

ниобия (IV). Механизм электродного процесса не меняется до скоростей поляризации 200 мВ/с. Одностадийность окисления ниобия (IV) подтверждается видом квадратно-волновых вольтамперограмм – на вольтамперных зависимостях, описывающих процесс окисления ниобия в расплаве  $(\text{Na-K})\text{Cl}_{\text{жкв}}\text{-NbCl}_n$  ( $n = 3.8$ ) имеется одна волна окисления. На основании электрохимических измерений оценены коэффициенты диффузии ионов  $\text{NbCl}_6^-$  и  $\text{NbCl}_6^{2-}$ , а также оценены константы скоростей электродных процессов. Нами также показано, что металлический вольфрам реагирует с ионами  $\text{Nb(V)}$  и не может быть использован в качестве рабочего электрода для изучения реакции перезаряда  $\text{Nb}^{5+} \leftrightarrow \text{Nb}^{4+}$ .

В ходе восстановления расплавов, содержащих ионы ниобия (IV), при потенциалах  $-1.55 \div -1.6$  В происходит образование металлического ниобия. На электроде из стеклоглерода восстановление протекает при более отрицательных потенциалах, чем на вольфраме, что связано с образованием карбидов ниобия. Характер циклических зависимостей «сила тока – потенциал» зависит от скорости развертки потенциала, что объясняется изменяющимся вкладом в электродный процесс различных валентных форм ниобия, имеющих близкие условные стандартные потенциалы. На основании анализа линейных и квадратно-волновых вольтамперограмм нами сделан вывод, что в процессе восстановления ниобия возможно образование промежуточных продуктов  $\text{Nb(III)}$ .

## **ГАЗОФАЗНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТОГО НИТРИДА АЛЮМИНИЯ.**

*Шишкин Р.А., Елагин А.А., Бекетов А.Р., Баранов М.В.*

Уральский федеральный университет  
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

В настоящее время на промышленных предприятиях различных отраслей, таких как цветная и черная металлургия, машиностроение, металлообработка и т.д. требуются материалы, обладающие набором определенных свойств, при этом способные работать при повышенных температурах и в жестких, агрессивных средах. К этому классу относятся материалы, изготовленные на основе тугоплавких нитридов и оксидов металлов, особый интерес из которых, в силу уникальности свойств, представляет нитрид алюминия. Его выделяют: высокая теплопроводность, низкое значение коэффициента термического расширения (КТР), высокая термостойкость и высокое удельное сопротивление. А также нитрид алюминия обладает высокой

твердостью (9 по Моосу) и коррозионной стойкостью во многих агрессивных средах [1].

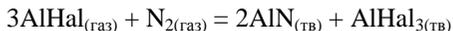
Традиционно, нитрид алюминия получают прямым азотированием алюминия в виде простого вещества, или карботермическим восстановлением-азотированием оксида алюминия. Высокая себестоимость и определенный дефицит высококачественного материала, существующий в настоящее время в отечественной промышленности, сделали актуальным поиск новых методов его получения.

В результате сравнительного анализа всех существующих на сегодняшний день методов получения нитрида алюминия был выбран газофазный способ, позволяющий получать порошок высокой чистоты с заданными характеристиками по крупности и четко определенным набором требуемых физико-химических свойств. При этом себестоимость получаемого продукта ниже его аналогов, полученных, например, с помощью карботермического метода, самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, или способом активации редкоземельными металлами.

С целью снижения рабочих температур был выбран субгалогенидный метод. Характерной чертой данного метода является то, что в нём применён принцип поверхностного контакта газообразного галогенида алюминия и жидкого алюминия. Кристаллический галогенид алюминия при высокой температуре переходит в газообразное состояние и вступает во взаимодействие с расплавленным алюминием (Al) по реакции:



Образующийся в результате этой реакции субгалогенид алюминия (AlHal) при  $T=1050-1100$  °C взаимодействует с поступающим азотом ( $\text{N}_2$ ). В результате взаимодействия газообразного субгалогенида алюминия и азота образуется мелкодисперсный нитрид алюминия (AlN) по реакции:



На завершающей стадии процесса производится разделение полученного AlN и  $\text{AlHal}_3$ , что позволяет получить нитрид алюминия высокого качества с заданными физико-химическими параметрами.

1. Самсонов Г.В., Неметаллические нитриды, М., 1969, с. 134-66.