

СПОСОБ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КАТОДНОЙ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТ СЛОЕВ НЕЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Якунская С.Э.

Научный руководитель - профессор Шестаков И.Я.

Сибирский федеральный университет

Способ электрохимической катодной очистки широко применяют при ремонте деталей машин различных размеров, энергосберегающих установок. Этот способ получил широкое распространение благодаря простоте установок, снижению эксплуатационных расходов, улучшению условий труда.

В данной работе рассматривается способ электрохимической катодной очистки металлических поверхностей от слоев неэлектропроводных материалов.

Этот способ используется для удаления лакокрасочных покрытий, накипи, окалины с поверхности металлов.

Способ реализуется следующим образом. На обрабатываемую поверхность наносят водный раствор солей, подают постоянное напряжение достаточное для образования искрового разряда в месте контакта покрытия, металла и раствора.

В основе разрушения неэлектропроводных покрытий лежат явления и процессы, происходящие в системе металлическая поверхность - неэлектропроводная поверхность - водный раствор под действием приложенного постоянного напряжения. Любое неэлектропроводное покрытие имеет поры. Раствор электролита проникает к внутренней границе неэлектропроводного покрытия и металлической поверхности сквозь поры за счет капиллярного эффекта. На металлической поверхности начинает интенсивно выделяться газ (водород), который способствует разрыхлению и отрыву неэлектропроводных покрытий с обрабатываемой поверхности детали. Газ, скапливаясь в шероховатостях неэлектропроводных покрытий, создает условия для пробоя этой газовой оболочки в месте контакта неэлектропроводного покрытия, металла и раствора. Возникает искровой разряд между водным раствором и металлической поверхностью. Искровой разряд сопровождается резкими механическими и термическими воздействиями на неэлектропроводные покрытия. В процессе очистки искровой разряд мигрирует по периметру контакта трех сред: неэлектропроводное покрытие - металлическая поверхность - раствор. За счет электрохимических и электрофизических явлений происходит отслоение неэлектропроводного покрытия.

Искровой разряд – явление комплексное и очень сложное. Он возникает при давлениях порядка атмосферного и выше, в не слишком коротких промежутках порядка 1см и более, когда к электродам прикладывается напряжение выше пробивного. Его первой стадией служит процесс стримерного либо лидерного пробоя, который протекает гораздо более сложным путем, чем при низких давлениях, когда загорается темный или тлеющий разряд.

Стример представляет собой умеренно, можно даже сказать, слабо ионизированный тонкий канал, который образуется из первичной лавины в достаточно сильном поле и прорастает в ту или другую или в обе стороны к электродам. У порога пробоя плоского промежутка – от самого анода к катоду. Обладая некоторой проводимостью, он по достижении электродов может так трансформировать поле, что

откроется возможность резкого усиления ионизации и тока, и это, в конечном счете, приведет к искровому разряду в промежутке. Возникновение стримера – не необходимое, но иногда достаточно условие для осуществления пробоя.

Стример прокладывает себе путь по положительно заряженному следу первой мощной лавины. В след втягиваются электроны множество вторичных лавин. Лавины зарождаются вблизи следа от электронов, рожденных под действием фотонов. Фотоны испускаются атомами, возбужденными при прохождении первой и вторичных лавин.

Для перерождения лавины в стример в ней должно достигаться достаточно высокое усиление. Поле пространственного заряда должно вырасти до величины порядка приложенного, иначе не будет причин для нарушения нормального хода развития лавины.

В не слишком длинных плоских промежутках, при не очень больших пере напряжениях (по сравнению с пробивным), это случается, когда лавина исчерпывает резерв усиления, т.е. достигает анода. Стример зарождается тогда у самого анода, в области наибольшего пространственного заряда, и прорастает к катоду. Такой стример называют катодом направленным или положительным. В длинных промежутках, при больших пере напряжениях, число зарядов в первичной лавине становится достаточно больше раньше. Лавина перерождается в стример, не доходя анода. В этом случае стример прорастает к обоим электродам. Если стример образуется, когда лавина еще не далеко ушла от катода, он прорастает в основном в сторону анода, такой стример называют анодом направленным или отрицательным.

Вторая стадия искрового разряда – главный разряд – происходит вдоль канала, образованного стримером, а по своим характеристикам близка к дуговому разряду, ограниченному во времени ёмкости электродов и не достаточности питания.

Введения в канал электрической энергии вызывает ударную волну в его окрестностях. После образования канала с течением времени стенки канала расширяются со скоростью фронта $V_{\text{ф}} \approx 2000$ м/с. После отхода фронта ударной волны стенки канала замедляют своё движение и перемещаются со скоростью частиц среды. Постепенно растёт, объём занимаемой средой, который находится в канале, и падает плотность частиц. Для оценок можно принять, что давление в канале $p_{\text{к}}$ высокое, однако меньше, чем текущее давление на фронте ударной волны $p_{\text{ф}}$. В течении времени давление в канале падает, температура канала $T_{\text{к}}$ растёт, а плотность частиц $\rho_{\text{к}}$ уменьшается.

Далее приведены примеры использования способа для очистки металлических поверхностей от неэлектропроводных материалов.

В качестве обрабатываемой детали использовалось часть корпуса железнодорожного вагона (материал ст.2), покрытая слоем лакокрасочного материала толщиной порядком 0,5 мм, состоящим из следующих компонентов: слой грунтовки ГФ-ОП9 ГОСТ 23243, два слоя шпатлевки ПФ-002 ГОСТ 10277, три слоя эмали ПФ-115 ГОСТ 6465 зеленого цвета. На поверхность детали в виде валика наносили замкнутый контур из диэлектрического материала. Внутри контура заливали водный раствор кальцинированной соды (Na_2CO_3). На катод (обрабатываемая деталь) и анод (стальной стержень $\varnothing 4$ мм) подавали постоянное напряжение.

Значения параметров и режимов очистки детали следующие:

- постоянное напряжение – 60...80 В;
- концентрация электролита – 200 г/л Na_2CO_3

На поверхности обрабатываемой детали визуально наблюдались явления интенсивного искра образования, возникающие в месте контакта неметаллического покрытия, металла и раствора соли, причем искровой разряд мигрировал по периметру контакта трех сред. В итоге – отслоение покрытия.

Для очистки использовалась часть трубы теплообменника, на внутренней поверхности которого образовалась накипь, состоящая из кальциево-магниевых отложений и окислов железа, толщиной порядка 0,5-1 миллиметр. Для удаления накипи внутрь трубы заливали водный раствор электролита (Na_2SO_4) и подключали к источнику постоянного напряжения, причем труба являлась катодом. Анодом служил стержень \varnothing 4 миллиметра, выполненный из стали Ст.2. Значения параметров и режимов очистки образца следующие:

- постоянное напряжение- 80 ... 100 вольт;
- концентрация электролита- 150г/л Na_2SO_4 .

В порах отложений наблюдались процессы искрообразования, что в итоге приводило к отделению накипи от металла.

Данный метод позволяет снизить эксплуатационные расходы, улучшение условий труда, так как применяемое напряжение не более 100 В.