

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ СТАЛИ 45 МЕТОДОМ ВЫСОКОДОЗОВОЙ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

Легостаева Е.В., Гриценко Б.П., Шаркеев Ю.П.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск

Трибологические свойства материалов контролируются развитием пластической деформации и разрушением приповерхностных слоев, которые, в свою очередь, ответственны за их износостойкость, коррозионную стойкость и другие эксплуатационные характеристики изделий. Повышение требований к свойствам приповерхностных слоев стимулировало развитие различных методов модификации микроструктуры указанных слоев. К таким методам, в частности, относится метод ионной имплантации. Имеющийся к настоящему времени экспериментальный материал свидетельствует об эффективном использовании ионной имплантации для повышения износо- и коррозионной стойкости обрабатываемого инструмента и изделий различного назначения. Известно [1], что ионная обработка рабочих поверхностей режущего инструмента (резцы, сверла, фрезы и т.д.), штампов, матриц, фильер, а также ряда деталей, работающих в условиях трения и износа (подшипники, валшестерни, коленчатые и распределительные валы и т.п.) позволяет повысить срок службы этих изделий в 2-5, а некоторых случаях и в десятки раз. Однако для оптимизации технологических режимов ионной имплантации указанных выше изделий, а также разработки новых технологий ионной обработки для более широкой номенклатуры изделий необходимо прежде всего анализировать условия работы изделий и причины их выхода из строя. Поэтому исследование механизмов повышения износостойкости различных деталей и механизмов остается актуальной задачей и на сегодняшний день.

В работе представлены результаты сравнительного экспериментального исследования трения и износа стали 45 в исходном отожженном состоянии и после имплантации ионами Мо. Ионная обработка проводилась на вакуумно-дуговом ионном источнике «Диана-2», разработанном в РИТЦ при ИФПМ. Имплантировались ионы молибдена при ускоряющем напряжении 60 кВ. Расчетная доза ионного облучения составила 10^{17} ион-см⁻². Такая обработка позволила увеличить износостойкость стали в 15-20 раз.

Установлено, что увеличение износостойкости связано с формированием в ионно-легированном поверхностном слое и подслое мишени

электронной микроскопии показано, что в процессе трения и износа в неимплантированных образцах формируется градиентная микроструктура, обеспечивающая повышение износостойкости на стадии установившегося изнашивания. В результате ионной имплантации формируется аналогичная градиентная микроструктура.

С помощью растровой электронной микроскопии выявлено, что в процессе трения на стадии приработки в имплантированных и неимплантированных образцах формируются частицы нормального изнашивания, сферические и ламинарные частицы износа. В случае неимплантированных образцов также наблюдаются конгломераты ламинарных частиц. На стадии установившегося изнашивания имеет место появление единичных частиц износа вытянутой формы для образцов обоих типов. Данные частицы можно идентифицировать как частицы жесткого скольжения для неимплантированных образцов и усталостно-блочные частицы для имплантированных образцов. Размеры частиц коррелируют с размерами бороздок трения, размерами фрагментов микроструктуры и характеристиками пластической деформации на мезомасштабном уровне в приповерхностном слое при трении и износе. С помощью оптико-телевизионного комплекса высокого разрешения "TOMSK" показано, что увеличение износостойкости имплантированных образцов по сравнению с неимплантированными образцами связано с различным характером развития пластической деформации на мезомасштабном уровне во временном масштабе. Более раннее включение вихревого характера движения элементов мезоструктуры приводит к более интенсивному развитию деформации и износу неимплантированных образцов.

Обсуждаются механизмы повышения износостойкости с использованием концепции развития деформации на различных масштабных уровнях. На основании проведенных исследований даются рекомендации по повышению износостойкости стали 45 методом ионной имплантации.

Список литературы

1. Разработка физических основ и компьютерное конструирование технологий ионной имплантации металлов/Колобов Ю.Р., Шаркев Ю.П., Абдрашитов В.Г., Кашин О.А.//Физическая мезомеханика и компьютерное конструирование материалов. Под. ред. акад. В.Е.Панина. – Новосибирск: Наука, 1995. Т. 2. –С. 214-239.