

УДК 621.314.58

## **Разработка и компьютерное моделирование эквивалентной схемы процесса анодирования алюминия**

**Кабышев Олег Александрович** – магистрант кафедры Промышленной электроники Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета).

**Фарниев Асланбек Борисович** – магистрант кафедры Промышленной электроники Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета).

**Кабышев Александр Михайлович** – кандидат технических наук, доцент кафедры Промышленной электроники Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета).

*Аннотация:* Выполнено исследование процессов в гальванической ванне анодирования алюминия. Получены осциллограммы, протекающего тока и напряжения на электродах ванны. Разработана структура электрической эквивалентной схемы процесса анодирования. Выполнено компьютерное моделирование процессов, протекающих при анодировании алюминия.

*Ключевые слова:* Анодирование, алюминий, гальваническая ванна, источник электропитания, эквивалентная схема, осциллограммы, компьютерное моделирование.

Для повышения качества деталей выполненных из алюминия и его сплавов широко применяются технологические процессы электрохимической обработки, в результате которых улучшаются прочностные, антикоррозионные и электроизоляционные свойства поверхности изделия, повышается ее жаростойкость. Мембраны на основе пористой

структуры оксида алюминия также востребованы в различных областях науки и техники. В настоящее время ведутся работы направленные на совершенствование технологии электрохимического оксидирования алюминия и его сплавов [1,2,3,4].

На качество технологических процессов значительное влияние оказывают параметры источников электропитания, режимы работы которых, в свою очередь, зависят от электрических параметров ванны электрохимического оксидирования алюминия, которая для источника электропитания является нагрузкой с емкостным характером. Поэтому разработка источников электропитания с высокими эксплуатационными и энергетическими характеристиками невозможна без учета характера и параметров нагрузки.

Целью данной работы является определение топологии электрической эквивалентной схемы гальванической ванны для анодирования алюминия. Для решения поставленной задачи использовалась установка, схема которой показана на рис.1.

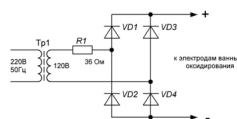
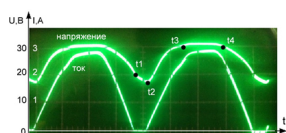


Рисунок 1. Установка для проведения эксперимента.

В схеме используется понижающий трансформатор Tr1. Диоды VD1- VD4 образуют выпрямительный мост, выводы которого подключены к электродам ванны оксидирования. Резистор R1 выполняет функции балластного сопротивления, служит для ограничения величины тока, протекающего через ванну. Применение резистора обусловлено малой мощностью установки для проведения эксперимента и тем, что он не будет влиять на характер, протекающих электромагнитных процессов.

В качестве объекта исследования использовалась гальваническая ванна, с внутренним объемом 1001см<sup>3</sup>, заполненным электролитом на основе щавелевой кислоты. В ванне установлены электроды: свинцовый катод и алюминиевый анод, площадь электродов равна 130см<sup>2</sup>.

На рис.2 показаны осциллограммы напряжения на электродах ванны оксидирования и тока, протекающего между ними.



*Рисунок 2. Осциллограммы тока и напряжения.*

На осциллограмме напряжения точками t1-t4 отмечены участки, характерные для протекающих электромагнитных процессов. На интервале времени t1-t2, как видно из осциллограммы тока, ток не протекает, это говорит о том, что закрыты диоды (VD1-VD4) мостового выпрямителя, а это возможно только в случае, если напряжение на электродах ванны будет превышать величину мгновенных значений напряжения на вторичной обмотке трансформатора. На интервале времени t3-t4 имеет место стабилизация напряжения на электродах на уровне 30В.

На основе анализа формы осциллограмм напряжения и тока была разработана электрическая эквивалентная схема процесса анодирования алюминия (рис.3).

На рис.3 показана, адаптированная для компьютерного моделирования в среде программного продукта Orcad, схема источника электропитания (рис.1). В схеме рис.3 функцию нагрузки выполняет разработанная эквивалентная схема ванны

электрохимического оксидирования.

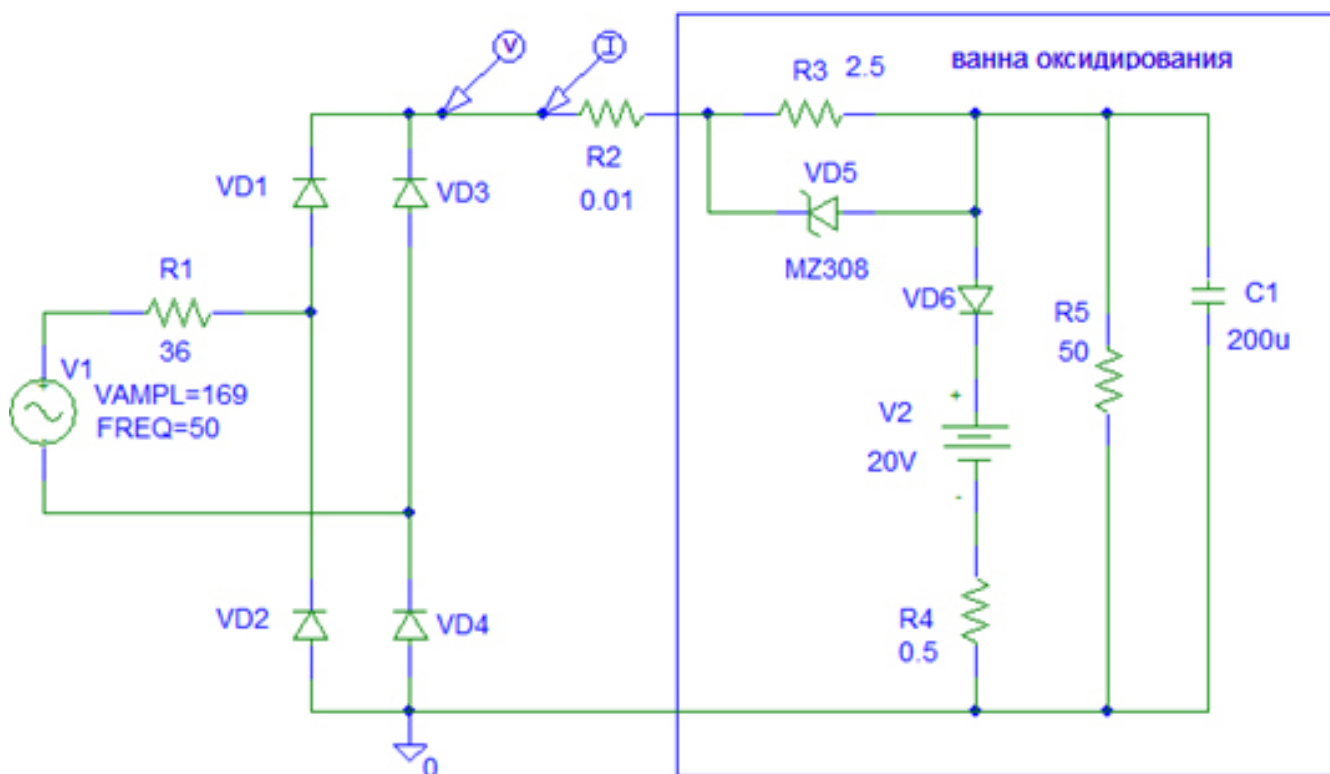
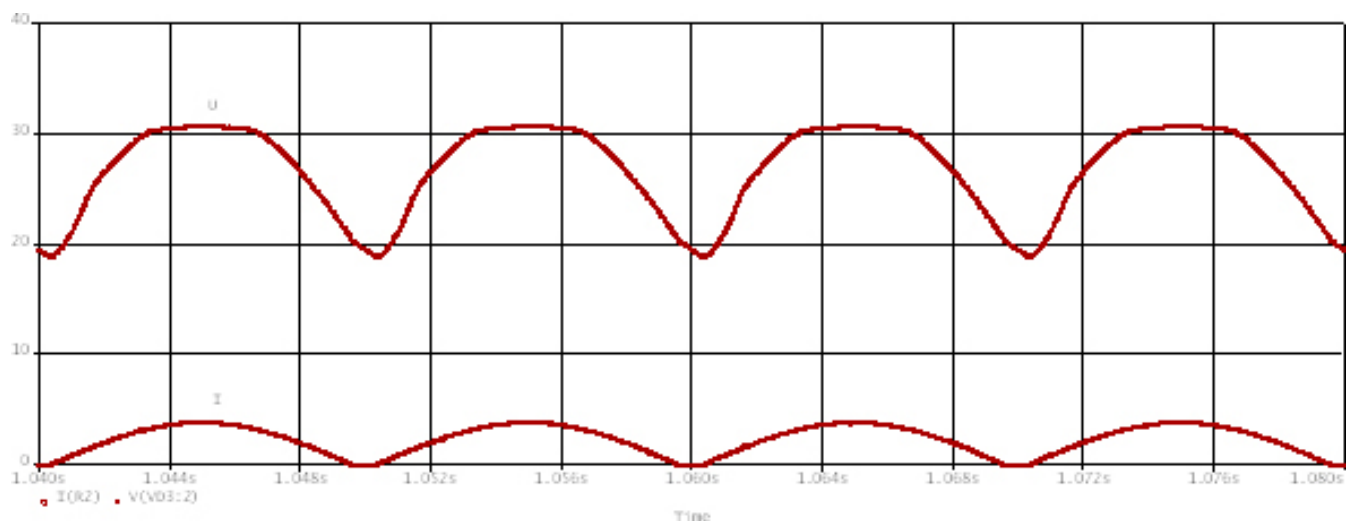


Рисунок 3. Компьютерная модель источника электропитания.

Электромагнитные процессы, протекающие в схеме, выполненной на основе элементов VD6, V2, R4, R5, C1 моделируют процессы, протекающие в ванне на интервале времени  $t_1-t_2$  (рис.2). Параметры элементов R3, VD5 позволяют задавать длительность временного интервала  $t_3-t_4$ , а также величину и форму напряжения на этом интервале.

На рис.4 показаны результаты компьютерного моделирования, приведены временные диаграммы напряжения и тока, соответствующие эквивалентной схеме процесса анодирования.



*Рисунок 4. Результаты компьютерного моделирования.*

Сравнение временных диаграмм с осциллограммами, показанными на рис.2, позволяет сделать вывод о соответствии электромагнитных процессов, протекающих в разработанной эквивалентной схеме, процессам в исследуемой ванне анодирования алюминия.

Полученные результаты могут найти применение при разработке преобразователей электрической энергии, предназначенных для электропитания процессов анодирования алюминия.

#### *Список литературы*

1. Аверин В.А., Губич И.А. Анализ моделей формирования и упорядочения пористой структуры оксида алюминия. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. -2013.-№2(26). -С.91-100.

2. Скопинцев В.Д. Оксидирование алюминия и его сплавов.-М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2015.-120с.

3. Девяткина Т.И., Спасская М.М., Москвичев А.Н., Рогожкин В.В., Михаленко М.Г. Анодное оксидирование алюминия и его сплавов для получения качественных гальванических покрытий.// Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2013, №4(1), С.109-114.

4. Понамарев И. С., Кривоносова Е. А. Особенности процесса микродугового оксидирования алюминиевых сплавов при работе с типовыми промышленными источниками питания. // Современные проблемы науки и образования. -2014. №6.

{social}