

Зелинский В.В., Борисова Е.А.

*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: center@mivlgu.ru*

Оценка структурной неоднородности легированных сталей

На современном этапе борьбы с износом исполнительных органов машин перспективно применение бесконтактных физических методов воздействия на материалы исполнительных органов. Одним из таких методов является обработка относительно слабым магнитным полем. Однако природа влияния намагничивания на снижение износа до сих пор не изучена и управление этим влиянием не представляется возможным. Поэтому установление механизма и возможностей кратного снижения износа магнитной обработкой на примере трибосистем, содержащих элементы из легированной стали представляет собой важную задачу.

Трибосистемы «легированная сталь – углеродистая сталь» образуют исполнительные органы металлорежущих станков (режущий инструмент) в контакте с обрабатываемым материалом, исполнительные органы в виде роликовых захватов, направляющих роликов в зонах скользящего контакта с рельсом обширной гаммы железнодорожных путевых машин, системы формообразующий ролик – деформируемый материал в оборудовании для холодного проката, в разнообразных профилирующих машинах и др. Общим для всех перечисленных трибосистем является скольжение поверхностей в условиях пластического деформирования, сопровождающееся повышенным изнашиванием при схватывании (ГОСТ 27674-88). Такой вид изнашивания происходит в результате схватывания на микроучастках сопряженных поверхностей с последующим вырывом или срезом материала, переносом его с одной поверхности на другую. В настоящее время мероприятия по повышению износостойкости таких трибосистем традиционно сводятся к увеличению твердости индентора. Однако, в ряде случаев, например, для металлообрабатывающих станков нецелесообразно повышать твердость уже готового «рыночного» инструмента. Для железнодорожных путевых машин значительное повышение твердости исполнительных органов нецелесообразно из-за неизбежного износа рельсов, любые виды которого не допускаются правилами эксплуатации и ремонта путей. Поэтому резервом повышения износостойкости инденторов в трибосистемах с процессами схватывания является создание на их контактных площадках в пределах нескольких наружных атомных слоев кристаллической решетки особого энергетического состояния, инициирующего снижение износа. Отмеченный эффект может быть достигнут обработкой магнитным полем (ОМП) относительно невысокой напряженности (до 500 кА/м). Намагничивание в относительно слабом поле имеет ряд преимуществ, таких как простота конструкции; незначительная стоимость и высокая производительность устройств, относительная простота технологии, а также сохранение геометрии обработанных деталей.

Из гипотезы о противиадгезионной природе эффекта обработки магнитным полем, предложенной ранее авторами [1, 2] следует, что локальное схватывание кристаллических решеток материалов трибосистемы определяется уровнем энергии связи между атомами в решетках.

В свою очередь на энергию связи между атомами сильно влияет уровень дефектности решетки. К ее дефектам относятся наличие вакансий, искажений от примесей, включений легирующих элементов и др. [3, 4].

У намагниченных ферромагнетиков, к которым относятся легированные стали, границы доменов совпадают с внешней границей кристаллической решетки. После ОМП энергия магнитострикции за счет упорядочения уменьшает количество вакансий и искажений в решетке. Благодаря этому повышается энергия связи между атомами в доменных стенках. Очевидно, что наличие дефектов влияет на структурную неоднородность легированных сталей и, следовательно, энергию взаимосвязи атомов.

Влияние ОМП на структурную неоднородность оценивали измерением микротвердости до и после проведения ОМП с использованием микротвердомера ПМТ-3М. Обработку магнитным

полем проводили на специальной установке. Исследование производили на образцах незакаленных легированных сталей ХВГ, 40Х в виде прямоугольных призм, которые являлись также образцами-инденторами в последующих триботехнических испытаниях. Результаты измерений представлены приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Микротвердость образцов до и после ОМП

Марка стали	Среднее значение микротвердости в образцах до/после ОМП	% увеличения микротвердости за счет ОМП	Разброс значений микротвердости в пределах одного образца до/после ОМП	% разброса к среднему значению	Кратность снижения разброса за счет ОМП
ХВГ	268,48/283,2	5,5	248/137	92/48,9	1,81
40Х	275,24/287,1	4,3	262/147	95,18/51,2	1,78

Обнаруженное повышение микротвердости на 5,5% для стали ХВГ и 4,3% для стали 40Х не может заметно повысить механическую прочность трибоповерхности и тем самым повлиять на ее износостойкость. Этот факт отмечен многими исследователями [5, 6].

Наиболее важный результат сравнительной оценки состоит в установлении факта, что поле разброса значений микротвердости в результате проведения ОМП значительно уменьшилось – для стали ХВГ и 40Х соответственно в 1,81 и 1,78 раза.

Таким образом, можно считать установленным, что проведение ОМП оказывает существенное влияние не на механическую прочность легированной стали, как индентора в триботехнической системе, а на ее адгезионные свойства, предрасположенность к схватыванию при трении, способность удерживать атомы легирующих элементов от химического взаимодействия с сопряженной решеткой контртела.

Литература

1. Зелинский В.В., Борисова Е.А. Опытная оценка влияния магнитной обработки на износостойкость инструментальных сталей // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, - 2013. - № 3, - С.55-60.
2. 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.
3. Гуляев А.П. Металловедение. Учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Металлургия, 1986. - 544 с.
4. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. – М.: Металлургия. 1983.- 359 с.
5. Колеров О.К., Трухов А.П., Логвинов А.Н., Мокеев А.В. К магнито-импульсной обработке быстрорежущих сталей / Вестник СГАУ, 2004, № 1(5), с. 85-88.
6. Гаркунов Д.Н., Суранов Г.И., Коптяева Г.Б. О природе повышения износостойкости деталей и инструмента магнитной обработкой. - Трение и износ, 1982, т. 3, № 2, с. 327-330.