

УДК 621.923

Акулович Л.М.¹, доктор технических наук, профессор;

Сергеев Л.Е.¹, кандидат технических наук, доцент;

Шабуня В.В.¹; **Дубновицкий С.К.**²

¹УО «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь,

²Филиал УО «Брестский государственный технический университет»
Пинский индустриально-педагогический колледж,
г. Пинск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ КОЛЕЦ ПОДШИПНИКОВ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ

***Аннотация.** Рассмотрен метод повышения коррозионной стойкости деталей из легированных сталей путем формирования микропрофиля их поверхностей финишной магнитно-абразивной обработкой.*

В результате коррозии металл теряет свои физико-механические свойства (прочность, пластичность), вследствие чего выходят из строя оборудование, машины, механизмы, разрушаются металлические конструкции. Полностью предотвратить коррозию металлов невозможно, поэтому единственным путем борьбы с ней является поиск способов ее замедления [1].

В настоящее время борьбу с коррозией ведут сразу в нескольких направлениях – пытаются изменить среду, в которой работает металлическое изделие, повлиять на коррозионную устойчивость самого материала, предотвратить контакт между металлом и агрессивными веществами внешней среды. Коррозионную стойкость сталей можно повысить введением в их состав специальных легирующих элементов, нанесением защитных покрытий, пассивацией и т.п.[1]. Коррозионная стойкость деталей машин определяется показателями качества их поверхностей, которые формируются в основном на финишных операциях обработки. Показатели качества поверхности могут также зависеть и от предшествующих операций, т.к. при механической обработке имеет место технологическая на-

следственностью [2, 3]. Одним из основных показателей качества поверхностей, влияющих на коррозионную стойкость, является шероховатость поверхности.

Известно [4], что рабочие поверхности деталей машин в зависимости от способа обработки имеет разную шероховатость. Финишные способы обработки обеспечивают наименьшую шероховатость поверхностей, что повышает их коррозионную стойкость. В связи с этим, представляет интерес определить влияние шероховатости поверхности, полученные разными способами обработки, на коррозионные свойства. Рассмотрим это влияние на примере внутреннего кольца подшипника.

Классические способы финишной обработки поверхностей колец подшипников – шлифование, суперфиниширование [5, 6]. Однако указанные виды обработки сопровождаются рядом факторов, (тепловые, износ абразивного инструмента и др.), которые приводят к снижению точности обработки, а также вызывают изменение физико-механических свойств поверхностного слоя, в частности, за счет появления неоднородности структуры и твердости [7]. Указанные дефекты существенно снижают качество поверхностей деталей, и, как следствие, коррозионную стойкость.

Одним из перспективных способов финишной обработки поверхностей деталей являются способы, основанные на использовании эластичной связки или незакрепленного абразива, к которой и относится магнитно-абразивная обработка (МАО) [8, 9].

Экспериментальные исследования проводились на образцах колец подшипников (материал ШХ15 ГОСТ801-78) после токарной обработки, шлифования и МАО.

МАО проводилась на станке модели СФТ 2.150.00.00.000. Параметры и режимы МАО: магнитная индукция $B=1\text{Тл}$; скорость резания $V_p=2,5\text{ м/с}$; скорость осцилляции $V_0=0,2\text{ м/с}$; амплитуда осцилляции $A=1\text{ мм}$; коэффициент заполнения зазора $k_3=1$; величина рабочего зазора $\delta=1\text{ мм}$; время обработки $t=120\text{ с}$. Для МАО поверхности внутреннего кольца подшипника использовали ФАП – на основе боридов железа, зернистостью $\Delta=100/160\text{ мкм}$. Смазочно-охлаждающее технологическое средство (СОТС) – СинМА-1 ТУ 38.5901176-91, 5% водный раствор. Исходная шероховатость поверхности кольца подшипника $Ra_1=0,8\text{-}1\text{ мкм}$. Полученные данные

по показателям коррозионной стойкости сравнивались с аналогичными параметрами при шлифовании [7].

Методика проведения эксперимента по определению коррозионной стойкости обработанных поверхностей: внутреннего кольца подшипника включала ускоренные испытания при периодическом или полном погружении в 20%-ый водный раствор NaCl при температуре 20°C на 288 часов. При оценке коррозионной стойкости использовали качественные показатели [10], такие как изменение внешнего вида поверхности металла. При этом визуально оценивали цвет, потускнение поверхности; наличие и распределение видимых коррозионных дефектов и др. Для определения количества и местоположения дефектов применяли сетку - шаблон с квадратами 5 × 5 мм, изготовленную из пластика, которую накладывали на испытуемый образец.

На рисунке 1 представлены фотографии колец подшипников, которые подвергались испытаниям на коррозионную стойкость. На фотографиях прослеживается кинетика развития коррозии на испытуемых образцах, обработанных методом MAO (рисунок 1 б; 1 в; 1 г).



Рисунок 1 – Фотографии образцов внутреннего кольца подшипника, обработанного методом MAO и подвергнутый испытанию через определенное время:

а – до начала эксперимента, б – через 120 часов, в – через 192 часов,
г – через 288 часов

Интенсивность развития коррозии отражена в таблице 1 при различных методах обработки. Вместе с тем на развитие коррозии может оказывать влияние технологическая наследственность, поэтому в исследованиях учитывались и интенсивность коррозии после токарной обработки.

Таблица 1 – Интенсивность развития коррозии кольца подшипника в зависимости от времени погружения их в раствор

Время проведения эксперимента, час.	Площадь, занимаемой поверхностью коррозией, %		
	после токарной обработки	после супер-финиширования	после MAO
20	14	6	3
60	29	16	8
120	51	24	13
192	60	28	16
288	71	33	18

В процессе обработки деталей на их поверхности формируются неровности – отклонения от геометрической формы (волнистость, шероховатость и др), которые и определяют топографию поверхности. Топография обработанных поверхностей зависит от способа механической обработки, геометрии инструмента, режимов резания. На рисунке 2 представлены топографии поверхностей после токарной обработки (рисунок 2 а), после шлифования (2б) и MAO (рисунок 2 в).

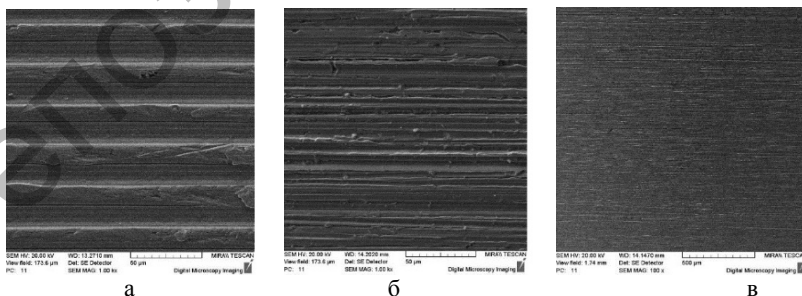


Рисунок 2 – Топографии поверхностей исследуемого образца: а – после токарной обработки, б – после шлифования, в – после MAO (увеличение x50)

На рисунке 3 представлены профилограммы поверхностного слоя после шлифования и MAO.

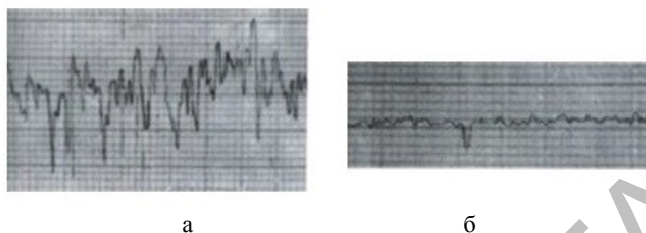


Рисунок 3 – Профилограммы поверхностного слоя кольца подшипника:
а – после шлифования; б – после MAO

На поверхности после токарной обработки (рисунок 2а) остались неровности в виде впадин и гребешков. Шероховатость поверхности зависит от режимов обработки, геометрии режущей кромки инструмента и т.д.

Характер неровностей и профилограмма поверхности после шлифования (рисунок 2 б; 3 а) представляет собой множество параллельно расположенных царапин, произведенных абразивными зернами, находящимися на периферии шлифовального круга. Зерна, участвующие в процессе шлифования, имеют разную степень износа, что приводит к неоднородности получаемой шероховатости поверхности. Особенностью шлифования является наличие на поверхности четко выраженных впадин. Данные впадины создаются острыми зернами, копирующими свой профиль на поверхность.

В процессе MAO поверхность формируется частицами ФАП приблизительно равного размера, контактирующей с поверхностью в различных местах и под произвольным углом. Количество единичных взаимодействий, приходящихся на участок поверхности, определяет глубину образующейся на нем впадины. В результате, характер неровностей и профилограмма поверхности после MAO (рисунок 2 в; 3 б) имеет случайный характер не только по площади, но и по амплитуде.

В ходе исследований установлено, что образец кольца подшипника после MAO, выдержавший 228 часов испытаний в 20% растворе NaCl, имеет 18% коррозионных поражений на поверхности (коррозия была выявлена лишь на рабочем участке внутреннего

кольца подшипника). Анализ результатов эксперимента показывает, что МАО повышает коррозионную стойкость поверхности внутреннего кольца подшипника в 1,83 раза.

Список использованной литературы

1. Михайловский, Ю. Н. Атмосферная коррозия металлов и методы их защиты / Ю. Н. Михайловский – М.: Metallurgia, 1989.
2. Горленко О. А. Технологическое обеспечение геометрических параметров качества поверхности на основе учета закономерностей технологической наследственности. — В кн.: Метрология и свойства обработанных поверхностей. М., Изд-во стандартов, 1977.
3. Ящерицын П.И. Технологическая наследственность и эксплуатационные свойства шлифованных деталей. Минск, 1971.
4. Зрунек М. Противокоррозионная защита металлических конструкций. М.: Машиностроение, 1984.
5. Ящерицын П.И., Тепловые явления при шлифовании и свойства обработанных поверхностей / П.И. Ящерицын., А.К. Цокур, М.Л. Еременко – Минск: Наука и техника, 1973.
6. Захаров, О.В. Технология и оборудование бесцентрового суперфиниширования / О.В. Захаров – Саратов: Учебное пособие, 2007.
7. Игнатъев, С.И. Обеспечение качества обработки поверхностей качения колец подшипников на основе контроля динамического состояния шлифовальных станков по стохастическим характеристикам виброакустических колебаний: автореф. дис... канд.техн.наук./ С.И. Игнатъев; Саратовский государственный технический университет. – Саратов, 2001.
8. Барон, Ю.М. Технология абразивной обработки в магнитном поле. Л.: Машиностроение, 1975.
9. Кожуро Л.М. Обработка деталей машин в магнитном поле / Кожуро Л.М., Чемисов Б.П.; Под ред. Н.Н.Подлекарева. –Минск: Наука и техника, 1995.
10. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости ГОСТ 9.908-85. Введ. 01.01.1987. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1999.

Abstract. A method for increasing the corrosion resistance of parts made of alloyed steels by forming a micro-profile of their surfaces by finishing magnetic-abrasive processing is considered.