

VI Всероссийская научно-практическая конференция для студентов и учащейся молодежи  
«Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении»

пигмент. В обработанном растворе содержание соединений свинца и хрома (VI) находилось на уровне 0,02 мг/л по свинцу и 0,01 мг/л по хрому.

Отделение соединений свинца в пределах  $3\div 5$  г/л  
из раствора

Модельный раствор объемом 100 мл с содержанием соединений свинца (в пересчете на свинец) в пределах  $3\div 5$  мг/л помещали в осадительную емкость – реактор –осадитель объемом 2 л. В другую емкость объемом 1 л помещали 0,5 л раствора, содержащего совместно соединения хрома (III,VI) в концентрации  $200\div 250$  г/л, и добавляли концентрированный раствор карбоната натрия до установления  $pH=7\div 8$ . Образующийся осадок отделяли отстаиванием. Раствор, содержащий уже только шестивалентный хром, дозированно добавляли (в эквивалентном количестве) в реактор-осадитель к модельному раствору, с содержанием соединений свинца  $10\div 20$  мг/л. Обработанный раствор отстаивали, отделяли желтый осадок, представляющий собой высококачественный желтый пигмент. В обработанном растворе содержание соединений свинца и хрома (VI) находилось на уровне 0,02 мг/л по свинцу и 0,01 мг/л по хрому.

Данный метод может быть использован в машиностроительной, химической и других отраслях промышленности, где требуется очистка сточных вод от соединений свинца и хрома.

Литература.

1. Бесков В.С., Сафронов В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов. - М.: Химия, 1999. - 472 с.
2. Ансеров Ю.М., Дурнев В.Д. Машиностроение и охрана окружающей среды. - Л.: Машиностроение, Лен. отделение, 1979. - 224 с.
3. Бучило Э. Очистка сточных вод травильных и гальванических отделений. - М.: Металлургия, 1974. - 200 с.

### ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ АНОДНОГО ОКСИДИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЯ

*И.Д. Щепкин, студент группы 10741,*

*научный руководитель: Деменкова Л.Г.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Алюминий – этот важнейший представитель легких металлов, нашел исключительно широкое применение в самых разнообразных отраслях современной техники благодаря тому что обладает такими свойствами, как малый удельный вес, высокая электропроводность, достаточная механическая прочность и большая коррозионная стойкость по отношению к ряду химических веществ. Разнообразное применение алюминий находит себе в пищевой промышленности (упаковка из фольги, консервные банки, укупорка бутылок и т. д.). Наконец, алюминий и его сплавы широко используются в быту (посуда, мебель и пр.) и для всякого рода художественных и декоративных целей. В заключение следует особо отметить значение алюминия как стратегического металла. Такие отрасли военной техники, как самолетостроение, авиастроение, судостроение, танкостроение, артиллерия, производство средств связи, а также взрывчатых веществ требуют применения алюминия и его сплавов.

Алюминий – активный металл. Судя по электродному потенциалу ( $E^\circ(A1^{3+}/A1) = -1,66$  В) алюминий должен легко растворяться в растворах кислот. Однако в некоторых средах, например, на воздухе алюминий покрывается прочной и плотной оксидной пленкой  $Al_2O_3$  (или  $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ ), которая в нейтральных и слабокислых средах предохраняет металл от коррозии. Если изделие должно работать в более агрессивных средах, то пленку оксида приходится искусственно наращивать. Существует множество различных работ, касающихся структуры этой пленки, формируемой при низкой температуре с помощью воздуха, однако в большинстве случаев она признается аморфной. При более высоких температурах (более  $450$  °С) происходит формирование кристаллического  $Al_2O_3$ . Оксидные пленки обычно обладают хорошим сцеплением с поверхностью. Они характеризуются толщиной и пористостью. От этих параметров зависит электропроводность металла, поскольку сам материал пленок – диэлектрик [1]. Поры пленок можно наполнять пассиваторами, что повышает их устойчи-

вость к коррозии, и красителями. Таким образом, иногда требуется получать плотные пленки, а иногда – рыхлые.

Для придания изделиям из алюминия высокой коррозионной стойкости, износостойкости, твердости, электроизоляционных свойств, декоративного вида их подвергают анодному оксидированию, искусственно наращивая толстый оксидный слой на поверхности. В последнее время интенсивное развитие получило декоративное анодирование, обеспечивающее высокую светостойкость во всей цветовой гамме. Известны и способы получения окрашенных плёнок непосредственно в процессе анодирования – цветное анодирование, обладающее тем преимуществом, что это одностадийный процесс – не требуется последующее окрашивание анодных плёнок. Однако известные процессы цветного анодирования обладают рядом недостатков, которые ограничивают их применение. Это в основном нестабильность электролитов анодирования, медленное окрашивание плёнок и однообразность получаемых цветов [5]. В связи с указанными недостатками ведется поиск новых электролитов и разработка новых процессов цветного анодирования. В частности для расширения гаммы получаемых цветов предлагается применять электролиты на основе ванадатов, молибдатов, вольфраматов и манганатов [3]. Однако отсутствие систематических исследований, разноречивость воззрений на механизм этих процессов затрудняет эффективное решение технологических задач. Таким образом, тема работы актуальна.

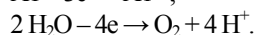
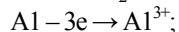
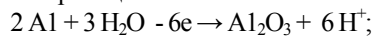
Электролиты для анодной электрохимической обработки (окисления) алюминия подразделяют на две группы.

Электролиты, в которых оксид алюминия практически не растворяется, например растворы слабых неорганических или органических кислот (борной  $H_3BO_3$ , лимонной  $C_6H_8O_7$ ). Образующиеся в этих условиях пленки толщиной до 1 мкм почти не имеют пор и очень плохо проводят ток, что ограничивает их рост [2]. В результате толщина пленки  $d$  оказывается пропорциональной напряжению на электролизере  $U$ :

$$d = b \cdot U, \text{ где } b = 1,4 \cdot 10^{-7} \text{ см/В} - \text{коэффициент пропорциональности.}$$

Электролиты, достаточно хорошо растворяющие оксид алюминия (растворы фосфорной кислоты  $H_3PO_4$ , серной кислоты  $H_2SO_4$ , щавелевой кислоты  $H_2C_2O_4$ ) [2]. В этом случае образуются пористые, проницаемые для раствора пленки, толщина которых в зависимости от условий электролиза составляет 1-500 мкм. Поры таких плёнок можно заполнять как пассиваторами, так и красителями, причем делать это как в процессе электролиза, так и после.

При анодном оксидировании алюминия в электролитах второй группы на аноде протекают параллельно реакции:



С ростом концентрации кислоты и при повышении температуры скорость растворения оксида увеличивается. Это приводит к уменьшению толщины плёнки, образующейся за определенное время электролиза, и к увеличению ее пористости. При этом влияние плотности тока на толщину плёнки оказывается неоднозначным. С одной стороны, её увеличение приводит к увеличению скорости образования оксида. С другой стороны, при увеличении плотности тока зона роста плёнки разогревается, что приводит к повышению скорости растворения оксида и уменьшению его толщины. В любом случае, при анодном оксидировании алюминия напряжение на электролизере должно быть значительно выше, чем во многих процессах электроосаждения металлов, чтобы преодолеть сопротивление плёнки.

В данной работе было изучено влияние состава раствора и режима оксидирования (плотность тока, температура) на свойства оксидной пленки, а также получены окрашенные оксидные плёнки.

Перед работой аноды (алюминиевая проволока размером  $0,15 \times 10$  см) необходимо тщательно зачистить с помощью наждачной бумаги. Рассчитывают длину электрода, которую следует погрузить в электролит для достижения плотности тока  $100 \text{ A/m}^2$  при силе тока 20 мА. Далее проводят электрохимическое оксидирование. Схема двухэлектродная, режим работы – гальваностатический, плотность тока  $100 \text{ A/m}^2$ , время опыта 30 мин [4]. Разъёмы потенциостата замыкают в соответствии с двухэлектродной схемой. В стакан на 50 мл наливают электролит в соответствии с табл.1. В него помещают подготовленный алюминиевый анод, который закрепляют в штативе. В том же штативе закрепляют угольный электрод – катод. Электроды подключают к потенциостату. Алюминиевый электрод подсоединяют к разъёму «Work», графитовый - к разъёму «Counter».

Электролиты для оксидирования готовят в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Составы электролитов и условия анодного оксидирования [4]					
№ раствора	Компоненты	Концентрация, г/л	$t$ , °С	$J$ , А/м <sup>2</sup>	$Q$ , А·ч/м <sup>2</sup>
1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	180	25	100-200	15-150
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	180 10	25	100-300	15-250
3	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	40	25	100-300	15-300
4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	2 25	25	100-300	15-300
5	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	30 1	25	50-150	15-150

После оксидирования электрод высушивают и проводят окрашивание полученного покрытия. Растворы для окрашивания оксидной плёнки готовят в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Составы растворов для окрашивания оксидных пленок алюминия и окраска пленки [4]			
№ раствора	Компонент	Концентрация, г/л	$t$ , °С
Синяя окраска			
1а	K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	15	25
1б	FeCl <sub>2</sub>	50	25
Золотисто-коричневая окраска			
2а	Co(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub>	50	50
2б	KMnO <sub>4</sub>	30	30

Для непосредственного окрашивания оксидной пленки оксидированный алюминий погружали в стакан с предварительно нагретым до 40-60 °С раствором FeNH<sub>4</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>2</sub> с концентрацией 8 г/дм<sup>3</sup> и pH 5,0-5,5 на 5-20 мин [4]. Получали золотистые покрытия.

Для окрашивания оксидной пленки по реакции двойного обмена оксидированный алюминий погружали сначала в стакан с раствором для окрашивания 1а (или 2а, табл. 2) на 15-20 мин, затем после промывки холодной водой в раствор 1б (или, соответственно, в раствор 2б). После выдержки в растворе в течение 5-30 мин образцы снова промывали холодной водой и высушивали на воздухе [4].

Установлено, что оптимальными условиями оксидирования обеспечиваются применением раствора № 4 (таблица 1), при использовании которого получают наиболее легко окрашиваемые плёнки. Результаты работы могут быть использованы при разработке методов и технологий получения окрашенных анодных оксидных пленок на алюминии и его сплавах.

Литература.

1. Акимов А.М. Свойства и назначение алюминия [Электронный ресурс]. – <http://for-engineer.info/metalurg/aluminum/svoystva-i-naznachenie-alyuminiya.html>
2. Галеев И.Т. Оксидная плёнка алюминия [Электронный ресурс]. – <http://vseokraskah.net/alyuminij/oksidnaya-plenka-alyuminiya.html>
3. Кусков В.Н., Коленчин Н.Ф., Шадрина П.Н., Сафронов А.В. Структура и свойства анодной оксидной плёнки на алюминии и сплаве Д16 // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11–3. – С. 625-629; URL: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=9999801](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=9999801) (дата обращения: 27.02.2015).
4. Лебедева, О.К., Культин, Д.Ю., Жилин, Д.М. Электрохимия [Текст]: Руководство для студентов. – М.: Научные развлечения, 2014. – 44 с.
5. Халипина Н. Н. Кинетические закономерности электрохимического окрашивания анодных оксидных пленок на алюминии и его сплавах [Электронный ресурс]: авт. дисс ... к. т. н. – <http://www.disserr.com/contents/146736.html>