

дают основание полагать, что резание корнеклубнеплодов и бахчевых в энергетическом отношении наиболее выгодно при угле замещения $\varphi = 25^\circ$, скорости транспортера $V = 2,2$ м/с и угле установки ножей в плане $\alpha = 90^\circ$. На этом основании факторы X_2, X_3, X_{11} исключаются из числа управляемых.

Анализ исследований процесса измельчения корнеплодов и бахчевых показывает, что одним из наиболее значимых и мало изученных среди контролируемых и управляемых факторов является скорость резания (X_1). Она является функцией скорости транспортера. Поэтому для того, чтобы иметь возможность сравнивать между собой рабочие органы с различными размерами в качестве контролируемого и управляемого фактора принимаем скорость резания (X_1).

Так как измельчаемым материалом являются свекла кормовая и тыква кормовая, то их влажность изменяется в известных пределах. Следовательно, используя в опытах свеклу кормовую с влажностью 82...85%, фактор X_9 исключаем из числа управляемых.

Факторы X_{12} и X_{13} не связаны с другими и не зависят от них, поэтому их выбираем в качестве управляемых и регулируемых.

Исследование факторов, влияющих на выходные параметры процесса измельчения, позволяет выделить из тринадцати лишь три управляемых фактора:

- скорость резания V_p ;
- амплитуда колебания ножевого аппарата A ;
- частота колебания ножевого аппарата f .

Литература

1. Авторское свидетельство № 1371611 (СССР) «Измельчитель корнеплодов и бахчевых» (Богатов В.А., Горюшинский В.С., Зотов Е.И., Лазарев В.И. – опубл. в Б.И., 1988, №5).
2. Богатов В.А., Зотов Е.И. Совершенствование ножевого аппарата измельчителя корнеплодов / Сборник научных трудов: «Совершенствование конструкций и методов повышения работоспособности сельскохозяйственной техники». – Уфа, 1989, – с.69–71.
3. Зотов Е.И. Обоснование применения ножевого измельчителя с вибрационным интенсификатором / Тезисы докладов научной конференции профессорско-преподавательского состава научных сотрудников и аспирантов. – Ульяновск, – 1990, с.114.
4. Мельников С.В. и др. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 168с.
5. Отчет по хозяйственному научно-исследовательской теме №1 – 90, Ульяновск, – 1990.

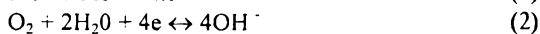
УДК 631.3

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

С.А.Яковлев, к.т.н., доцент, С.Р.Луночкина, Ульяновская ГСХА

Рабочие поверхности деталей машин наиболее подвергнуты электрохимической коррозии и в зависимости от условий, в которых происходит коррозия, подразделяются на атмосферную, морскую, почвенную, кислотную, щелочную. Наиболее подвержены такому вредному воздействию металлы и сплавы, что связано с их высокой химической активностью и электропроводностью.

Известно, что на поверхности металлов помещенных в электролиты образуются микрогальванические коррозионные элементы (рис. 1) [2]. Это связано в первую очередь с их неоднородностью (дефекты кристаллической решетки, различный фазовый состав и др.). На одних участках поверхности образуется анод А и идет реакция (1), на других катод К с реакциями (2) или (3):



Если коррозионный элемент разомкнут и не взаимодействует с электролитом (например, покрыт диэлектриком), то реакции в прямом и обратном направлении идут обратимо с одинаковой скоростью. Обратимые электродные потенциалы металлов $V_{обр}$ зависят от характера электролита и его температуры. Если коррозионный элемент замкнут, реакции в прямом и обратном направлениях неодинаковые. Анод направлен на ионизацию металла, катод восстанавливает водород и кислород. Это приводит к возникновению между анодом и катодом коррозионного тока, а на аноде и катоде устанавливаются необратимые электродные потенци-

алы $V_{\text{н}}$. Разница значений обратимого и необратимого потенциалов пропорциональна силе тока в коррозионном элементе:

$$V_{\text{н}}^{\text{об}} - V_{\text{н}}^{\text{к}} = P_{\text{н}} I; \quad (4)$$

$$V_{\text{н}}^{\text{к}} - V_{\text{н}}^{\text{об}} = P_{\text{к}} I; \quad (5)$$

где $P_{\text{н}}$ и $P_{\text{к}}$ — коэффициенты пропорциональности, характеризующие поляризуемость.

Некоторые металлы в определенных условиях коррозии имеют большую анодную поляризуемость $P_{\text{а}}$, и их называют пассивирующимися.

Значение коррозионного тока I , который устанавливается в коррозионном элементе и определяет скорость коррозии, рассчитывают по формуле:

$$I = (V_{\text{об}}^{\text{к}} - V_{\text{об}}^{\text{а}}) / (R + P_{\text{а}} + P_{\text{к}}), \quad (6)$$

где R — омическое сопротивление коррозионного элемента.

Обратимый потенциал возможных катодных реакций $V_{\text{кобр}}$ зависит только от состава электролита и физических условий, в которых идет процесс коррозии. Состав электролита определяется соотношением концентрации ионов H^+ и OH^- . Если ионов H^+ меньше, чем ионов OH^- , то среду называют щелочной, при равенстве их концентраций — нейтральной, а если больше ионов H^+ , среду называют кислой.

При коррозии в нейтральных средах (влажный воздух, речная и морская вода, хорошо аэрирующиеся почвы), а также в щелочной среде катодный процесс для большинства металлов идет по реакции (2). При коррозии в кислотах или плохо аэрирующихся почвах катодный процесс идет по реакции (3).

Химический состав технически чистых металлов и сплавов определяет электродный потенциал металла $V_{\text{об}}^{\text{а}}$. Коррозионная стойкость будет тем выше, чем меньше разница между $V_{\text{об}}^{\text{к}}$ и $V_{\text{об}}^{\text{а}}$. Именно поэтому электроположительные металлы достаточно коррозионно-стойкие.

Одним из направлений повышения коррозионной стойкости деталей машин электрохимической обработкой является изменение фазового состава материалов. Фазовый состав и структура при одном и том же химическом составе сплава влия-

ют на все перечисленные электрохимические параметры. Так, возможность изменения структуры термической обработкой часто используют как резерв улучшения коррозионной стойкости. Однофазные структуры более коррозионно-стойкие, нежели многофазные, так как анодами в них являются дефектные участки высоко- и малоугловые границы, дислокации. При коррозии разрушаются лишь анодные участки. Площадь анодов в металлах и в однофазных сплавах невелика. Это увеличивает $P_{\text{а}}$, но уменьшает ток и скорость коррозии; мелкокристаллический поликристалл корродирует быстрее, чем крупнокристаллический, и тем более монокристалл. Этим же объясняется повышенная коррозионная стойкость однофазных закаленных сталей по сравнению с отожженными и отпущенными многофазными структурами сталей и сплавов.

Коррозионная стойкость многофазных сплавов определяется прежде всего электродными потенциалами основной и вторичной фаз. Катодные вторичные фазы, если анод не пассивируется, наиболее опасны, потому что усиливают анодное растворение основной фазы. С увеличением дисперсности и площади катодных включений уменьшается $P_{\text{к}}$, а коррозионный ток растет. Именно поэтому отожженные материалы не обладают коррозионной стойкостью.

Электрохимическая обработка позволяет существенно изменять структуру железоуглеродистых сплавов с образованием белого мартенситного слоя [1, 5]. Измерения электродных потенциалов, приведенные в работе [3], показали, что упрочненный электрохимической обработкой белый слой имеет положительный потенциал по отношению к основе (до 0,024 В), что ведет к уменьшению скорости коррозионных процессов. Многочисленные исследования показали, что электрохимическая обработка позволяет повысить коррозионную стойкость деталей машин до 3,9 раз в зависимости от материала и коррозионной среды.

На рисунке 2 представлены два образца, которые подвергались атмосферной коррозии. Слева

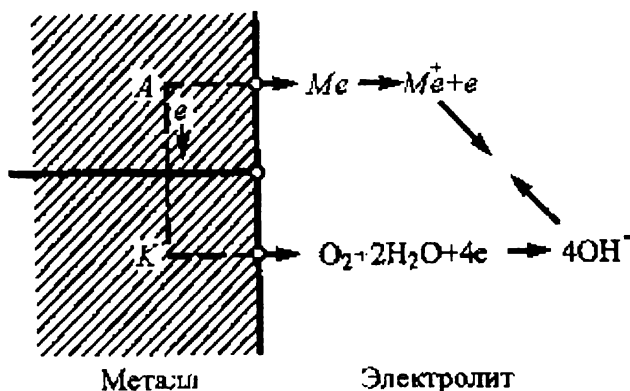


Рис. 1. Схема коррозионного элемента

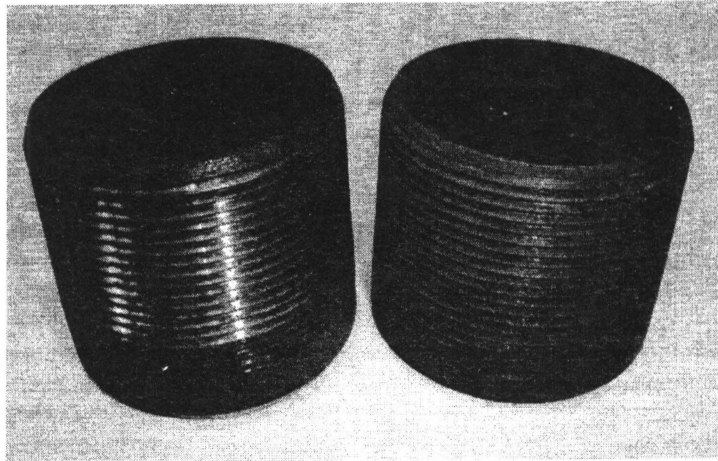


Рис.2. Резьба буровой трубы НКТ после испытаний на атмосферную коррозию

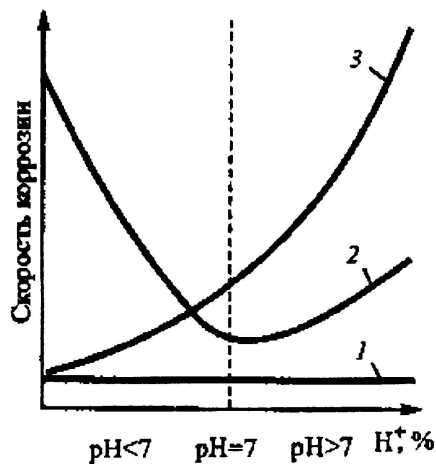


Рис. 3. Влияние состава электролита на скорость коррозии:
1-пассивирующиеся металлы; 2 – непассивирующиеся металлы Zn, Sn, Pb;
3 - остальные непассивирующиеся металлы.

нарезанная и обработанная ЭМО, справа - нарезанная без упрочнения. Очевидно, что электро-механическая обработка является значительным резервом повышения стойкости к коррозии.

На коррозионную стойкость металлов и сплавов оказывают значительное влияние также пленки продуктов коррозии, образующиеся на коррозийной поверхности. Их защитные свойства проявляются в увеличении омического сопротивления и поляризуемостей P_a и P_k .

Электролит может растворять такие защитные пленки и тем самым ухудшать коррозионную стойкость. Растворимость защитных пленок у различных металлов проявляется в различных электролитах.

Пассивирующиеся металлы (рисунок 3) имеют коррозионную стойкость в нейтральных и кислых окисляющих средах, а также в щелочах. Непассивирующиеся металлы стойки в нейтральных и щелочных средах, а в кислых средах, в особенности окисляющих, активны.

Для повышения долговечности деталей, работающих в коррозионной среде, часто применяют

нанесение металлических покрытий. По механизму своего влияния их подразделяют на катодные и анодные.

Покрyтия катодного типа изготавливают из более электроположительных металлов, таких, как Sn, Cu, Ag и др. Они экранируют анодные участки металла металлических изделий и увеличивают электродный потенциал поверхности. Покрyтия свинцом и оловом (лужение) широко применяются для защиты малоуглеродистых сталей от коррозии.

Анодные покрyтия изготавливают из более электроотрицательных металлов, которые забирают большую долю коррозионного тока, защищая тем самым основной металл от коррозии. В практике машиностроения широкое применение нашли покрyтия цинком и кадмием.

На кафедре «Технология металлов» ведутся научные исследования по нанесению тонких антифрикционных покрyтий на основе меди с последующим электро-механическим сглаживанием (ЭМС) твердосплавным инструментом [4]. На рисунке 4 представлена схема нанесения покрyтий из спла-

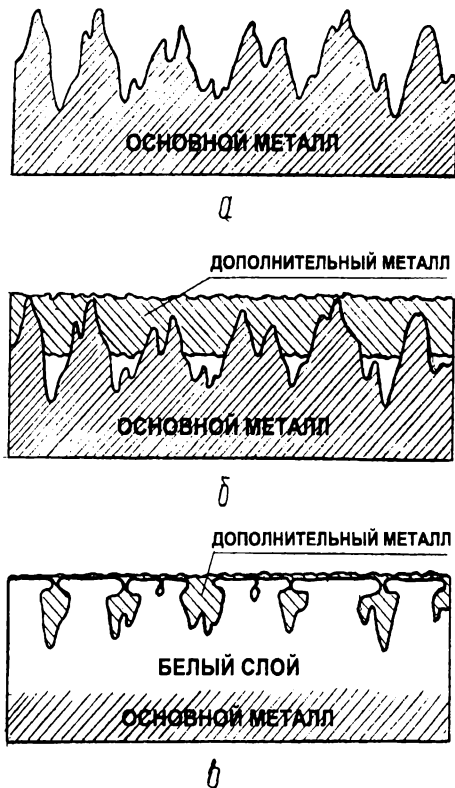


Рис. 4. Схема нанесения дополнительного антифрикционного материала:
 а) исходная поверхность; б) поверхность после натирания дополнительным металлом;
 в) поверхность после электрохимического сглаживания и повторного натирания

вов на основе меди (латунь, бронза).

На поверхность с исходной шероховатостью (рис. 4а) наносится за счет принудительного тре-

ния дополнительный материал. Получается поверхность, состоящая из основного материала и дополнительного (легирующего) металла, частицы которого располагаются во впадинах исходного профиля, образуя незначительные пустоты (рис. 4б). При последующем электрохимическом сглаживании в месте контакта обрабатываемого инструмента с деталью происходит местный нагрев поверхности выше температуры фазового превращения, что приводит к разрушению окисных пленок, смятию микронеровностей с одновременным плотным заполнением полостей, устьев микротрещин и углублений присадочным материалом – его «завальцовыванию» [4].

Такое комбинированное электрохимическое воздействие позволило получить на поверхности модифицированный микрорельеф поверхности – композицию определенной микрогеометрии слоев с высокой микротвердостью (белый слой) и участками с нанесенным антифрикционным покрытием, что значительно позволило повысить антифрикционные свойства поверхностного слоя деталей [6]. Для повышения антифрикционных свойств и коррозионной стойкости рекомендуется произвести повторное нанесение дополнительного материала.

Технология антифрикционной электрохимической обработки поверхностей позволяет получать на поверхности деталей два фактора, позволяющих противодействовать электрохимической коррозии (рис. 4б): белый слой с положительным электрическим потенциалом и металлическое покрытие анодного или катодного типа. Следует предположить, что такое комплексное воздействие на поверхность деталей машин, кроме повышения антифрикционных свойств, позволит также существенно повысить и коррозионную стойкость деталей.

Литература

1. Аскинази Б.М. Упрочнение и восстановление деталей машин электрохимической обработкой. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989.-200 с.
2. Материаловедение: Учебник для вузов / Б.Н.Арзамосов, В.И.Макаров, Г.Г.Мухин и др. – 6-е изд, стереотип.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2004.-648 с.
3. Сафронов В.В. Электрохимическая обработка деталей машин // Передовые производственные процессы в практику машиностроительных предприятий. Орел, 1976 . с. 46-51.
4. Способ обработки стальных и чугунных поверхностей изделий. Патент РФ № 2193606.
5. Яковлев С.А. Структурные превращения при электрохимической обработке стали. Материалы Всерос. научно-практ. конф.- Ульяновск, ГСХА, 2005, с.383.
6. Яковлев С.А., Яковлева И.Г., Фомин А.Б. Повышение триботехнических свойств деталей машин антифрикционной электрохимической обработкой / Надежность и ремонт машин: Сб. материалов 2-ой Международ. науч.-техн. конф.-Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2005, с. 180-183.