УДК 621.793

СТРУКТУРА И ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ГАЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ СТАЛИ 40Х13

М. А. БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ, А. Н. ГРИГОРЧИК, В. А. КУКАРЕКО
Государственное научное учреждение
«ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Метод газотермического напыления покрытий является одним из наиболее интенсивно развивающихся современных технологических способов восстановления изношенных деталей. Вместе с тем, до настоящего времени практически отсутствуют исследования триботехнических характеристик напыленных по различным технологиям слоев. В связи с этим, целью данной работы являлось изучение влияния структуры полученных различными способами проволочных газотермических покрытий на их триботехнические свойства.

Газотермические покрытия были получены при помощи термораспылителей "ТЕРКО" и "АДМ-10", изготовленных в ОИМ НАН Беларуси с использованием методов газопламенного напыления покрытий (ГПН покрытие) и напыления методом активированной электродуговой металлизации (АДМ покрытие). Напыляемый материал покрытий – промышленная сталь 40Х13 (проволока ∅2,0 мм). Материал подложки – сталь Ст3. Скорость полета напыляемых частиц составляла: 100÷130 м/с (ГПН покрытие) и 400÷500 м/с (АДМ покрытие). Толщина покрытий – 0,6–0,8 мм.

Металлографические исследования проводились на оптическом микроскопе «Альтами МЕТ 1МТ». Рентгеноструктурный анализ (дифрактометр ДРОН-3.0, монохроматизированное CoK_{α} излучение, V=30 кВ, I =10 mA) использовался для исследования фазового состава слоев. Триботехнические испытания образцов покрытий проводились на трибометре АТВП, оснащенном специально разработанным устройством для определения коэффициента трения. Испытания осуществлялись по схеме возвратно-поступательного движения контактирующих тел при средней скорости взаимного перемещения ≅0,1 м/сек в условиях сухого трения. Удельная нагрузка испытаний составляла 1,5 МПа. В качестве контртела использовалась пластина, изготовленная из закаленной стали 60Г (HV=7800–8000 МПа). Испытываемые образцы имели форму прямоугольной призмы с размерами 5×6×8 мм. Твердость по Виккерсу измерялась при нагрузке 300 Н. Содержание оксидов в покрытии определялось металлографически с использованием метода секущих.

Твердость напыленных АДМ и ГПН покрытий из проволочной стали 40Х13 составляла 3500 и 2500 МПа соответственно. Фазовый состав покрытий включал: α-фазу (мартенсит), γ-фазу (аустенит), оксиды Fe_3O_4 и

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета

0γ-Fe_2O_3 (в следах) и оксид FeO. В напыленных АДМ слоях отмечается относительно высокая концентрация оксидов, достигающая уровня значений 20–25 об. %. Содержание оксидов в ГПН покрытиях не превышает 5–7 об. %. Отличительной особенностью напыленных слоев из стали 40Х13 является присутствие в них значительных количеств остаточного аустенита. При этом в ГПН покрытии содержание остаточного аустенита составляет ≈40 об.% и существенно превышает содержание γ-фазы в АДМ слое (≈15 об. %). Повышенное содержание в покрытиях из стали 40Х13 метастабильного остаточного аустенита связано с его термической стабилизацией при напылении, а также с изменением химического состава.

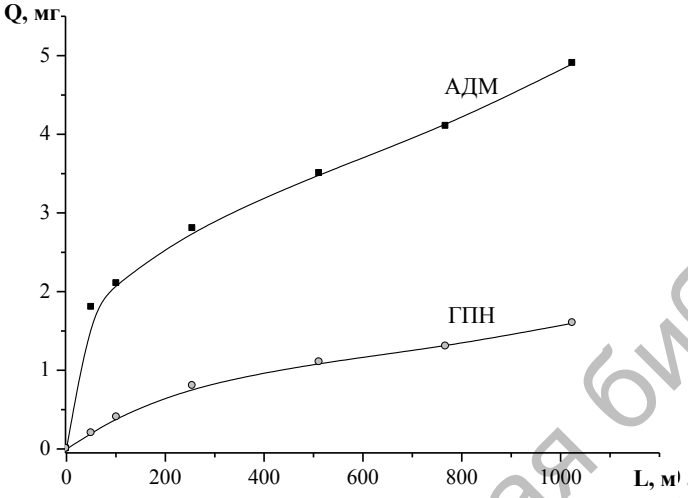

Рис. 1. Зависимости массового износа газотермических покрытий от пути трения (трение без смазочного материала, p=1,5 МПа)

Результаты триботехнических испытаний покрытий из проволочной стали 40Х13 представлены на рисунке и в таблице. Можно видеть, что ГПН покрытия из проволочной стали 40Х13, несмотря на их пониженную твердость, отличаются существенно более высокой износостойкостью по сравнению с АДМ покрытиями. Данные рентгенофазового анализа свидетельствуют о распаде метастабильного остаточного аустенита в поверхностных слоях покрытий при трении. При этом микротвердость поверхностных слоев ГПН покрытия возрастает до 6500–7000 МПа, а АДМ покрытия – до 5500 МПа. Сделано заключение, что повышенная износостойкость газопламенных покрытий из стали 40Х13 обусловлена деформационным γ→α превращением метастабильного аустенита в поверхностных слоях покрытий при трении (табл. 1). При этом с повышением содержания метастабильного аустенита в покрытии возрастает его износостойкость.

Табл. 1. Твердость и триботехнические характеристики напыленных по различным технологиям газотермических покрытий из стали 40Х13

Режим нанесения покрытия	Твердость HV, МПа	Интенсивность изнашивания, мг/м	Коэффициент трения	Удельная работа изнашивания, МДж/см^3
АДМ	3500	$4{,}5\cdot10^{-3}$	0,9-1,0	50
ГПН	2500	$1{,}6\cdot10^{-3}$	0,9-1,0	230

Электронная библиотека Белорусско-Российского университета