

УДК 621.793

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРЫ АЛЮМИНИЕВОЙ ФОЛЬГИ,
ПРИМЕНЯЕМОЙ В КАЧЕСТВЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ
ПОДЛОЖКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАТОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ
СОВРЕМЕННЫХ ХИТ**

С. И. Пинчук, Е. Н. Левко

Национальная металлургическая академия Украины

Актуальность и постановка задачи исследований

Химические источники тока (ХИТ) развиваются довольно высокими темпами. Это обусловлено как потребностями техники, особенно транспорта, вооружений, бытовой техники, средств коммуникации и энергетики, так и многими достоинствами ХИТ: возможностью работы в автономном режиме, широким диапазоном емкостей и мощностей, постоянной готовностью к действию, бесшумностью и др.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что литий-ионные источники тока обладают наиболее высокими электрохимическими характеристиками из всех существующих ныне электрохимических систем [1–5].

Успешность разработок в области создания современных химических источников тока (ХИТ) во многом определяется решением проблемы создания электродных материалов, имеющих высокую удельную емкость.

Главным фактором, определяющим важнейшие характеристики литий-ионных источников тока, такие как ёмкость и мощность, а также их стоимость, является материал катода.

В целях повышения экологичности, безопасности литий-ионных источников тока и обеспечения их продолжительной работоспособности в качестве катодного материала перспективно применение тонких однослойных и многослойных композитных покрытий на основе литий-марганцевой шпинели на алюминиевой подложке, которые обладают наиболее высокими электрохимическими характеристиками из всех существующих ныне электрохимических систем.

В качестве металлической подложки для получения катодных материалов современных источников тока применяют алюминиевую фольгу различной толщины, в зависимости от осаждаемого материала и от того, какой толщины катодный материал хотим получить. Выбор алюминиевой фольги в качестве подложки обусловлен тем, что алюминий обладает высокой электропроводностью и теплопроводностью.

Материал подложки должен удовлетворять следующим требованиям:

- обладать высокой электрической и механической прочностью;
- быть химически инертным по отношению к материалу активных веществ;
- обладать высокой теплостойкостью, электропроводностью и теплопроводностью;
- иметь коэффициент термического расширения, близкий по значению к таковому у материала осаждаемого покрытия.

Подложки при нанесении покрытий оказывают не только кристаллографическое ориентирующее действие, но и топологическое, связанное с их кривизной поверхностных неровностей.

Задачей настоящей работы было изучение текстуры алюминиевой фольги толщиной 10 мкм, служащей металлической подложкой при изготовлении катодов для современных ХИТ, с целью дальнейшего прогнозирования эксплуатационных, в том числе, адгезионных свойств катодов.

Методика проведения текстурных исследований

Текстурные исследования образцов алюминиевой подложки проводили методом прямых полюсных фигур [6–8] на автоматизированном и компьютеризированном рентгеновском дифрактометре ДРОН-2 в излучении CuK_α (напряжение на рентгеновской трубке составляло 25 кВт, ток – 10 мА). С этой целью рентгено съемку проводили при одновременном повороте образца вокруг двух взаимно перпендикулярных осей: наклоняли на угол ρ вокруг горизонтальной оси гониометра и вращали его на угол φ вокруг нормали к облучаемой поверхности. Угол ρ изменяли от 0 до 75° , а угол φ – многократно от 0 до 360° .

Поворачивая образец на углы ρ и φ при непрерывном изменении их значений, фиксировали изменение интенсивности рентгеновских лучей, отраженных от определенного семейства плоскостей различных зерен в зависимости от их пространственного расположения в образце. Исследовали изменение интенсивности интерференции {200} образцов алюминиевой подложки толщиной 0,01 мм.

Поскольку при наклоне образца относительно горизонтальной оси гониометра его облучаемая поверхность выходила из фокусирующего положения, то с целью поправки на дефокусировку рентгеновских лучей записывали в аналогичных условиях интерференцию {200} эталона.

По экспериментальным текстурным кривым, с учетом поправки на дефокусировку, строили центральную часть прямой полюсной фигуры от 0 до 75° и определяли преимущественные ориентировки зерен, которые описывают текстуру образца.

Результаты и их обсуждение

Методом рентгенотекстурного анализа с помощью дифрактометра ДРОН-2 были проведены исследования кристаллографической текстуры алюминиевой подложки (рис. 1, 2). Прямая полюсная фигура (200) алюминиевой подложки, построенная с использованием полученных текстурных кривых, представлена на рисунке 1.

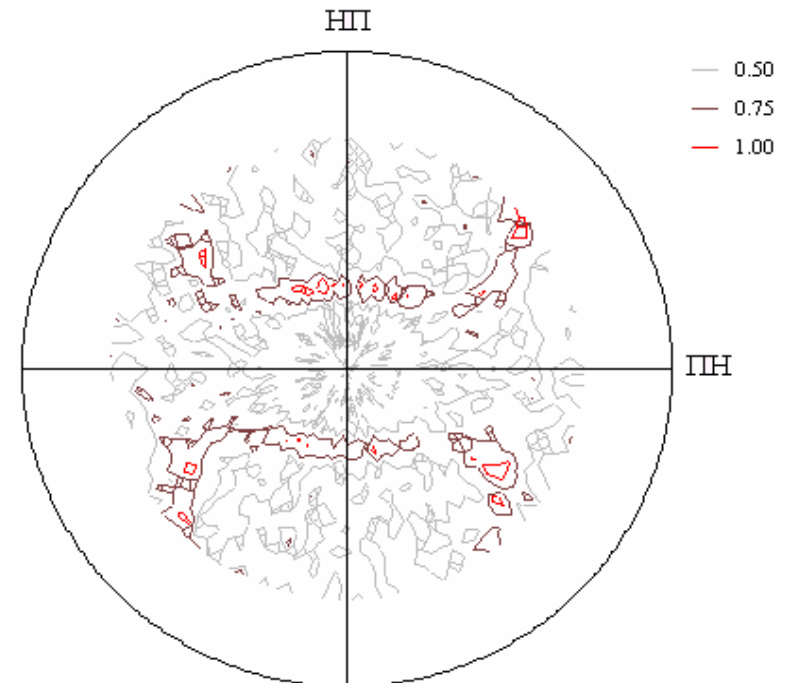
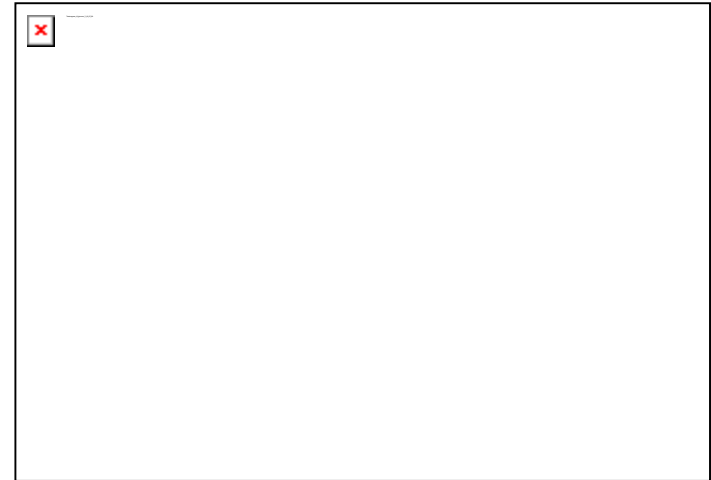


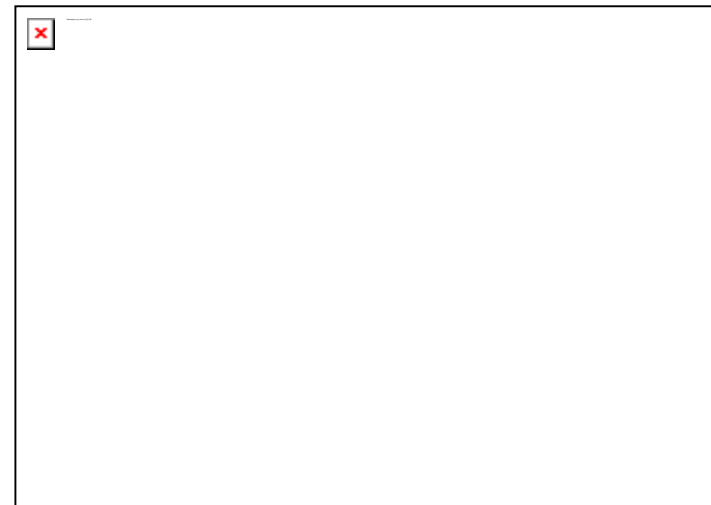
Рис. 1. Прямая полюсная фигура (200) алюминиевой подложки: 0,50 – 1,00 – уровни равной интенсивности дифракционных рентгеновских лучей; НП – направление прокатки, ПН – поперечное направление.

Анализ полюсной фигуры показал, что кристаллографическая текстура алюминиевой подложки описывается двумя ограниченными ориентировками (110) [112] и (113) [111], а также беспорядочным компонентом текстуры. Причем ограниченный компонент (110) [112] является основным компонентом текстуры алюминиевой подложки (по сравнению с компонентом (113) [111]). По-видимому, такая текстура алюминиевой фольги способствует хорошей адгезии осаждаемых покрытий к поверхности алюминиевой фольги.

Как следует из рисунка 2, текстура алюминиевой подложки представляет собой ограниченную текстуру, характерным признаком которой является наличие значительных периодических изменений интенсивности дифракционных рентгеновских лучей при повороте образца на 360° вокруг нормали к его отражающей поверхности в процессе рентгено съемки. При этом текстура подложки является сравнительно рассеянной и предположительно описывается двумя ограниченными ориентировками зерен.



a



б

Рис. 2. Кривые текстурной записи интерференции $\{200\}$ алюминиевой подложки (*a*) и эталона (*б*): 1 и 2 – текстурные кривые подложки и эталона соответственно, 3 – линия фона; I – интенсивность дифракционных рентгеновских лучей, ρ – угол наклона образца при съемке относительно горизонтальной оси гониометра.

ВЫВОДЫ

На основании рентгенотекстурных исследований выявлены преимущественные кристаллографические ориентировки зерен алюминиевой

фольги. Характерной текстурой алюминиевой фольги является текстура, состоящая из следующих компонентов: основной ограниченный компонент (110) [112], второстепенный ограниченный компонент (113) [111] и беспорядочный компонент текстуры. По-видимому, такая текстура алюминиевой фольги склонна (способна) к хорошей адгезии осажденных покрытий к поверхности алюминиевой фольги.

Литература

1. Багоцкий В. С. Химические источники тока / В. С. Багоцкий, А. М. Скундин. М. : Энергоиздат, 1981. – 360 с.
2. Кедринский И. А. Принципы подбора катодных материалов для циклируемых литиевых батарей / И. А. Кедринский, В. С. Первов, Е. В. Махонина // Неорганические материалы. – 1997. – Т. 65, № 9. – С. 1031–1040.
3. Варыпаев В. Н. Химические источники тока / Варыпаев В. Н., Дасоян М. А., Никольский В. А. – М. : Высшая школа, 1990. – 240 с.
4. Кедринский И. А. Литий-ионные аккумуляторы / И. А. Кедринский, В. Г. Яковлев. – Красноярск : Платина, 2002. – 268 с.
5. Скундин А. М. Современное состояние и перспективы развития исследований литиевых аккумуляторов / А. М. Скундин, О. Н. Ефимов, О. В. Ярмоленко // Успехи химии. – 2002. – Т. 71, № 4. – С. 375–379.
6. Вассерман Г. Текстуры металлических материалов / Пер. с нем. 2-е изд., перераб. и доп. / Г. Вассерман, И. Гревен. – М.: Металлургия, 1969. – 654 с.
7. Бородкина М. М. Рентгенографический анализ текстуры металлов и сплавов / М. М. Бородкина, Э. Н. Спектор. – М. : Металлургия, 1981. – 271 с.
8. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия / [Уманский Я. С., Скаков Ю. А., Иванов А. Н., Расторгуев Л. Н.]. – М. : Металлургия, 1982. – 632 с.