

65 % TiC + 35 % Ni (табл. 2). Способствует повышению микротвердости матрицы и фосфор, имеющийся в плакирующей оболочке. Несмотря на то что не были зафиксированы фазы, содержащие никель и фосфор, установлена взаимосвязь между их содержанием в различных зонах покрытия (табл. 1).

Как видно из табл. 1, исходная фракция порошка и относительное содержание элементов в плакирующей оболочке и порошке не оказывают существенного влияния на состав фаз. Вместе с тем влияние их на микротвердость и структуру покрытий очевидно.

Таким образом, плазменное нанесение покрытий из плакированного карбида титана позволяет получить покрытия с ламеральной структурой и равномерным распределением легирующих элементов. Такие покрытия характеризуются относительно мягкой металлической матрицей с твердыми включениями в виде карбидов титана. В процессе нанесения покрытий происходит образование ряда новых фаз, оказывающих определенное влияние на физико-механические свойства покрытий. Существенное влияние на структуру и свойства покрытий оказывают содержание элементов в плакирующей оболочке и порошке и исходная фракция порошка карбида титана.

УДК 621.791.92

А.А. САКОВИЧ (БПИ)

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ

Важным показателем процесса трения и износа деталей машин является коэффициент трения, определяющий как процессы износа, так и КПД машины в целом.

Были проведены исследования влияния поверхностей высокотемпературной термомеханической обработки (ПВ ТМО) на коэффициент трения образцов, которые были предварительно наплавлены проволокой Нп-65 под слоем легированного флюса АН-348А.

Для исследования применялись образцы, имеющие химический состав: С — 0,55 %, Cr — 0,83, Mn — 1,6, Si — 1,4, S — 0,022, P — 0,055 %, размером 60 × 20 × 10 мм с толщиной наплавленного слоя 2 мм.

Экспериментальные исследования ПВ ТМО проводились по схеме и методике, приведенным в работе [1]. Для исследования коэффициента трения наплавленных и закаленных образцов, а также упрочненных ПВ ТМО использовалась машина трения типа МФТ-1. Для определения коэффициента трения из дисков вырезались образцы радиусом 30 мм, которые устанавливались в самоцентрирующуюся оправку. Твердость образцов, упрочненных закалкой, а также ПВ ТМО, составляла 55–58 HRC₃. В качестве контртела использовались чугунные диски марки СЧ21. Машина трения МФТ-1 настраивалась так же, как и для исследования износа образцов [1]. Перед настройкой осуществлялась тарировка системы измерения момента трения, для чего на вал сило-

измерителя устанавливалось тарировочное приспособление, предварительно отбалансированное с помощью противовеса. Тарировка производилась при помощи грузов, что соответствовало определенным моментам трения.

Момент трения измерялся при помощи индуктивных датчиков, встроенных в подвижный узел машины. Датчики подключались по дифференциальной схеме с повышающими трансформаторами. Снимаемое со вторых обмоток трансформатора напряжение выпрямлялось и регистрировалось на микроамперметре.

По моменту трения определялся коэффициент трения:

$$f = \frac{M}{Pr},$$

где M – момент трения; P – номинальная нагрузка; r – радиус образца.

Исследования проводились при скоростях скольжения от 0,5 до 4 м/с и контактном давлении 2,5 МПа. Результаты исследований представлены на рис. 1.

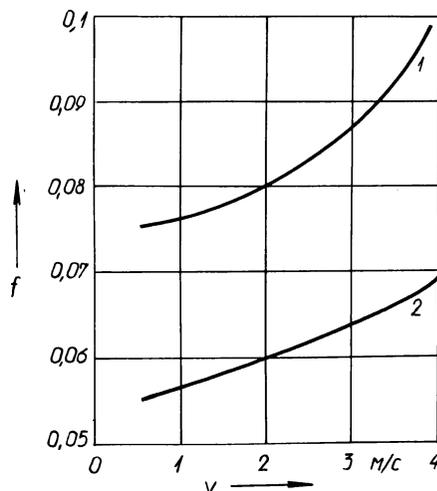


Рис. 1. Зависимость коэффициента трения от скорости скольжения:
1 – наплавка + закалка; 2 – наплавка + ПВ ТМО

При исследовании коэффициента трения применялось центральное композиционное планирование. Математическая модель уравнения с учетом эффекта взаимодействия независимых переменных представлена для наглядности в виде фрагментов поверхности отклика. Коэффициент трения для наплавленной и закаленной поверхности в зависимости от скорости скольжения при контактном давлении ($p = 2,5$ МПа) выражается следующей зависимостью:

$$f = 0,05 + 0,01v + 0,02v^2,$$

при упрочнении ПВ ТМО

$$f = 0,054 + 0,003v - 0,001v^2,$$

Из рис. 1 видно, что характер изменения коэффициента трения для испытываемых материалов аналогичен. С увеличением скорости скольжения имеет место увеличение коэффициента трения.

Причем интенсивность увеличения коэффициента трения с увеличением скорости скольжения в месте контакта больше у наплавленных и закаленных образцов, чем у образцов, упрочненных ПВ ТМО. Уменьшение коэффициента трения у образцов, упрочненных ПВ ТМО, связано с изменением структуры, увеличением количества и дисперсности карбидных образований, преимущественной ориентацией мартенситных кристаллов, повышением плотности дислокаций и их равномерным распределением в объеме наплавленного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С а к о в и ч А.А., Б а б у к В.В. Исследование влияния поверхностной высоко-температурной термомеханической обработки на износостойкость наплавленных поверхностей в зависимости от скорости скольжения // Машиностроение, — Мн., 1978. — Вып. 1. — С. 96—98.

УДК 621.983.073.048.7:621.373.826

Г.Я. БЕЛЯЕВ, канд.техн.наук,
Э.А. КОЛЧАНОВ, А.А. СОЛОДКИН (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОЙ УСТАНОВКИ

Одной из основных причин малого межремонтного периода работы электроцентробежных насосов является быстрый выход из строя рабочих колес и направляющих аппаратов откачных секций. Механизм изнашивания этих деталей определяется комплексом физико-химических воздействий нефтяной среды, в том числе составом и содержанием абразивной фазы.

Для увеличения ресурса работы рабочих колес и направляющих аппаратов использовался метод лазерного поверхностного упрочнения. При его реализации изменяется структура базового материала или создаются поверхностные слои нового химического состава.

В результате упрочнения образцов и опытных партий рабочих колес Э13-30 и направляющих аппаратов Э13-31 было установлено, что у некоторых деталей упрочненная поверхность имела параметры шероховатости, существенно превышающие допустимые техническими условиями, в то время как у большинства деталей они соответствовали требованиям. У ряда деталей имелись только отдельные участки упрочненной поверхности, не удовлетворяющие требованиям шероховатости. Причинами этого явления могут быть как нестабильность мощности лазерного непрерывного излучения, неоднородность химического состава материала деталей, так и условия взаимодействия лазерного излучения и поверхности детали.

В данной работе рассматривается зависимость параметров упрочненного слоя от нестабильности мощности рабочего излучения технологического лазера мод. ЛГН-702.

Пирометрия излучения осуществлялась по двум схемам с использова-