



Пинчук С.И. /д.т.н./, Грещик А.М. /к.х.н./, Ковзик А.Н. /к.т.н./, Белая Е.В.
НМетАУ

Электрохимическая обработка молибденового проката

Исследовано влияние состава электролита и плотности тока на эффективность анодной обработки молибдена. Установлен оптимальный состав электролита и условия электролиза, обеспечивающие высокопроизводительную и качественную очистку плоского молибденового проката от окалины и смазки. Ил. 6. Библиогр.: 6 назв.

Ключевые слова: молибденовый прокат, электрохимическая обработка, анодная очистка, поляризационные измерения, плотность тока

The effect of electrolyte composition and the current density at the anode processing efficiency molybdenum. The optimum composition of the electrolyte and electrolysis conditions, providing high-performance, high-quality cleaning of flat molybdenum steel mill scale and grease.

Keywords: Molybdenum rolling, electrochemical machining, anodic cleaning, polarization measurements, the current density.

Молибден, обладающий высокими температурой плавления, прочностью, химической стойкостью, жаропрочностью, сопротивляемостью ядерной коррозии, широко используется при изготовлении нагревательных элементов, ответственных узлов конструкций и двигателей в авиации и космической технике, теплоэнергетике [1]. Механическая обработка молибдена осуществляется при повышенных температурах и предусматривает использование смазок при прокате. Поэтому молибденовый прокат для придания ему товарного вида и необходимых поверхностных свойств подлежит дальнейшей очистке. На практике, очистка чаще всего осуществляется методом химического травления. При химической очистке молибденового полуфабриката используют высококонцентрированные щелочные растворы и повышенные температуры, что связано со значительными экономическими и экологическими трудностями. Поэтому разработка и использование более эффективных, менее затратных и экологически щадящих технологий обработки молибденового проката представляет значительный интерес.

В литературе имеются сведения о режимах электрохимической обработки молибдена и его сплавов в нейтральных и кислых электролитах [2, 3]. При растворении молибдена в нейтральных растворах наблюдаются ограничения скорости растворения, зависящие от скорости массопереноса, что связывают с замедленностью отвода продуктов анодного растворения от поверхности анода. Использование кислых электролитов предполагает применение невысоких плотностей тока (1,0-1,5 А/дм²), что не обеспечит высокой производительности процесса. Важно отметить, что приведенные сведения относятся к процессу электрополирования чистого молибдена. Следовательно, если исходить из задачи очистки молибденового проката от смазки и прокатного поверхностного слоя и с учетом масляной основы прокатных смазок, поиск эффективного электролита для электрохимиче-

ской очистки проката следует выполнить с использованием щелочных растворов.

На рис. 1 представлены анодные поляризационные кривые для молибдена с прокатным слоем.

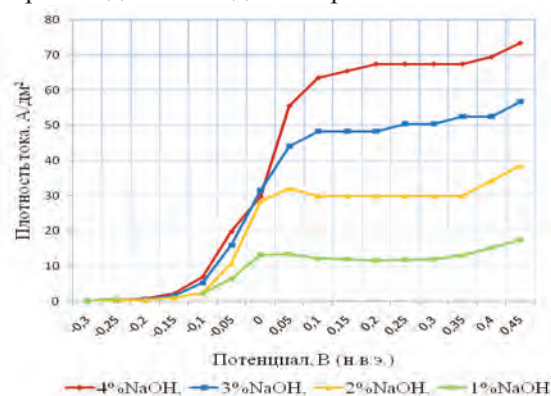


Рис. 1. Анодные поляризационные кривые для молибдена с прокатным слоем

Анализ полученных зависимостей показывает закономерное возрастание скорости растворения образца с увеличением концентрации щелочи в активной области, что свидетельствует об отсутствии существенных диффузионных ограничений процесса. Однако при более высоких поляризациях, которые представляют значительный интерес для электрохимической обработки, наблюдается менее выраженное увеличение скорости с потенциалом. Это явление объясняется существенными диффузионными ограничениями процесса, связанными с наличием в приэлектродном пространстве вязкого слоя, состоящего из пересыщенного продуктами анодного растворения слоя электролита. Такое состояние приэлектродного слоя обеспечивает анодное растворение металла в условиях сглаживания поверхности [3]. Этот эффект наиболее ярко выражен для 4%-ой щелочи, что дает основание полагать, что в этом растворе может быть достигнута высокая скорость травления металла при

максимальном сглаживании поверхности.

Влияние плотности тока на длительность очистки образца от смазки и окалины в растворах щелочи показано на рис. 2. Каждая линия отвечает условиям гарантированного полного удаления прокатной окалины.

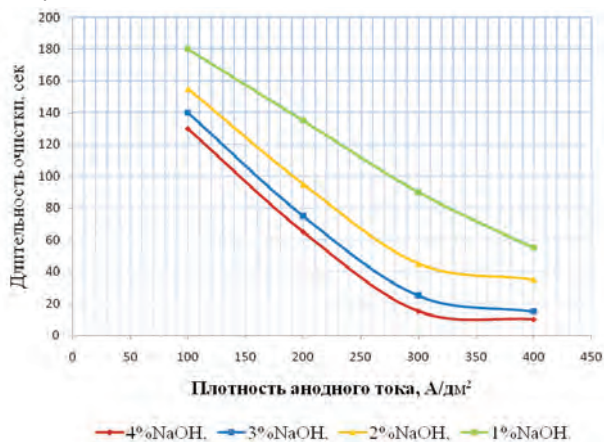


Рис. 2. Влияние плотности тока на длительность очистки молибдена

Из полученных данных следует, что с увеличением концентрации щелочи и плотности тока скорость удаления прокатного слоя увеличивается, что проявляется в уменьшении длительности обработки, которая при плотности тока 300 А/дм² для 4%-ного раствора щелочи составляет около 20 секунд. Важно, что и состояние обработанной поверхности (степень гладкости) также улучшается при больших плотностях тока.

С учетом энергетических затрат, производительности процесса и качества поверхности после обработки для реального технологического процесса можно рекомендовать очистку молибденового проката в 4%-ной щелочи при плотностях тока 300-350 А/дм².

Использование высоких плотностей тока связано с естественным самопроизвольным разогревом электролита за счет джоулева тепла. Повышение температуры способствует увеличению скорости растворения. Однако чрезмерное повышение температуры электролита вызывает его интенсивное ускорение, унос с парами воды щелочи, ужесточение требований по защите среды и персонала. Поэтому в реальных условиях температура электролита должна оставаться на уровне 50-60 °С, что может быть достигнуто организацией рационального теплообмена установки с окружающей средой.

При практической реализации процесса электрохимического травления металлопроката очень важно знать скорость растворения основного металла после полного удаления прокатного слоя. Это необходимо для оценки потерь металла в случае перетравки продукции. С этой целью были проведены исследования по оценке скорости травления чистого молибдена при плотности тока 300 А/дм² в 4%NaOH (рис. 3). С учетом длительности обработки (до 10 с) потери металла могут составить не более 10 г/м².

Известно [3, 4], что для стабилизации и ускорения анодного травления металлов используются добавки в электролит.

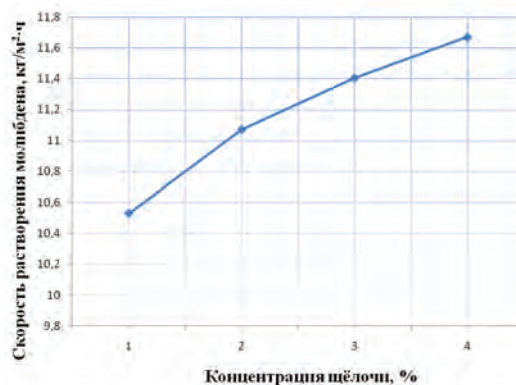


Рис. 3. Влияние концентрации щёлочи на скорость анодного растворения молибдена

На рис. 4, 5 представлены результаты влияния добавок солей натрия на скорость очистки молибденового проката в щелочном электролите.

Результаты исследований показали, что добавление солей натрия к электролиту позволяет существенно повысить производительность процесса (длительность процесса очистки проката уменьшается). Методом симплекс-планирования [5] выполнена оптимизация состава трехкомпонентной смеси. Получен оптимальный состав электролита для очистки проката: NaOH 23-63 %; NaCl 26-50 %; Na₃PO₄ 6-35 %.

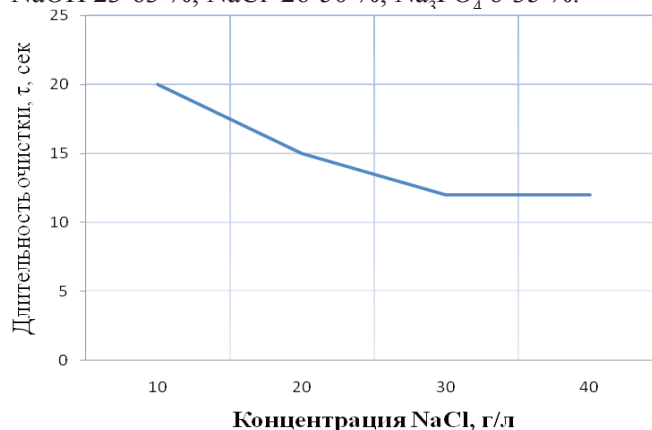


Рис. 4. Влияние концентрации хлористого натрия на длительность очистки молибдена

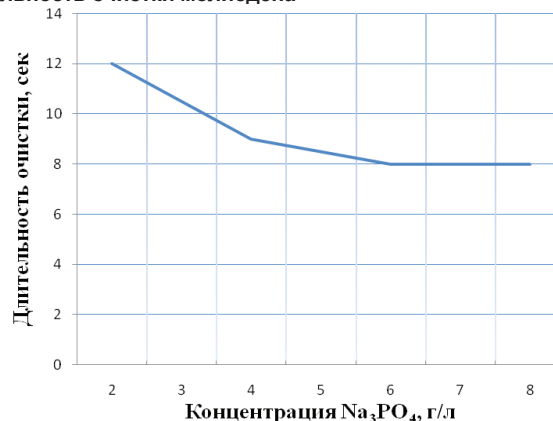


Рис. 5. Влияние концентрации тринатрийфосфата на длительность очистки молибдена

Важной технологической характеристикой электролита является его работоспособность без корректирования состава. Результаты оценки такой работоспособности представлены на рис. 6.



Рис. 6. Зависимость длительности очистки молибдена от количества пропущенного электричества

Эксперимент показал, что электролит резко снизил свою активность, что проявилось в увеличении времени, необходимого для удаления прокатной окалины, после того как через электролизер было пропущено количество электричества, равное около 400 А·ч в расчете на 1 л раствора. Расчет эффективности процесса очистки молибдена в предлагаемом электролите по методике, изложенной в [6] показал, что в 1 м³ электролита при плотности тока 300 А/дм² может быть обработано около 3000 м² молибденового проката.

Выводы

1. Исследовано влияние концентрации едкого натра и плотности анодного тока на длительность очистки плоского молибденового проката от окалины и смазки и качество обработанной поверхности.
2. Установлено, что оптимальным раствором для электрохимической очистки молибденового

проката есть электролит состава 4% NaOH + 30 г/л NaCl + 6 г/л Na₃PO₄, который обеспечивает высокопроизводительную и качественную очистку проката при анодной плотности тока 300 А/дм², длительность процесса очистки при этом составляет 8-10 с.

3. Определена длительность сохранения травильных способностей предлагаемого электролита. Для данного раствора общая энергоемкость составляет около 400 А·ч/л, что обеспечит обработку около 3000 м² изделий до замены электролита при объеме рабочего раствора 1 м³.

Библиографический список

1. Клячко Л.И., Левтоков И.П., Уманский А.М. Новое в технологии вольфрама и молибдена. - М.: Металлургия, 1979. – 214 с.
2. Атанасянц А.Г. Электрохимическое изготовление деталей атомных реакторов. - М.: Энергоатомиздат, 1987. – 176 с.
3. Грилихес С.Я. Электрохимическое и химическое полирование. – Л.: Машиностроение, 1987. – 128 с.
4. Липкин Я.Н., Штанько В.М. Химическая и электрохимическая обработка стальных труб. – М.: Металлургия, 1982. – 256 с.
5. Пинчук С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем. – Днепропетровск: ООО Независимая издательская организация «Дива», 2008. – 248 с.
6. Исследование закономерностей катодного восстановления железа из отработанных травильных растворов / С.И. Пинчук, А.М. Грещик, Е.В. Белая, А.Н. Ковзик // Металлург. горноуд. Промсть. – 2010. - № 6. – С. 72-73.

Поступила 30.05.2013



**В РЕДАКЦИИ МОЖНО ЗАКАЗАТЬ ЭЛЕКТРОННУЮ
ВЕРСИЮ ЖУРНАЛА**

**стоимость электронного варианта - 288 грн.,
стоимость печатного варианта - 430 грн.**

контактный телефон, факс 0562-46-12-95