

$d_{\text{ч}}$ - диаметр частицы, мкм;

$\delta_{\text{к}}$ - толщина слоя металла, мкм;

$x_{\text{ч}}$ - содержание частиц в объеме КЭП, %;

$x'_{\text{ч}}$ - максимальное содержание частиц в объеме КЭП, принимаемое равным 60 %.

Из формулы (2) следует, что K возрастает с увеличением размера ($d_{\text{ч}}/\delta_{\text{к}}=1$), содержания ($x_{\text{ч}}/x'_{\text{ч}} = 1$) частиц в КЭП и численное значение его может находиться в пределах 1,2...3,2. Коэффициент упрочнения электроосажденного металла можно определить из выражения:

$$\sigma_{\text{МК}} = \sigma_{\text{МЭ}}K, \quad (3)$$

где $\sigma_{\text{МК}}$ - прочность металла в КЭП, МПа;

$\sigma_{\text{МЭ}}$ - прочность электрохимически осажденного металла, МПа.

В рассматриваемом механизме упрочняющего действия дисперсных материалов учитывались их физико-механические свойства, которые могут оказывать дополнительное влияние как на увеличение прочности КЭП, так и на его разупрочнение, несмотря на повышение прочности металла. Однако, в работе учитывалась возможность сдвига большого числа дислокаций в направлении, препятствующем взаимному смещению, которые приводят к их затуханию и дополнительному резкому упрочнению КЭП.

Выводы

1. Композиционные электроосажденные покрытия могут использоваться для упрочнения и восстановления рабочих поверхностей деталей машин.

2. Из вышеизложенного следует, что прочность металла в КЭП $\sigma_{\text{МК}}$ выше прочности электрохимически осажденного металла $\sigma_{\text{МЭ}}$ пропорционально коэффициенту его упрочнения.

Литература

1. Бородин, И.Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями.- М.: Машиностроение, 1982.-142с.
2. Батаев, А.А. Композиционные материалы: строение, получение, применение / А. А. Батаев, В. А. Батаев. - М.: Логос, 2006. - 400 с.
3. Васильев, В.В. Композиционные материалы: Справочник / В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; Под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 с.

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ КАРБОНИТРИДА ЖЕЛЕЗА И ДИСУЛЬФИДА МОЛИБДЕНА ПРИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОМ УПРОЧНЕНИИ ЖЕЛЕЗО-МОЛИБДЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Серебровский В.И., д.т.н., профессор, Серебровский В.В., д.т.н., профессор, Сафронов Р.И., к.т.н., доцент, Гнездилова Ю.П., к.т.н., доцент, Молодкин А.Ю.
*Курская государственная сельскохозяйственная академия
 имени профессора И.И. Иванова» г. Курск*

Значительный практический интерес для ремонтного производства представляет использование высокопроизводительных хлоридных электролитов железнения с добавлением солей металлов, которые, обеспечивая значительный выход по току и большую скорость осаждения, позволяют получить электролитические сплавы, значительно превышающие по износостойкости электролитическое железо. Одним из наиболее перспективных металлов для легирования электролитического железа является молибден. Осаждение покрытий проводилось на асимметричном токе.

Применение асимметричного переменного тока при электроосаждении вызвано тем, что изменение параметров периодического тока позволяет плавно менять соотношение компонентов в электролитических сплавах и придавать им различные свойства. Вредное влияние органических примесей раствора электролита на свойства железных покрытий в этом случае не проявляется, в то время как электролиз этих растворов на постоянном токе обычно приводит к осаждению некачественных покрытий.

При подборе оптимального режима показателя асимметрии b мы остановились на величине $b = 6$. При этом значении несколько уменьшается дендритообразование, что позволяет применять при осаждении сплава большие плотности тока, а прочность сцепления покрытия с основным металлом и износостойкость находятся в пределах, наиболее благоприятных для применения этих покрытий в ремонтном производстве.

В процессе электролиза нами в стандартный электролит железнения вводилось попеременное количество молибдена в виде молибдата аммония до 4 г/л при постоянной концентрации лимонной кислоты, равной 8...9 г/л, температуре электролита +20 °С (293 К) и кислотности электролита $\text{pH} = 1,0$. С увеличением содержания молибдата аммония в электролите (рис. 1) растет содержание молибдена в покрытии. С точки зрения получения наилучших физико-механических свойств сплава количество молибдена в покрытии не должно превышать 3 %.

Попытка дальнейшего увеличения содержания молибдена в покрытии значительно усложняет состав электролита, нарушает его стабильность и делает этот процесс трудноприменимым на ремонтных предприятиях.

Приведенные режимы электролиза позволили нам получить высококачественные покрытия для восстановления автомобильных деталей.

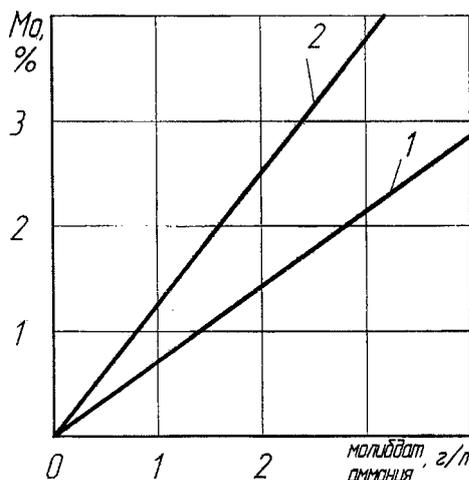


Рис. 1. Влияние концентрации молибдата аммония в электролите на содержание молибдена в сплаве: 1 – плотность тока 15 А/дм²; 2 – плотность тока 35 А/дм²

Однако следует отметить, что недостаточно высокая микротвердость поверхности, не превышающая 8000-8200 МПа в ряде случаев является причиной ограниченной износостойкости покрытий. Повышение износостойкости покрытий может быть достигнуто их химико-термической обработкой.

Для получения повышенной износостойкости восстановленных поверхностей стальных деталей предлагается обработка электролитического железо-молибденового покрытия –сульфоцианированием при температуре 550...600°С. Нижний предел температуры 550°С ограничен образованием дисульфидов молибдена, а верхний – 600°С обусловлен образованием окислов молибдена. Длительность процесса составляла 1...4 часа. Для сульфопоцианирования использовалась специальная паста, содержащая желтую кровяную соль, серный колчедан, сажу и шамот. Данный состав пасты обеспечи-

вадет необходимую толщину, как зоны сульфидов, так и всего диффузного слоя, включающего зону дисульфидов молибдена и зону твердого раствора. Сульфоцианированное железо-молибденовое покрытие имеет износостойкость в 3...4 раза выше износостойкости электролитического железа. Такое увеличение износостойкости объясняется тем, что наряду с карбонитридами железа в покрытии образуется дисульфид молибдена, который, являясь твердой смазкой, обеспечивает высокую износостойкость.

Данный способ включает в себя следующие операции: для получения обмазки, хорошо перемешанные компоненты, находящиеся в порошкообразном состоянии, разводятся крахмальным клейстером до консистенции густой сметаны. Детали, восстановленные электролитическим железо-молибденовым покрытием, погружаются в сосуд с обмазкой, в результате чего на поверхности детали остается слой пасты толщиной 1,5...2 мм. После сушки при 60...80°C детали с сухим слоем обмазки упаковываются в контейнер. После чего детали засыпают нейтральной засыпкой для плотной изоляции деталей друг от друга, а также от стенок, дна и крышки контейнера. Наполнителем служит смесь следующего состава (мас.%): кварцевый песок 70; сажа 20; древесноугольная зола 10. Наполнитель выполняет роль песочного затвора, удерживающего продукты распада у поверхности детали, а также препятствует их выходу из контейнера. Закрытый крышкой контейнер вместе с деталями помещают в электропечь, разогретую до необходимой температуры, выдерживают до окончания процесса, снимают с него крышку и высыплют содержимое на решетку. Наполнитель просыпается через решетку, а детали остаются на ней. Их вместе с решеткой быстро помещают в емкость с холодной водой с целью закалки полученных слоев.

Исследование Fe-Mo сплава после сульфоцианирования показало, что в поверхностном слое покрытия образуется карбонитридная зона толщиной до 1,5 мм, с содержанием серы до 0,2 % и микротвердостью до 12000 МПа (рис. 2).



Рис. 2. Микроструктура сульфоцианированного Fe-Mo покрытия ($\times 300$)

Исследование фазового состава сульфоцианированного Fe-Mo покрытия показало, что поверхностная зона изучаемого слоя сложная по своей природе и отличается многофазностью. На дифрактограммах четко фиксируется карбонитридная фаза, а в поверхностной зоне слоя присутствуют также сульфиды железа и дисульфид молибдена.

В процессе проведения исследования фазового состава слоя отмечена прямая связь между глубиной карбонитридной зоны и преимущественной концентрацией сульфида железа и дисульфида молибдена в слое. Полученные результаты хорошо дополняют и уточняют данные послойного химического и металлографического анализа зон сульфоцианированного слоя о том, что сера достаточно активно диффундирует лишь в поверхностную зону слоя, имеющую карбонитридную структуру, образуя химические соединения типа FeS и MoS₂.

Предлагаемый способ экономически эффективен. Покрытия обладают высокой износостойкостью, превышающие показатели электролитического сплава железо-молибден в 3...4 раза, что позволяет их использовать в народном хозяйстве для восстановления и упрочнения поверхностей деталей машин.

Оптимальным показателем асимметрии, при котором обеспечиваются качественные покрытия, является $b = 6$.

Определен оптимальный состав электролита, который может быть применен в ремонтном производстве.

С увеличением содержания молибдата аммония в электролите увеличивается процентное содержание молибдена в сплаве.

Литература

Эпштейн, А.А. Восстановление деталей машин холодным гальваническим железнением [Текст] / А.А. Эпштейн, А.С. Фрейдлин // - Киев: Техника, 1981.- с. 63-64.

Лахтин, Ю.М. Прогрессивные методы термической и химико-термической обработки [Текст] / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Коган // - М.: Машиностроение, 1972.-183с.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ РОСТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Янцов Н.Д., к.т.н., доцент

Белорусский государственный аграрный технический университет, г.Минск

Производительность агрегата – это объем работы, установленного качества, в определенных единицах величин (площади, массы продукции, пути и т.д.) или в условных единицах, выполняемой агрегатом в единицу времени (час, смену, сутки, год и т.д.).

Различают производительность [1] **теоретическую** W_T , подсчитываемую как произведение конструктивной ширины захвата агрегата B_k , теоретической скорости движения V_T и времени T к которому она относится:

$$W_T = 0,1(0,36) B_k V_T T ,$$

- где 0,1 и 0,36 – коэффициенты, соответствующие размерности скорости в км/час и м/с соответственно;

и фактическую (действительную) W_f , определяемую по фактическому объёму выполненной работы, то есть при фактической ширине захвата B_p , рабочей скорости движения V_p и фактического времени, затраченного на выполнение работы, которое определяется коэффициентом использования отведенного на работу времени t :

$$W_f = 0,1(0,36) B_p V_p T t$$

Рассмотрим основные факторы, определяющие повышение производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА).

Анализ условий использования технических средств в сельскохозяйственном производстве позволяет выделить четыре основных группы таких факторов [2].

Первая – это группа факторов, которые должны решаться на этапе создания (проектирования) сельскохозяйственных машин. Сюда можно отнести оптимальные конструктивные параметры машин, обеспечивающие высокую надежность и ремонтнопригодность конструкций, удобство проведения технических и технологических регулировок, минимализация операций по техническому обслуживанию, эргономические показатели машин, обеспечивающие благоприятные условия их эксплуатации для обслуживающего персонала.

Вторая группа факторов может быть отнесена к процессу эксплуатации и связана с практическим использованием потенциальных возможностей машин. Оптимальное комплектование агрегатов, исправное состояние рабочих органов, соответствие технологических регулировок условиям и режимам работы, выбор способа движения и рабочей скорости – эти основные моменты определяют данную группу факторов.

Также потери производительности могут быть связаны с потерей мощности двигателя и увеличением буксования машин. По внешним признакам (без применения диагностических приборов) оператор способен чувствовать снижение мощности в пределах более 10 % от общей мощности двигателя. В то время как уже при 7% потери мощности двигателя выгодней остановить агрегат для устранения возникших неисправностей. Применение металлокерамических дисков трения в механизмах трансмиссий современных тракторов также уменьшает возможность обнаружения оператором их пробуксовки, т.к. отсутствует характерный запах при пробуксовке механизмов традиционных сцеплений. В этой связи становится важным проведение диагностирования используемых машин, в том числе с использованием электронных средств и соответствующего программного обеспечения.

Третья группа факторов, обеспечивающих рост производительности МТА, учитывает особенности, связанные с организацией работ МТА. Здесь являются важными – применение организационных форм групповой работы агрегатов, создание комплексных отрядов по возделыванию определенных культур, обеспечение быстрой доставки агрегатов и механизаторов к месту работы, организация их питания, а также сокращение времени ожидания обслуживающих агрегатов и устранения технических отказов. Организация работы вспомогательных звеньев, обеспечивающих бесперебойную работу основных агрегатов в этой связи – важнейшая задача. При расчете необходимого количества транспортных средств для технологических перевозок, заправщиков, загрузчиков, расходных материалов (семян, удобрений) необходимо исходить из условия поточности выполнения работ. Это условие требует, чтобы суммарная суточная производительность основных агрегатов равнялась суммарной суточной производительности вспомогательных агрегатов.

Четвёртая группа факторов, обеспечивающих повышение производительности МТА, связана с обеспечением работоспособности и роста профессионального мастерства механизаторов и специалистов хозяйств. Установлено, что уровень работоспособности через 4-5 часов непрерывной работы уменьшается на 15-20%. Кроме того с ростом скорости и сложности технологического процесса уменьшается точность вождения, увеличивается число ошибочных действий при смене режимов работы агрегатов. Для учета этих особенностей целесообразно придерживаться определенной специализации исполнителей. Задание на конкретную работу необходимо выдавать заранее, чтобы было время настроиться и подготовиться к ней психологически. Постоянная учеба, повышение квалификации и классности специалистов хозяйств и механизаторов формирует более стойкие и точные навыки выполнения работ. Это напрямую связано с увеличением производительности используемых технических средств.

В современных условиях при использовании передовых технологий выполнения сельскохозяйственных работ с целью повышения производительности машинно-тракторных агрегатов необходим комплексный подход и учет требований приведенных групп факторов, определяющих работу человека и машин.

Литература

1. С.А. Иофинов, Г.П. Лышко, - Эксплуатация машинно-тракторного парка. Москва: Колос, 1984. - С. 72-77
2. Н.И. Верещагин и др. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве. – 3-е изд., стереотипное. – Москва: Академия, 2007. - 413с.