

Метрологическое обеспечение инновационных технологий»
«Metrological Support of Innovative Technologies»
ICMSIT-2020

«Измерение толщины оксидного покрытия в процессе
микродугового оксидирования»

Голубков П.Е., Печерская Е.А., Зинченко Т.О., Баранов В.А., Козлов Г.В., Шепелева Ю.В.



Актуальность

Технология получения защитных покрытий методом микродугового оксидирования (МДО) востребована во многих отраслях промышленности, однако существующее технологическое оборудование не позволяет измерять свойства покрытия непосредственно во время его формирования, и корректировать отклонение этих свойств от требуемых значений, что затрудняет управление технологическим процессом.

В связи с этим требуется:

- Проанализировать существующие методы измерения толщины диэлектрических покрытий на металлических подложках с целью выяснения их применимости для процесса микродугового оксидирования
- Разработать измерительный преобразователь толщины МДО-покрытий, удовлетворяющий предъявляемым требованиям.



Требования к измерительному преобразователю толщины МДО-покрытий

- Возможность измерения в режиме реального времени;
- Возможность измерения толщины покрытий во время их формирования, т.е. не вынимая деталь из гальванической ячейки и не выключая источник технологического тока;
- Диапазон измерения толщины - от 1 до 300 мкм;
- Относительная погрешность измерения толщины - не более 1 %.

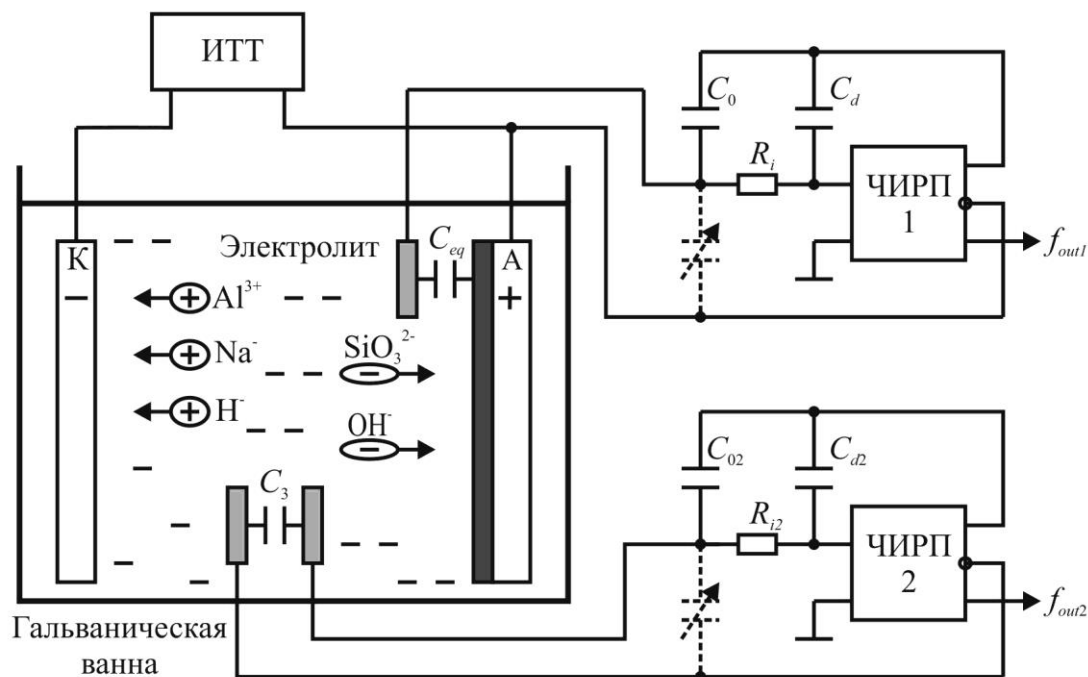


Методы измерения толщины оксидных покрытий

- Вихретоковый метод;
- Термографический метод;
- Радиометрический метод β -отражения;
- **Ультразвуковые методы:** эхо-импульсный и резонансный;
- **Оптические методы:** поляризационный; интерференционный; колориметрический; метод светового сечения; метод теневого сечения;
- **Электрические методы:** зондовые методы; емкостной метод; методы измерения толщины, использующие измерительные мосты и делители напряжения, в частности, **метод частотного интегрирующего развертывающего преобразователя (ЧИРП).**



Метод ЧИРП



Метод ЧИРП позволяет осуществить преобразование толщины покрытия в частоту. Первичным преобразователем служит конденсатор емкостью C_{eq} , имеющий структуру «анод-покрытие-электролит-измерительный электрод». Преобразователем «емкость-частота» выступает схема ЧИРП. Выходная частота f_{out} зависит от емкости C_{eq} : если $C_{eq} < C_0$, f_{out} уменьшается; если $C_{eq} > C_0$ – увеличивается (рис. 2).

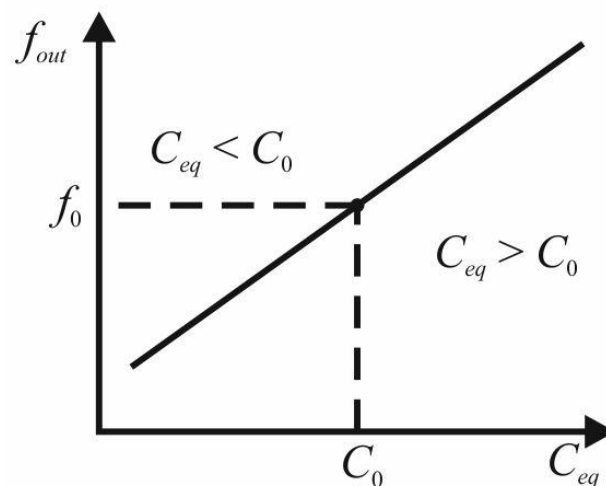


Рис. 2.

Толщину покрытия можно найти по формуле:

$$d_1 = \left(\frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C_3} \right) \cdot \frac{1}{S_{dc}}$$

Диапазон измерения толщины составляет от 0 до 300 мкм, а погрешность не превышает 1%.

Рис. 1. Структура измерительного канала толщины МДО-покрытия: ИТТ – источник технологического тока, А – анод, К – катод, ЧИРП – частотный интегрирующий развертывающий преобразователь



Выводы

Наиболее приемлемым методом измерения толщины является метод ЧИРП, имеющий возможность непрерывного измерения толщины покрытия непосредственно во время МДО-обработки.

- Для измерения толщины покрытий наиболее применимы электрические методы, например, емкостной метод и особенно метод ЧИРП, учитывающий специфику процесса микродугового оксидирования. Применение данного метода позволит не только получить наиболее точные и достоверные зависимости толщины оксидных слоев от технологических параметров, но и обеспечить ее непрерывный контроль в течение всей МДО-обработки.



Контакты

Голубков Павел Евгеньевич

Пензенский государственный университет

E-mail: golpravpnz@yandex.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
04 марта 2020

**Метрологическое обеспечение инновационных
технологий» - «Metrological Support of Innovative
Technologies» - ICMSIT-2020**