

ТАГАНРОГСКИЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ А.П. ЧЕХОВА (ФИЛИАЛ)
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОСТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (РИНХ)»



К 65-летию Таганрогского института имени А.П. Чехова

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ

Материалы
IV-й Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием

29 – 30 октября 2019 г.
Таганрог, Россия

**Ростов-на-Дону
2020**

Рецензенты:

кафедра информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ)
(зав. кафедрой доктор техн. наук, профессор Ромм Я.Е.);
кафедра математики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ)
(зав. кафедрой канд. физ.-мат. наук, доцент Сидорякина В.В.);
кафедра физической культуры Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ
(РИНХ) (зав. кафедрой канд. пед. наук, доцент Кибенко Е.И.);
кафедра теоретической, общей физики и технологии Таганрогского института имени
А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ) (зав. кафедрой канд. тех. наук, доцент Кихтенко С.Н.).

И74 Информационные и инновационные технологии в науке и образовании: материалы IV-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Таганрог, 29–30 октября 2019 г. / отв. ред. С.С. Белоконова, Е.С. Арапина-Арапова. – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2020. – 681 .
– Режим доступа: <https://sites.google.com/view/tgpi-ffmi-iiito/o-конференции/сборник-материалов-конференции>

В книге публикуются научные статьи и материалы, представленные на IV-ю Всероссийскую научно-практическую конференцию «Информационные и инновационные технологии в науке и образовании (с международным участием)» её участниками: руководителями учреждений образования, преподавателями вузов и колледжей, учителями школ, педагогами дошкольных учреждений, учреждений дополнительного образования, магистрантами, студентами.

Редакционная коллегия:

С.С. Белоконова –	заместитель декана факультета физики, математики, информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ), доцент кафедры информатики, канд. техн. наук, доцент;
Е.С. Арапина-Арапова –	кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ);
В.В. Сидорякина –	заведующая кафедрой математики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ), канд. физ.-мат. наук, доцент;
Е.И. Кибенко –	заведующая кафедрой физической культуры Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) РГЭУ (РИНХ), канд. пед. наук, доцент.

РАЗДЕЛ 9. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.В. Дудан, А.А. Гуца
A.V. Dudan, A.A. Hushcha

Полоцкий государственный университет, Новополоцк, Республика Беларусь
Polotsk State University, Novopolotsk, Belarus

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ТЕРМООБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ ТРЕНИЯ НА ЕЁ ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗНАШИВАНИЯ INFLUENCE OF THE FRICTION SURFACE HEAT TREATMENT MODE ON ITS WEAR RATE

Аннотация

В статье представлены исследования влияния величины износа поверхности трения в среде смазочного материала с наноразмерными алмазосодержащими добавками в зависимости от ее режима термообработки.

Abstract

The article presents studies of the effect of the wear of the friction surface in a lubricant medium with nanosized diamond-containing additives, depending on its heat treatment mode.

Ключевые слова

Термообработка, износ, пара трения, алмазосодержащие добавки.

Key words

Heat treatment, wear, friction pair, diamond-containing additives.

Введение. На сегодняшний день для изменения свойств материала и, как следствие, изменения характера трения применяют различные виды термообработки. Наиболее распространенными являются закалка, отпуск и отжиг [1].

Отжиг относится к операциям предварительной обработки. Такой термической обработке подвергаются заготовки (поковки, отливки, сварные заготовки) с целью снижения твердости и улучшения обрабатываемости на металлорежущих станках [2]. Закалка и отпуск относятся к операциям окончательной термической обработки, применяемой для готовых деталей или инструментов. Целью закалки является получение высокой твердости, прочности и износостойкости. Отпуск служит вспомогательной операцией после закалки с целью уменьшения хрупкости закаленной стали или получения требуемого комплекса свойств (высокой упругости, высокой вязкости в сочетании с достаточно высокой прочностью и др.) [3].

Сложность решения проблемы обеспечения заданной долговечности трибосопряжения заключается в необходимости учета взаимозависимых параметров комплекса «технология – трибоузел – эксплуатация». Высокие показатели износостойкости поверхностей трения обеспечиваются за счёт применения современных смазочных материалов, однако во многих случаях этого недостаточно.

Для улучшения эксплуатационных свойств поверхности трения необходимо дальнейшее повышение износостойкости сопряжённых поверхностей. Одним из перспективных направлений является трибомодифицирование наноразмерными алмазосодержащими добавками [4].

Цель работы: определение степени износа поверхности трения в зависимости от применяемого вида термообработки материала в среде смазки, модифицированной добавками наноразмерных алмазных частиц.

Методы исследований. Для выявления зависимости степени износа от вида термообработки материала были испытаны образцы, находившиеся в закалённом, отпущенном и отожжённом состоянии. Все образцы изготовлены из стали ШХ-15 и представляют собой стержень размером Ø 3 x 15 мм. В качестве контртела был выбран диск Ø 70 x 6 мм из закаленной стали ШХ – 15.

Испытания на износ проводились на универсальной машине трения MODEL: MMW – 1А вертикального типа с компьютерным управлением. Машина поддерживает силу нагрузки в течении эксперимента постоянной с отклонением ± 2 Н. Относительная погрешность измерения силы трения не превышала $\pm 2\%$ при жидкостном режиме смазывания.

Перед проведением исследования для повышения точности эксперимента производилась подготовка поверхности образцов. Для уменьшения шероховатости производилась притирка с использованием наждачной бумаги зернистостью Р600.

Все образцы испытывались при одинаковом режиме трения, со следующими параметрами: – сила нагружения: 212 Н; – удельная нагрузка: 10 МПа; – скорость скольжения: 0,2 м/с; – расстояние, пройденное образцами: 3000 м; – масло с содержанием наноалмазов концентрацией 0,36%.

В процессе испытаний фиксировались значения величин силы трения с частотой один раз в 1с в режиме реального времени с возможностью сохранения в файл. Полученные данные аккумулировались в графическом и текстовом виде и после аппроксимации подвергались анализу.

Для оценки величины износа использовался метод отпечатков. Отпечатки наносились на образцы на микротвердометре BUEHLER Model No 1105D, они имеют пирамидальную форму, оставляемую индентором для определения твёрдости по Викерсу с противолежащим углом 136° . В сечении отпечатки представляют собой ромб, диагонали которого измерялись до проведения эксперимента и после. После этого разность размеров пересчитывается в величину абсолютного износа. Размер отпечатков определялся после каждой 1000 м.

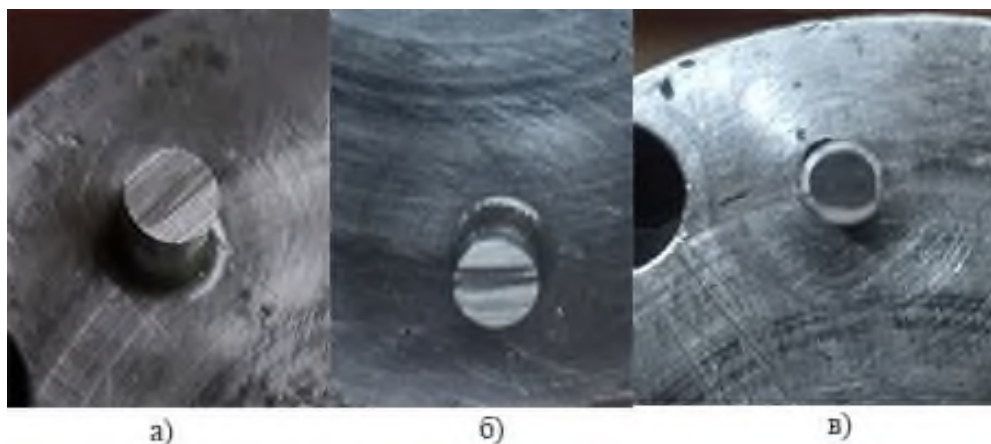


Рисунок 1 – Тёмные полосы на образцах: а) закалка, б) отпуск, в) отжиг

Результаты и обсуждение. После прохождения 3000 м на образцах наблюдались темные полосы. Это, вероятно, вызвано ухудшением подтекания масла в зону трибоконтакта и нарушением условий смазывания пары трения за счет вязкости смазочного материала, вследствие чего в центре контакта происходило сухое трение. Причём, у закаленных образцов тёмные полосы были узкими (рис.1), в то время как на отожжённых ширина полос доходила до половины диаметра стержня, т. е. наблюдается обратная зависимость между твердостью образцов и шириной тёмных полос.

Данные полученные в результате исследований представлены на рисунке 2.

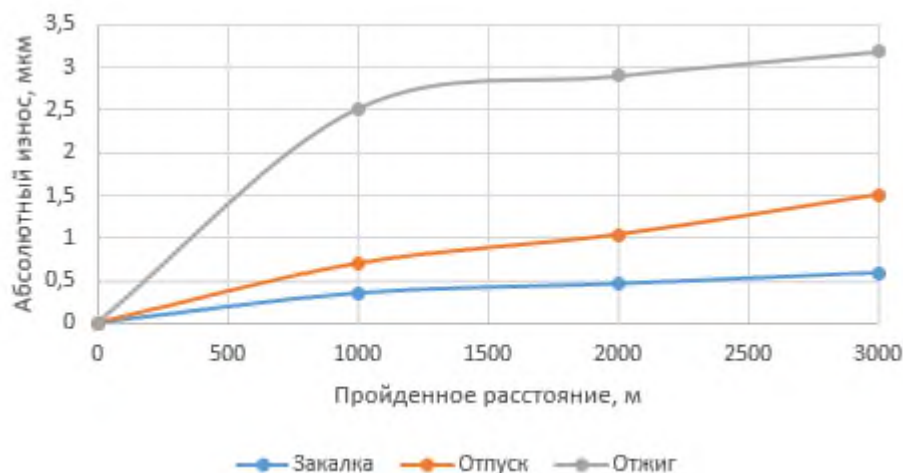


Рисунок 2 – График зависимости износа поверхности трения от режима ее термообработки

Из представленных данных можно видеть, что в случае испытаний отожженной стали в среде смазки, модифицированной наноразмерными добавками, регистрируется ускоренная приработка трибосопряжения. Это обусловлено присутствием в смазочном материале наноразмерных алмазно-графитовых частиц, обеспечивающих формирование в поверхностном слое элемента пары трения ультрадисперсной субзерненной структуры, обладающей повышенной стойкостью к зарождению и распространению трещин при фрикционном взаимодействии.

В случае триботехнических испытаний образцов отпущенной стали ШХ 15 с твердостью $HRC\ 50$ величина абсолютного износа стали снижается по сравнению с испытаниями образцов отожженной стали. На начальных стадиях испытаний регистрируется интенсификация процесса приработки трибосопряжения, и, связанный с этим относительно пониженный износ отпущенного образца. Интенсивность изнашивания образцов

отпущенной стали, определенная на стадиях установившегося износа, примерно в 2 раза ниже, чем интенсивность изнашивания отожженной стали.

Сопоставляя данные по интенсивности изнашивания закаленной стали ШХ 15 с аналогичными данными для стали в отпущенном состоянии можно отметить, что присутствие в смазочном материале наноразмерных добавок приводит к интенсификации процесса приработки трибосопряжений, увеличению микротвердости поверхностных слоев стали и снижению интенсивности изнашивания в случае твердости стали $HV \leq 5000$ МПа. Для закаленной стали ШХ 15 ($HV = 7900$ МПа) вследствие ее низкой трещиностойкости характерно снижение износостойкости при трении в среде смазки, модифицированной добавками наноразмерных алмазных частиц.

Заключение. Испытание образцов при трении в среде смазки, модифицированной добавками наноразмерных алмазных частиц с различными режимами термообработки, показало, что твердые образцы меньше подвержены износу, о чем свидетельствует кривая износа закаленной стали в сравнении с отожженной и отпущенной. Вид термообработки также влияет на характер трения: чем более пластичный материал, тем хуже подтекание смазочного материала в зону контакта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глухова, А. Термическая обработка стали / А. Глухова // Станки для обработки металла и дерева. Технологии. Инструмент и расходные материалы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/termicheskaya-obrabotka-stali.html>. – Дата доступа: 25.09.2019.
2. Леонтьев, Л.Б. Системный анализ технологии формирования износостойких покрытий на поверхностях трения деталей / Л.Б. Леонтьев, А.Л. Леонтьев, В.Н. Макаров // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12 (часть 4). – С. 729–734.
3. Новиков, И. И. Теория термической обработки металлов: учебник / И. И. Новиков. – 3-е изд. – М.: Металлургия, 1978. – 392 с.
4. Pešić, R. Methods of Tribological Improves and Testing of Piston Engines, Compressors and Pumps / R. Pešić, A. Davinić, S. Veinović // Tribology in industry. – 2005. – Vol. 27, № 1&2. – P. 38–47.

О.В. Дьяченко., С.М. Криуша., М.А. Кардаполова
O.V. Dyachenko., S.M Kriusha., M.A Kardapolova

Белорусский национальный технический университет (БНТУ), г. Минск, Беларусь
Belarusian National Technical University (BNTU), Minsk, Belarus

ЛАЗЕРНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ **LASER MODIFICATION OF COATINGS FROM STAINLESS STEELS**

Аннотация

В статье дана сравнительная характеристика поверхностных слоев стали 3 без и после напыления покрытия из нержавеющей стали под последующее лазерное легирование аморфным бором и карбидом бора.

Abstract

The article gives a comparative description of the surface layers of steel 3 without and after sputtering a stainless steel coating for subsequent laser doping with amorphous boron and boron carbide.

Ключевые слова

Лазер, лазерное модифицирование, микротвердость

Key words

Laser, laser modification, microhardness

В настоящее время наиболее актуальной проблемой является повышение надежности режущего инструмента. Для этого необходимо создать на его поверхности слои с заранее заданными и прогнозируемыми свойствами.

С этой задачей может справиться лазерное модифицирование поверхностных слоев материалов, о чем свидетельствует большое количество научных трудов в этой области.

Методом лазерного модифицирования возможно обрабатывать материалы с различными теплофизическими свойствами, вводя различные легирующие элементы, для упрочнения и восстановления деталей и получения покрытий, которые невозможно или экономически нецелесообразно получать другими способами.

Данный метод позволяет расширить область применения недорогих углеродистых сталей для изготовления деталей и конструкций, работающих в тяжелых условиях износа, сопровождающихся нагревом, или в агрессивной среде [1].

Наиболее приемлемо лазерное модифицирование из шликерных обмазок, так как другие способы предварительного нанесения вещества на поверхность металлов перед лазерным облучением этими преимуществами не обладают. Это обеспечивает экономный расход легирующих элементов и возможность получения в зоне упрочнения большой концентрации легирующего элемента, которая легко регулируется толщиной слоя обмазки.