

Борисова Е.А., Зелинский В.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: apmitr@yandex.ru*

Влияние магнитной обработки на износ инструментальных сталей

Обработка металлов резанием активно используется в машиностроении, позволяя создавать обширную номенклатуру изготавливаемых деталей. Благодаря широкому применению станочного оборудования с числовым программным управлением, осуществляющего резание со сложной траекторией движения инструмента, оказались особенно востребованы фрезерные инструменты. Анализ причин отказов фрез, изготовленных из легированных и быстрорежущих сталей (червячных, концевых, дисковых) показал, что основную долю причин отказов (в среднем до 80%) составляет изнашивание контактных площадок инструмента [1]. Следовательно, увеличивать срок службы такого фрезерного инструмента необходимо путем повышения их износостойкости.

В настоящее время для повышения износостойкости режущих инструментов широко используют упрочняющие технологии, направленные, в основном, на увеличение твердости материала инструмента. Однако, во многих случаях резервом повышения износостойкости является создание на контактных площадках в пределах поверхностных слоев кристаллической решетки особого энергетического состояния, инициирующего снижение износа. Такое состояние можно достичь обработкой магнитным полем относительно невысокой напряженности до 500 кА/м [2, 3]. Среди достоинств данного метода, таких как незначительная стоимость и высокая производительность устройств, относительная простота технологии, сохранение геометрии обработанных деталей, особое место занимает возможность его применения для готового «рыночного» инструмента, когда реализация других методов уже невозможна. Однако из-за многофакторности метод слабо изучен. Ранее выполненные исследования [2, 3], в основном, были направлены на поиск изменений только в материале инструмента и исключительно от обработки магнитным полем. В ряде случаев результаты либо не воспроизводились, либо были противоречивы, что свидетельствует о недостаточном изучении механизма и закономерностей влияния на износостойкость, что препятствует правильному управлению получаемым эффектом.

Проведенный анализ опыта эксплуатации и экспериментальных исследований [4, 5] по изнашиванию большой номенклатуры инструментов фрезерной группы с учетом скорости резания и места расположения очага деформации на инструменте, позволил установить доминирующие виды изнашивания - адгезионный и абразивный. Следует отметить, что природа возникновения обоих видов изнашивания имеет адгезионный характер и может обуславливать до 85% от общего износа [6].

Адгезионные процессы при трении обобщают понятием «схватывание», которое, прежде всего, связывают с видом химической связи. В результате изучения трения и изнашивания различных металлов [7] установлено, что условием интенсивного схватывания и, следовательно, интенсивного износа при трении является обмен электронами атомов металлов трущейся пары с образованием энергетически стабильных электронных конфигураций. Причем величина износа определяется не только интенсивностью электронного обмена, но и прочностью адгезионных связей, обусловленной энергетической устойчивостью образующихся в результате этого обмена электронных конфигураций.

Микростроение материала, в частности на рабочей части инструмента представляет собой сложную многоуровневую структуру, в которой можно выделить микроуровень, дислокационный и атомно-электронный уровни. Воздействие трением проявляется на всех структурных уровнях. В частности на атомно-электронном уровне взаимодействуют составляющие сопряженных кристаллических решеток, формируются условия для образования тех или иных химических связей [8].

Результаты многих исследований свидетельствуют о тесной связи параметров атомно-электронной структуры с рядом характеристик трибосистем. Так установлено, что металлы с гексагональной решеткой имеют пониженную адгезию и более высокую износостойкость. При скольжении металлов с кубической решеткой сила трения больше для металла с меньшим параметром решетки, для металлов с кубической решеткой плотноупакованные атомами плоскости решетки создают меньшие коэффициенты трения и адгезии. Кроме того, увеличение прочности межатомных связей в кристаллической решетке определенного металла снижает скорость его изнашивания [7]. В целом, можно считать установленным, что для инструментальных и конструкционных сталей, имеющих кубическую кристаллическую решетку, характеристики трения, изнашивания и адгезии зависят от сил связи между атомами. Таким образом, экспериментальными исследованиями подтверждается значительное влияние взаимодействия электронных оболочек переходных металлов на формирование определенного вида связи между атомами в решетке.

Снижение величины износа у намагниченных образцов может объясняться формированием некоторой совокупности трибологически благоприятных параметров и свойств, обеспечивающих функционирование трибоконтакта как открытой термодинамической системы. Причем оптимальные для трибоконтакта параметры и свойства формируются исключительно благодаря совместному влиянию фрикционного воздействия на дислокационном структурном уровне за счет механизмов самоорганизации трения в условиях пластического взаимодействия поверхностей, а также влиянию внешнего магнитного воздействия на атомно-электронном уровне на основе квантовых закономерностей для наноструктур.

Литература

1. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: – М.: Машиностроение. - 2011. – 368 с.
2. Кантович Л.И., Малыгин Б.В., Первов К.М. Повышение ресурса инструмента и деталей горных машин методом магнитной обработки / Горное оборудование и электромеханика, № 1. – 2007. – С. 13-16.
3. Воробьев Р.А. Влияние обработки импульсным магнитным полем на твердость сталей в упрочненном состоянии / Р.А. Воробьев, В.А. Скуднов, В.Н. Дубинский // Технология металлов. – 2011. - №2. – С. 28-33.
4. Лоладзе Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента.- М.: Машиностроение. - 1982. - 320 с.
5. Ящерицын П.И. Теория резания: учеб./ П.И. Ящерицын, Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – 2-е изд. исп. и доп. – Мн.: Новое издание. - 2006. - 512 с.
6. Зелинский В.В. Борисова Е.А. Установление преобладающих видов и причин изнашивания режущих инструментов // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, № 2(12). - 2012. - С. 55-60.
7. Машков Ю.К. Трибофизика металлов и полимеров: монография / Ю.К. Машков. – Омск: Изд-во ОмГТУ. - 2013. – 240 с.
8. Зелинский В.В., Степанов Ю.С., Борисова Е.А. Влияние обработки магнитным полем на износ инструментальных сталей // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии, № 2 (322). - 2017. - С. 73-81.