

РЕМОНТ И УПРОЧНЕНИЕ ХРОМОВЫХ ПОКРЫТИЙ

КОНОВАЛОВ С.И., СТЕФАНЕНКОВ П.Н.

Пермский государственный технический университет, Пермь, Россия

Предлагается опробованная на практике технология устранения локальных отслоений хромовых покрытий штоков гидроцилиндров в результате усталостного выкрашивания, абразивного и коррозионно-механического разрушения, на рабочей поверхности, аргонодуговым способом восстановления и технология дополнительного упрочнения этих поверхностей нанесением алмазоподобного упрочняющего покрытия методом финишного плазменного упрочнения.

Ключевые слова: покрытие, хром, отслоение, наплавка, шлифование, полирование, плазма, кремний, окись, карбид, пленка, ресурс.

При изготовлении и ремонте деталей машин на их рабочие поверхности часто наносятся хромовые покрытия толщиной до 0,3 мм, так как хромирование позволяет увеличить ресурс работы деталей примерно на 20%. Однако опыт эксплуатации показывает, что иногда имеет место обратный эффект – внезапный отказ детали после незначительного времени эксплуатации. Причиной отказа является множественное локальное отслоение хромового покрытия, вследствие механических повреждений, абразивного и коррозионного разрушения на рабочей поверхности.

Нами разработана и опробована на практике технология устранения таких дефектов и технология дополнительного упрочнения хромированных рабочих поверхностей детали. Ниже излагается технология применительно к ремонту и упрочнению хромового покрытия штока гидроцилиндра, изображенного на рис.1.



Рис.1. Шток гидроцилиндра

Хромовое покрытие нанесено на собственно шток, диаметр которого 90 мм и длина 500 мм. В партии из 5 штук, поступившей в ремонт, на штоках обнаружено от 9 до 14 местных отслоений покрытия. Минимальные размеры отслоенных участков 3 мм², максимальное до 42 мм².

Для удаления масла поверхность штока подвергали выварке в ванне в течение часа. Выварка осуществлялась в воде с добавлением синтетического моющего средства при температуре 80⁰С. Затем промывка горячей водопроводной водой и сушка. После этого восстанавливали центровые гнезда детали. Шток устанавливали на токарно-винторезный станок 1К62. Левый торец базировали с помощью жёсткого центра, установленного непосредственно в коническое отверстие шпинделя станка. Крутящий момент штоку передавали посредством поводка, установленного на шпинделе, и хомутика, установленного на штоке. В районе правого торца устанавливали люнет. Варьируя величиной выдвижения трёх опор люнета, добивались того, чтобы радиальное биение рабочей поверхности штока в его крайней правой части не превышало 0,01 мм. Биение контролировали индикатором часового типа с ценой деления 1 мкм. В заднюю бабку станка с помощью специального патрона устанавливали коническую шлифованную головку с углом конуса 60⁰. Материал

зёрен головки – электрокорунд белый (24 А), зернистость 10. Конструкция патрона обеспечивала возможность самоустановки головки по фаске центрального гнезда. Число оборотов шпинделя станка устанавливали 315 об/мин, применяли СОЖ – эмульсию. В ручную выдвигая пиноль задней бабки, защищали фаску центрального гнезда. Затем поворачивали шток на 180° , вновь устанавливали, выверяли его и зачищали вторую фаску.

Следующий этап – устранение дефектов (отслоений) наплавкой выполняли на том же токарно-винторезном станке. Использовали аргонодуговой способ сварки неплавящимся вольфрамовым электродом, обеспечивающий качественное сплавление материала детали и материала присадочной проволоки в случае существенного различия их химических составов, что в нашем случае, как будет показано ниже, имеет место. Наплавку осуществляли на постоянном токе прямой полярности для чего использовали выпрямитель универсальной модели ВДУ-5063 с ппологопадающей вольт-амперной характеристикой, так как она обеспечивает устойчивое горение малоамперной дуги в среде аргона. Горелку использовали маломощную, рассчитанную на ток до 100 А, диаметр вольфрамового электрода 2 мм. Электрод обязательно лантанированный. Это обеспечивает более высокое качество наплавки. Мы использовали электрод WC-20. Поскольку рабочая поверхность штока хромирована (нержавеющая), в качестве присадочной проволоки использовалась коррозионноустойчивая (нержавеющая) проволока марки Нп2Х13 диаметром 2 мм. Шток, установленный на токарно-винторезном станке в переднем центре и люнете, вручную поворачивали в положение, в соответствующее верхнему расположению очередного дефекта и производили его устранение. Для этого на указанной выше модели выпрямителя устанавливали напряжение холостого хода $U_{\text{хх}}=60$ В. После этого с помощью осциллятора зажигали электрическую дугу между неплавящимся вольфрамовым электродом и деталью. В зону горения дуги подавали аргон из баллона с ориентировочным расходом 6 л/мин. Затем в зону горения вводили присадочную проволоку и производили наплавку за счёт ручного перемещения горелки и проволоки перекрывая границу дефекта на 3-5 мм. Рабочее напряжение дуги при этом $U_p=14$ В, сила тока $J=40-50$ А. Толщина наплавленного слоя около 0,8 мм, предварительное устранение которого производили шлифованием методом врезания на круглошлифовальном станке модели 312М. Шток устанавливали в жёсткие центры, крутящий момент детали передавали посредством поводка и хомутика. Использовали круг из электрокорунда белого (24А), мелкозернистый (16), среднемягкий (СМ1), структура средняя (6). Каждый восстановленный участок сошлифовывали персонально. СОЖ не использовали, так как она затрудняет визуальный контроль оставшейся толщины. Максимальная длина дуги, на которой осуществляется шлифование при устранении любого участка наплавки 10% от длины окружности штока. Оптимальный вариант шлифования в таком случае – максимальная глубина шлифования и минимальное число оборотов штока. В начале шлифования очередного дефекта глубина шлифования была равна 0,05 мм на каждый оборот штока. Когда визуальный контроль показывал, что наплыв приближается к состоянию близкому к тому, которое называется «заподлицо», производили замер высоты наплыва микрометром. Затем производили «дошлифовку», используя лимб станка с глубиной резания 0,01-0,005 мм, с таким расчётом, чтобы на окончательное устранение наплыва остался припуск в районе $0,007\pm 0,002$ мм. Число оборотов детали, в

соответствии с технологическими возможностями станка, устанавливали 150 об/мин.

Окончательную обработку восстановленных участков осуществляли на том же станке полированием. Перед полированием шлифовальный круг заменяли на войлочный полировальный, который устанавливали на шпиндель круглошлифовального станка посредством специальной оправки. В зону полирования частопадающими каплями подавали абразивную суспензию, состоящую из одной объёмной части пасты ГОИ (окись хрома) и трёх частей индустриального масла И-20. Пасту ГОИ предварительно стирали в порошок. Суспензию в ёмкости периодически перемешивали для исключения выпадения пасты в осадок. На этой стадии оптимальным является более высокое число оборотов штока – 300 об/мин. Полное устранение очередного наплыва за счёт полирования методом врезания контролировали периодическим введением в работу индикатора скобы активного контроля с ценой деления индикатора 1 мкм. Полирование очередного дефекта прекращали, когда колебания стрелки индикатора по всей длине окружности штока становилось одинаковым. После полирования шток вновь промывали в горячей проточной воде и подвергали сушке. После этого на его поверхность наносили износостойкое тонкоплёночное рентгеноаморфное покрытие.

В качестве базового агрегата для нанесения износостойкого тонкоплёночного покрытия использовали установку УПНС-304, дополнительно оснащённую жидкостным дозатором для подачи паров технологического препарата и насадкой к штатному плазмотрону для создания и стабилизации плазменной струи, обеспечивающей протекание плазмохимических реакций. Жидкостный дозатор обеспечивал введение кремнийорганических соединений в плазмотрон с плазмохимическим генератором. В результате реакции в струе плазмы на поверхности штока осаждается тонкоплёночное рентгеноаморфное покрытие на основе $\text{SiO}_2\text{-SiC}$, оптимального состава. Покрытие наносили на модернизированном токарно-винторезном станке 163 модели с минимальным числом оборотов шпинделя до 0,25 об/мин. В нашем случае число оборотов штока при нанесении покрытия равно 1 об/мин (линейная скорость около 5 мм/с). Диаметр пятна упрочнения 12-15 мм², поэтому подачу плазмотрона, закреплённого в резцедержателе, устанавливали 10 мм/об. Расстояние между плазмотроном и поверхностью штока 20 мм. Толщина износостойкого покрытия составляла 2-3 мкм. Температура нагрева штока не превышала 150⁰С, что гарантировало отсутствие деформаций детали. Поскольку толщина покрытия 2-3 мкм, параметры шероховатости нанесения плёнки не изменяет, коробление детали не наблюдается, последующая обработка покрытия не требуется, что является существенным плюсом данного упрочнения.

В заключение заметим, что предложены две технологии. Первая достаточно дешёвым способом позволяет восстановить работоспособность деталей, рабочие поверхности которых имеют хромовое покрытие и это покрытие отслоилось на локальных участках после непродолжительного времени эксплуатации. Вторая технология, если данная деталь является лимитирующей в данной сборочной единице в смысле ресурса, позволяет увеличить ресурс её рабочих поверхностей от 1,7 до 3,5 раз за счёт нанесения на эти поверхности с использованием плазменной технологии износостойкого тонкоплёночного рентгеноаморфного покрытия на основе $\text{SiO}_2\text{-SiC}$.

Литература

1. Литовченко С.В., Маслова Т.С., Нечипоренко Е.П., Чишкала В.А. Термодинамически устойчивые силицидные покрытия // Сб. докл. 2-го Междунар. Симп. ОТТОМ-2, ч.II, Харьков, 2001, с.128-131.
2. Соснин Н.А., Тополянский П.А. Плазменные покрытия // Технология и оборудование. Санкт-Петербург, 1992, 25 с.
3. Тополянский П.А. Исследование адгезионных свойств и механизма образования покрытия, наносимого методом финишного плазменного упрочнения // Материалы 7-й международной конференции-выставки 12-15 апреля 2005 года, Санкт-Петербург, с.316-333.