

УДК 669.587

А. Б. Лившиц, Ю. А. Дон, П. Н. Желтов

ВАТ «Український науково-дослідний інститут технології машинобудування», Дніпропетровськ

Энергосберегающее анодирование алюминиевых сплавов

Надійшла до редакції 14.07.08

Розроблено новий енергоощадний прискорений спосіб нанесення нанооксидних покриттів (НАнОкс) алюмінієвих сплавів. Висока антикорозійна стійкість покриттів НАнОкс забезпечується їхньою безпористістю та високою стійкістю безводного оксиду алюмінію. Покриття НАнОкс універсальні і рекомендуються для антикорозійного захисту практично усіх деталей та поєднань із різних алюмінієвих сплавів, у тому числі для напусних, клеєзварних з'єднань та алюмінієвих вузлів з сталевими деталями. Впровадження процесу наноанодування дозволить в десятки разів скоротити енергетичні витрати та виробничі потужності при одночасному поліпшенні екологічної безпеки робіт.

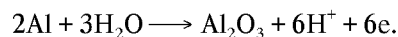
Анодирование алюминиевых сплавов в стандартных сернокислотных электролитах является одним из наиболее масштабных гальванических процессов в ракетно-космической и самолетостроительной отраслях промышленности. Существующие проблемы сернокислотного анодирования в основном обусловлены высокими затратами электрической и тепловой энергии, расходуемых на электролиз, нагрев и вентиляцию многокубовых ванн. Для среднего предприятия (70—80 тыс. м² покрытий в год) расход энергии на анодирование составляет более 1 млн кВтч/год.

В ОАО «Украинский научно-исследовательский институт технологии машиностроения» разработан новый экологически безопасный энергосберегающий способ нанесения антикоррозионных наноаноднооксидных покрытий (НАнОкс) взамен стандартных анодноокисных покрытий, наполненных в воде (Ан.Окс.н/в) или в хромпике (Ан.Окс.нхр).

Покрытие НАнОкс осуществляется при анодной поляризации деталей в растворе солей 3-валентного хрома с буферными и поверхностно-активными добавками. На поверхности алюминиевого анода в этих условиях осаждаются ультратонкие беспористые покрытия негидратиро-

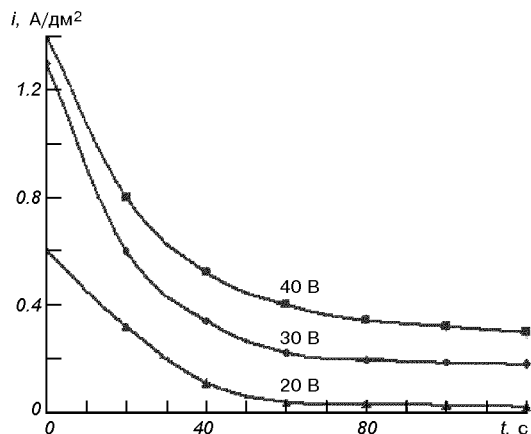
ванного кристаллического оксида алюминия. Кинетика процесса нанесения покрытий НАнОкс характеризуется $I - T$ зависимостями (плотность тока — время), снятыми в потенциостатическом режиме (рисунок).

С увеличением напряжения на электродах скорость процесса увеличивается. Максимальная скорость соответствует напряжению 40 В. Дальнейшее увеличение напряжения свыше 50 В приводит к возникновению на поверхности деталей «питтинговых» растратов. При напряжении 40 В ниспадающий участок кривой (первые 60—90 с электролиза) соответствуют максимальной скорости увеличения толщины оксидного покрытия, которое является результатом взаимодействия алюминиевого анода с водой:



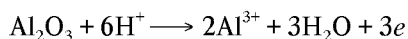
Выход по току образования оксида алюминия на этом участке составляет более 90 %.

Соли 3-валентного хрома непосредственно не участвуют в электродных реакциях. Их наличие необходимо для расширения пределов рабочих напряжений. С увеличением толщины покрытия положительный потенциал анода увеличивается. Создаются условия для протекания побочных реакций — растворения оксида алюминия и

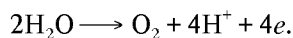


Электрокинетические зависимости при анодной поляризации сплава Д16, плакированного

выделения кислорода:



и



В результате побочных реакций скорость роста покрытия уменьшается и практически приостанавливается через 2.5—3 мин, при толщине покрытия более 100 нм.

Толщина оксидного покрытия, определенная гравитационным способом, для напряжений 20, 30, 40 В ($T = 2.5$ мин) составляет соответственно 60, 82, 98 нм с погрешностью $\pm 15...20\%$.

Покрытие НАнОкс в сравнении со стандартными покрытиями обладает более высокими антикоррозионными характеристиками. Это подтверждается измерениями защитной способности покрытий, приведенными в таблице. Защитная способность покрытий измеряли капельным методом (ГОСТ 9.308-78).

Аналогичные результаты получены при проведении ускоренных коррозионных испытаний в 3 % растворе NaCl (метод погружения).

Наноаноднооксидные покрытия не снижают усталостную прочность металла и обеспечивают высокую адгезию клеевых, лакокрасочных и теплозащитных покрытий. Важной особенностью разработанного электролита является его индифферентность к алюминию и к конструкци-

Защитная способность анодноокисных покрытий, сплав Д16 плакированный, температура испытаний 20 °С

Вид (шифр) покрытия	Напряжение, В	Время обработки, мин	Стойкость покрытия, мин
НАнОкс (УкрНИИТМ)	20	2	11.0
НАнОкс (УкрНИИТМ)	30	2	13.3
НАнОкс (УкрНИИТМ)	40	2	16.2
Ан.Окс.нв	20	30	10.5
Ан.Окс.нхр	20	30	12.5

онным сталям. Благодаря этому электролит, наряду с простыми деталями, позволяет:

- обрабатывать клепанные и сварные нахлесточные соединения, а также алюминиевые узлы со стальными деталями;
- совмещать антикоррозионную обработку изделий совместно с гидроиспытаниями (на стендах гидроиспытаний);
- проводить анодное окисление алюминиевых литых деталей, взамен стандартного токсичного хромовокислого анодирования.

Процесс наноанодирования не требует энергозатратных операций наполнения анодных пленок и снижает затраты на нейтрализацию отработанных сточных вод и электролитов. Для ракетного комплекса «Энергия» на стенде гидроиспытаний с использованием аналогичного электролита было успешно проведено внутреннее анодирование крупногабаритных баков емкостью более 2000 м³.

Сравнительно высокий уровень антикоррозионной защиты наноаноднооксидных покрытий является следствием их беспористой структуры и высокой химической стойкости Al₂O₃.

Режимы нанесения покрытий НАнОкс:

$$Da \text{ (начальное)} = 2.5\text{—}3 \text{ А/дм}^2,$$

$$V = 40\text{—}45 \text{ В}, \quad t = 15\text{—}20 \text{ }^\circ\text{С}.$$

Время анодирования — 2.5—3 мин.

Внедрение процесса наноанодирования практически для всех алюминиевых сплавов позво-

лит в десятки раз сократить энергетические затраты и производственные мощности при одновременном улучшении экологической безопасности гальванических цехов.

Заинтересованным предприятиям ОАО УкрНИИТМ оказывает необходимую техническую помощь.

1. Голубев А. И. Анодное окисление алюминиевых сплавов. — М.: Изд-во АН СССР, 1961.
2. Елинек Т. В. Успехи гальванотехники // Гальванотехника и обработка поверхности.—2007.—15, № 3.— С. 10—11.
3. Справочник химика. — М.: Изд-во «Химия», 1964.— Т. 3.—758 с.
4. Сухотин А. М. Справочник по электрохимии. — Л.: Изд-во «Химия», 1981.—309 с.

5. Thomas P., Benaben P. Nanostructures poreuses d'alumine: elaboration et proprietes // Galvano organo.—2005.— N 747.—S. 46—49.

NEW ENERGY SAVING METHOD OF NANOOXIDE PLATING FOR ALUMINIUM ALLOYS

A. B. Livshits, Yu. A. Don, P. N. Zheltov

A new energy saving method for nanooxide plating of aluminium alloys is developed. High anticorrosion resistance of nanooxide coverages (NanOks) is provided by their nonporosity. NAnOks plating method is universal and recommended for anticorrosive protection of articles made of D16, V95 AMG-6, Al8 and other alloys, for lap joints, aluminium units with steel components, glue-welding designs, etc. The application of nanoanodization allows one to reduce power inputs and production capacity by the factor of several tens as well as to increase environmental safety.