, ASTM.

14. Ручная подготовка поверхности перед нанесением лакокрасочных покрытий - альтернатива Уайт-спириту.
Водоразбавимые очистители
15. Разработка методики нормирования ЛКМ при нанесении методом облива.
16. Растворы одновременного обезжиривания и фосфатирования перед окрашиванием.

Лабораторные работы

1. Исследование процесса формирования диффузионного поверхностного слоя (4ч).
Изучение процесса формирования поверхностного слоя материала при химико-термической обработке.
Моделирование процесса диффузии рабочего материала при различных технологических процессах.
2. Ионное азотирование в плазме тлеющего разряда (4ч).
Изучить технологию процесса ионного азотирования, получить образец с упрочненной поверхностью, исследовать характеристики упрочненного поверхностного слоя.
3. Технология напыления газотермических (плазменных) покрытий (4 ч).
Порошковые напыляемые материалы. Установка для плазменного напыления. Технология напыления, параметры процесса. Получение покрытия. Моделирование процесса напыления покрытия на поверхность вала.
4. Формирование газотермических покрытий в процессе напыления (4 ч).
Макро- и микроструктура газотермических покрытий. Влияние параметров процесса напыления на теплофизические условия формирования материала покрытия (исследование взаимодействия напыляемых частиц с подложкой).
5. Упрочнение поверхности методом ионной имплантации (4 ч).
Получение ионного пучка. Установка «Диана-2». Механизм упрочнения поверхностного слоя. Технология ионного легирования. Параметры процесса. Характеристики поверхностного слоя.
6. Изучение структуры упрочненной поверхности: модифицированного поверхностного слоя и композиции основной металл – покрытие (металлографический анализ) (4 ч).
Подготовка образцов для металлографического анализа структуры тонкого упрочненного поверхностного слоя и покрытия, знакомство с основными элементами структуры исследуемых образцов (без покрытий и с покрытиями).

7. Электронно-лучевая наплавка (4ч).

Изучение принципа работы установки для наплавки порошковых материалов. Познакомиться с основными узлами установки. Технологические параметры процесса наплавки. Характеристики поверхностного слоя.