

в этом случае местами наблюдается налипание частичек насыщающей среды на поверхность проволоки.

Металлографические исследования проволоки показали, что на поверхности проволоки формирования химического соединения (FeB и FeB_2) не происходит. Микротвердость диффузионного слоя соответствует микротвердости твердого раствора бора в α -железе. Градиент концентрации бора в поперечном сечении проволоки в направлении от поверхности к центру меньше по сравнению с диффузионным легированием в печи.

Таким образом, применение циклического электроконтактного нагрева – один из эффективных способов борирования стальной проволоки, позволяющий сократить общее время обработки каждого микрообъема проволоки до 2–4 минут.

Литература

1.Способ диффузионного насыщения стальных образцов, преимущественно проволоки: С23С8 00 / В.М. Константинов, М.В. Семенченко, В.Г. Дашкевич, А.С. Губанов; заявитель УО «Полоц. гос. ун-т» –№ а 20080742 от 05.06.2008

УДК 621.7

ФОРМИРОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА

В.С. Ивашко¹ д-р техн. наук, проф., В.А. Лойко², канд. техн. наук,
К.В. Буйкус¹, канд. техн. наук

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный аграрный технический университет
(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение. Во многих случаях современная техника выходит из строя вследствие поверхностного разрушения нагруженных деталей, прежде всего, узлов трения, которые испытывать в процессе работы комбинированное влияние агрессивных сред, высоких удельных нагрузок, трения, вибраций и других факторов. В подавляющем большинстве случаев разрушается только рабочая поверхность детали, которую можно восстановить нанесением слоя материала со специальными свойствами[1].

Основная часть. При выборе твердосмазывающих материалов для узлов трения учитывались следующие критерии: формирование пленки с малым сопротивлением сдвигу как фактор, обеспечивающий смазочное действие в контакте двух тел, когда сдвиг реализуется в пленке и сопротивление скольжению при этом намного ниже, чем в случае отсутствия пленки на контакте трущихся поверхностей и исключение непосредственного контакта твердая поверхность–

твердая поверхность. При этом снижается вероятность разрыва когезионных связей в контактирующих телах и вероятность контактного изнашивания. Кроме низкого сопротивления сдвигу твердосмазочные материалы должны обладать хорошей адгезией с поверхностью детали. Проведенными исследованиями определены методы повышения прочности сцепление твердосмазочного слоя с поверхностью подложки. Для этой цели применили ультразвуковую очистку, ионную обработку поверхности потоком ионов нейтрального газа и нанесение подслоя толщиной 0,1–0,5 мкм из чистого металла с целью увеличения степени адгезии и залечивания трещин, образовавшихся на поверхности после термической и механической обработки. Необходимость применения данных методов связана с тем, что твердосмазочные пленки не имеют такой подвижности на контакте, как обычные смазочные материалы, и поэтому их антизадирное действие определяется в основном адгезией с поверхностью подложки. Кроме перечисленных выше свойств, твердосмазочные материалы должны быть химически инертными, пластичными, и обладать антикоррозионными защитными свойствами. В качестве материала для твердосмазочных слоев покрытий использовали молибден и его композиции с сульфидами. В результате проведенных исследований установлено, что основной особенностью распыления сплава в вакууме из одного катода является фракционирование, обусловленное различием скоростей распыления компонентов, образующих сплав катода.

Наиболее эффективно использование многокомпонентных катодов, полученных методами порошковой металлургии: статическим, горячим, гидродинамическим и взрывным прессованием. Данный метод позволяет получать изделия с равномерным распределением плотности по объему заготовки, а также направлено регулировать распределение физико–механических свойств в прессовках.

Для получения покрытий из многокомпонентных систем с равномерным распределением фазового состава и структуры, необходимо учитывать ток дуги и скорость распыления каждого из элементов катода в отдельности. Они должны быть близки по своему значению. Установлено, что твердость покрытия HV увеличивается с увеличением толщины до 10 мкм и достигает $HV(0,05) \approx 4300$, дальнейшее увеличение толщины приводит к снижению твердости.

Следовательно, представляется возможным направлено влиять на формирование состава композиционного твердосмазочного слоя. Так, при температурах ниже 150–200 °С скорость осаждения молибдена преобладает, в то время., как при температурах 350–450 °С доминирует конденсация дисульфида молибдена. Толщина наносимых композиционных твердосмазочных слоев составляла 3–5 мкм. По данным рентгенофазового анализа установлено, что в покрытии присутствует три основные фазы – $Mo_{1,5}S_2$ (50–60%), Mo_2S_3 , (7–10%), MoS_2 , (11–16%).

Анализ поверхности покрытия, полученных на сканирующем электронном микроскопе показывает, что покрытие полностью повторяет рельеф подложки. Полосчатая структура говорит о том, что на поверхности подложки присут-

ствали следы прокатки. Вдоль полос прокатки на поверхности покрытия хорошо видны белые округлые включения, размер которых колеблется от 0.5 до 2 мкм.

Покрытие плотное, безпористое и только на границе раздела покрытие – белая фаза имеются небольшие трещины. На большом увеличении видно, что покрытие имеет слабо выраженную зеренную структуру. Это так же подтверждается данными, полученными на атомно–силовом микроскопе. Размер зерен колеблется от 1 до 8 мкм.

Заключение. Проведенные исследования показали перспективность применения вакуумных покрытий из дисульфида молибдена для нанесения покрытий на детали, работающие в узлах трения. Использовать для нанесения слоя материала со специальными свойствами.

Литература

1. Вакуумно–плазменные технологии в ремонтном производстве / В.А. Лойко и др. – Минск: БГАТУ, 2007. 192 с.

УДК 621.7

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

В.С. Ивашко¹ д-р техн. наук, проф., В.А. Лойко² канд. техн. наук,
Л.Н. Поклад², канд. техн. наук, доц.

¹Белорусский национальный технический университет

²Белорусский государственный аграрный технический университет
(г. Минск, Республика Беларусь)

Введение. В процессе эксплуатации топливной аппаратуры происходит изменение геометрических и физико–механических свойств поверхности деталей, что приводит к ухудшению, а иногда и отказу работы топливной системы.

Основная часть. Топливоподающая система дизеля включает в себя следующие основные элементы: топливный бак, фильтр грубой очистки, фильтр–отстойник, топливный насос, подкачивающий насос, перепускной трубопровод, фильтр грубой очистки, фильтр тонкой очистки, трубопровод высокого давления и форсунку. Наиболее ответственными и менее долговечными деталями топливной аппаратуры являются прецизионные пары: насосный элемент, седло и клапан, игла и распылитель, которые должны обеспечить: 1) периодический впрыск топлива в камеру сгорания в количестве, соответствующем нагрузке двигателя; 2) своевременное начало и продолжительность впрыска, определяющие наилучшие эксплуатационные показатели двигателя; 3) качественное распыливание топлива в объем камеры сгорания; 4) оптимальный (по термодинамическим показателям рабочего процесса дизеля) закон подачи топлива. Измерения размеров и отклонений формы рабочих поверхностей прецизионных пар пар производилось на универсальном измерительном центре UMC–850