$$S_{\min} \geq \frac{F_{ин} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{F}{F_{ин}} \right)^2}}{[\sigma]}. \quad (19)$$

Так как мы приняли предположение, что в опасном сечении у нас прямоугольник, то тогда остаточная толщина стенки молотка δ , исходя из формулы (3), определится по формуле

$$\delta \geq \frac{F_{ин} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{F}{F_{ин}} \right)^2}}{h \cdot [\sigma]}. \quad (20)$$

Определив значение силы F и силы инерции $F_{ин}$ можно определить остаточную толщину стенки молотка δ .

1. Ялпачик Ф.Е. Влияние износа молотков кормодробилки на передачу ударов их осям подвеса /Ф. Е. Ялпачик // Механизация и электрификация с/х. – 1989г., № 3 с.45 – 49.
2. Моисеев О.Н., Полуян А.Г., Соловьев А.Н. Численное моделирование процесса изнашивания молотка в молотковой дробилке // Исследования и реализация новых технологий и технических средств в сельскохозяйственном производстве Сборник научных трудов. Российская академия сельскохозяйственных наук; Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт механизации и электрификации сельского хозяйства (ВНИПТИМЭСХ). Зерноград, 2001. С. 275-279.

Соловьев Д.С.^{1,2}, Соловьева И.А.²

Оптимизация распределения плотности тока для улучшения равномерности гальванического покрытия

¹Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина

²Тамбовский государственный технический университет
(Россия, Тамбов)

doi: 10.18411/lj-10-2018-200

idsp: 000001:lj-10-2018-200

Аннотация

В работе рассматриваются перспективные направления снижения неравномерности гальванического покрытия посредством оптимизации распределения катодной плотности тока.

Ключевые слова: неравномерность покрытия, оптимизация.

Abstract

The paper discusses promising directions for reducing the non-uniformity of electroplating by optimizing the distribution of cathode current density.

Keywords: non-uniformity of the coating, optimization.

Гальваническое осаждение толщины покрытия на поверхности деталей никогда не бывает равномерным. Фактическая толщина в любой точке поверхности детали обычно упоминается как локальная толщина. Минимальная локальная толщина покрытия обычно нормируется регламентом, чтобы обеспечить достижение требуемых эксплуатационных характеристик для деталей. Неравномерность R гальванического покрытия можно вычислить как отношение среднего значения толщины к минимальному $\delta^{\min}$ из локальных:

$$R = \frac{1}{S_c} \int_{S_c} \frac{\delta(x, y, z)}{\delta^{\min}} \cdot dS_c, \quad (1)$$

где S_c – поверхность детали-катода; $\delta(x, y, z)$ – толщина покрытия в точке с координатами (x, y, z) .

К факторам, оказывающим наибольшее влияние на неравномерность наносимого покрытия, относится плотность тока. Неоднородное распределение потенциала в электролите обычно приводит к неравномерному распределению тока на поверхности катода. Однородность плотности тока на катоде в этом случае зависит от геометрии ячейки и от величины электродной поляризации.

К наиболее перспективным способам улучшения равномерности гальванического покрытия относится применение ванн со многими анодами, каждый из которых подключен к общему источнику питания через устройство, способное регулировать величину силы тока [1]. Значение величины силы тока для каждой анодной секции подбирается из условия минимизации критерия (1).

На рисунке 1 демонстрируются результаты моделирования гальванического никелирования с $\delta^{\min} = 10$ мкм на катоде ступенчатой формы с использованием монолитного анода (традиционный способ) и системы из 3-х анодных секций с оптимальными значениями силы тока на каждой.

Рисунок 1. Распределение толщины покрытия:
а) монолитный анод; б) многоанодная ванна

В первом случае величина (1) составила 1,968821, а во втором – 1,396218. Эффективность предложенного способа для рассмотренного примера составляет 29%.

1. Соловьев Д.С., Мукина И.А., Литовка Ю.В. Особенности оптимального управления гальваническими процессами в многоанодной ванне с различными значениями силы тока // Мехатроника, автоматизация, управление. 2017. Т. 18, № 9. С. 631 – 636.

Сошина Т.О., Богданов С.В., Табаков А.Ю.

Рекультивация зольно-шлаковых отвалов металлургического производства

ФГБОУ ВО Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Лысьвенский филиал
(Россия, Лысьва)

doi: 10.18411/lj-10-2018-201

idsp: 000001:lj-10-2018-201

Аннотация

Разработаны мероприятия по рекультивации зольно-шлаковых отвалов на территории Пермского края и Уральского федерального округа, включающие в себя разработку плана рекультивации, сортировку отходов, переработку и брикетирование. Изготовлен опытный образец сортировочной установки «СУ-6000». Отличительным