

УДК 621.923

Л.М. Акулович, д.т.н., профессор, Л.Е. Сергеев, к.т.н.,
доцент, Е.В. Сенчуров, Е.Г. Германович
*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ШТОКОВ ГИДРОЦИЛИНДРОВ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Введение

Гидроцилиндры широко применяют в гидросистемах как источники привода рабочих органов мобильных машин и исполнительных механизмов промышленного оборудования. По функциональным признакам гидроцилиндры – это объемные гидродвигатели, предназначенные для преобразования энергии потока рабочей жидкости в механическую энергию выходного звена с возвратно-поступательным движением. Причем подвижным звеном может выступать как шток, так и корпус (гильза) гидроцилиндра [1].

Без специального технологического оборудования для чистовой расточки и раскатки внутренней поверхности гильз, шлифования и полирования штоков, обеспечивающего параметры шероховатости по ГОСТ 2789-73 рабочих уплотняемых поверхностей штоков и гильз гидроцилиндров, а также хромирования наружной поверхности штоков путем электролитического нанесения пленки толщиной 20...30 мкм невозможно изготовить коррозионно- и износостойкие штоки. Высота неровностей наружной рабочей поверхности штока после хромирования и полирования должна быть не более Ra 0,160 мкм, рабочей поверхности гильзы гидроцилиндра – Ra 0,320 мкм по ГОСТ 2789–73 [2].

Основная часть

Получение высокого параметра шероховатости хромированных поверхностей при достаточно большой производительности и точности геометрических параметров представляют серьезную проблему, которая решается разными путями. Одним из новых методов финишной обработки деталей машин является магнитно-

абразивная обработка (МАО) [3]. Метод позволяет получать на закаленных цилиндрических наружных поверхностях шероховатость $Ra\ 0,05\dots 0,63$ мкм с высокой производительностью. С целью установления возможности финишной обработки штоков гидроцилиндров методом МАО была проведена серия опытно-экспериментальных работ.

Период установившегося изнашивания и время наступления аварийного в высокой степени зависит от свойств поверхностного слоя, образовавшегося в период приработки. Для оценки влияния условий обработки на износостойкость штоков гидропривода в период изнашивания были проведены сравнительные исследования методами магнитно-абразивной обработки (МАО) и шлифования.

В качестве оборудования применялась установка СФТ 2.150.00.00.000 для магнитно-абразивной обработки. Шероховатость образцов измерялась до и после обработки в трех разных сечениях на профилографе-профилометре 252-Калибр. В каждом сечении делалось по 4 замера. Образцами служили штоки гидроцилиндров, изготовленные из стали 20Х ГОСТ 4543-71. Образцы подвергались термообработке до HRC 61÷64, шлифованию до получения шероховатости поверхности $Ra\ 0,8$ мкм, подготовкой под хромирование методом МАО и последующим хромированием (толщина слоя хрома $0,02\div 0,03$ мм). Шероховатость поверхности образцов после хромирования составила $Ra\ 0,32\dots 0,63$ мкм.

Испытания проводились на машине трения 2070 СМТ-1 в условиях трения качения [4]. Параметры и режимы при шлифовании: скорость вращения детали, $V_d = 50$ м/мин; скорость вращения круга, $V_k = 20$ м/с; продольная подача; $S_{пр} = 0,5$ м/мин; круг алмазный АСВ 125/100 МП 1; при МАО: величина магнитной индукции, $B = 0,9$ Тл; скорость резания, $V_p = 1$ м/с; скорость осцилляции, $V_o = 0,2$ м/с; амплитуда осцилляции, $A = 1$ мм; величина рабочего зазора, $\delta = 1$ мм; ферроабразивный порошок – Ж15КТ ТУ 6-09-483-81; смазочно-охлаждающие технологические средства – при шлифовании – Укринол-1,3% водный раствор, при МАО – 2% водный раствор СинМА – 1 ТУ 38.5901176-91.

Материал контртела – бронза. Обработываемый материал – сталь 20Х ГОСТ 4543-71, 56-62 HRC. Измерения микротвердости

осуществляли методом восстановленного отпечатка. Глубина изменения микротвердости H_u оценивалась по методу косого среза. Микротвердость поверхности используемых образцов определяли на приборе ПМТ-3 согласно ГОСТ 9450-76 при нагрузке 0,49 Н.

Удаление слоев металла производилось электрохимическим методом со скоростью 0,05 мкм/с. Вычисление величин напряжений осуществлялось путем уточнений, внесенных М.А. Бабичевым и Л.А. Гликманом. Остаточные напряжения исследовались на глубине 5 мкм [5].

Полученные результаты и их обсуждение. Практическое использование метода MAO штоков гидроцилиндров заключалось в исследовании влияния времени обработки на шероховатость их поверхности до и после хромирования. Остальные параметры оставались неизменными в течение обработки всей партии образцов. Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Проведенные исследования MAO хромированных штоков гидроцилиндров показали, что шероховатость поверхности уменьшается на 54% при изменении времени обработки от 60 до 150 сек. Дальнейшее увеличение времени обработки приводит к падению интенсивности съема материала, в результате чего изменение шероховатости при времени обработки от 60 до 210 сек равно 61%. Применение метода MAO для штоков гидроцилиндров до их хромирования обеспечило за 90 сек обработки снижение шероховатости с Ra 0,8 до Ra 0,2 мкм.

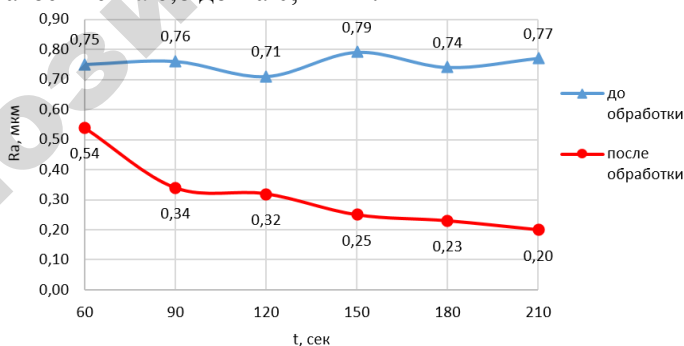


Рис. 1. Зависимость шероховатости поверхностей хромированных штоков гидроцилиндров от времени обработки

Профилограммы шероховатости поверхности штоков гидроцилиндров после шлифования и MAO представлены на рисунке 2. По результатам испытаний на износостойкость построены графики изменения момента трения и температуры в зоне контакта на пути трения 15000 м, что соответствует 1,5 ч работы машины трения при угловой скорости 1500мин^{-1} (рис. 3).

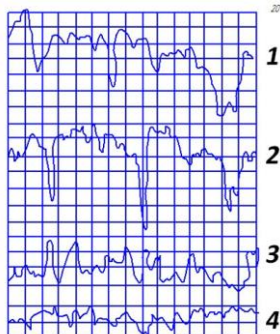


Рис. 2. Профилограммы исходной и обработанной поверхности штоков гидроцилиндров различными методами финишной обработки:
 1 – шлифование, $R_a 0,8\ \mu\text{м}$, $V_U = 20 \times 10^3$, $\Gamma_U = 800$;
 2 – магнитно-абразивная обработка, $a 0,4\ \mu\text{м}$, $V_U = 100 \times 10^3$, $\Gamma_U = 800$;
 3 – магнитно-абразивная обработка, $R_a 0,2\ \mu\text{м}$, $V_U = 100 \times 10^3$, $\Gamma_U = 800$;
 4 – магнитно-абразивная обработка, $R_a 0,1\ \mu\text{м}$, $V_U = 100 \times 10^3$, $\Gamma_U = 800$

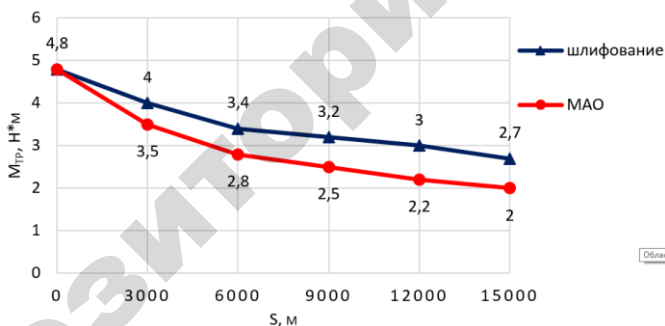


Рис. 3. График изменения момента трения ($M_{тр}$) на пути трения (S) 15000 м

По рисунку 3 можно установить период приработки и период, соответствующий установившемуся износу. На пути трения от 0 до 6000 м кривые отличаются на 15%. Это свидетельствует о том, что пары трения после шлифования и MAO имеют различный период приработки. На пути трения от 6000 до 15000 м, соответствующему установившемуся износу, момент трения

образцов после МАО, меньше, чем момент трения образцов после шлифования в среднем на 0,7 Н·м.

Заключение.

В результате проведенных испытаний на износостойкость штоков гидроцилиндров методами МАО и шлифования установлено, что применение МАО обеспечивает уменьшение момента трения в среднем на 0,7 Н*м, температуры на 8 °С и коэффициента трения на 15-20%. Получение данных результатов объясняется более благоприятным микрорельефом и меньшей структурной неоднородностью поверхности штоков гидроцилиндров после МАО по сравнению с шлифованием.

Список используемой литературы

1. Санкович, Е. С. Гидравлика, гидравлические машины, гидроприводы: учеб.-метод. пособие / Е. С. Санкович, А. Б. Сухоцкий. – Минск: БГТУ, 2005. – 137 с.
2. Гаврилов, К. Л. Основы гидропривода дорожно-строительных и сельскохозяйственных машин : учеб. пособие / К. Л. Гаврилов. - СПб. : Деан, 2011. - 232с.
3. Акулович, Л. М. Основы профилирования режущего инструмента при магнитно-абразивной обработке / Л. М. Акулович, Л. Е. Сергеев. – Минск : БГАТУ, 2014. – 280 с.
4. Обеспечение износостойкости изделий. Методы испытаний на износостойкость. Общие требования: ГОСТ 30480-97. – М.: Изд. Стандартов, 1997. – 11 с.
5. Давиденков, Н.Н. Механические свойства материалов и методы измерения деформаций / Н.Н. Давиденков - Киев: Наукова думка, 1981. – 656 с.