

тивным восстановителем. Атомарный водород имеет широкое применение в сварке.

Свойства атомарного водорода являются по-настоящему уникальными. Соответственно, атомарный водород может найти широкое применение в процессе водородной декрипитации. Так как при реагировании атома водорода со сплавом Nd–Fe–В выделяется значительно большее количество энергии, чем при реагировании молекулы, то этот процесс не требует нагрева и может проходить при комнатной температуре. Соответственно, этот важный аспект может снизить себестоимость процесса, так как будут отсутствовать затраты электроэнергии на нагревание и качество получаемой продукции возрастает.

Но в настоящий момент декрипитация атомарным водородом является лишь теоретическим процессом не примененным на практике. Это связано с рядом трудностей осуществления этого процесса. К ним можно отнести ряд основных затруднений:

1) Процесс гидрирования атомарным водородом начинается с адсорбции. Так как гидриро-

вание происходит в реакторе, то соответственно требуется, что бы атомы водорода провзаимодействовали со сплавом Nd–Fe–В. Но это трудноосуществимо, так как атомы водорода до взаимодействия со сплавом, будут реагировать и с атомами конструкционных материалов реактора (с его корпусом). Это можно решить уменьшением Ван-дер-ваальсовых сил процесса адсорбции.

2) Требуется создание глубокого вакуума в системе.

3) Сложность получения атомарного водорода.

По полученным экспериментальным данным время жизни атомарного водорода 1–3 сек. Это обусловлено тем, что атомы Н после своего получения, начинают сталкиваться со своими атомами Н и со стенками сосуда. В результате образуется молекулярный водород который не имеет соответствующие свойства.

Авторами доклада будет представлен обзор предлагаемой технологии получения атомарного водорода. Так же, будут представлены первые экспериментальные данные технологических процессов.

ВЛИЯНИЕ СТАДИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ НА СИНТЕЗ ОКСИНИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Е.Д. Гришаева

Научный руководитель – к.т.н., доцент И.Б. Ревва

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, edg3@tpu.ru*

$Al_{23}O_{27}N_7$, оксинитрид алюминия, так же известный под патентным названием ALON, – это поликристаллический керамический материал, обладающий высокими прочностными и оптическими свойствами. Его кристаллическая структура представлена кубической шпинелью, которая определяет его свойства, а именно оптическую особенность – прозрачность, что создаёт для этого материала обширную область применения, как в военных, так и в гражданских сферах. Помимо этого, оптические свойства ALON шире свойств обычного стекла. ALON способен пропускать ультрафиолетовое и инфракрасное излучения в определённых диапазонах.

Синтез оксинитрида алюминия характеризуется высокими температурой и давлением. Различные методы синтеза позволяют в той или иной мере уменьшить эти параметры, а так же время синтеза. Традиционным и наиболее про-

стым методом считается спекание смеси порошков Al_2O_3 и AlN в среде азота, хотя так же известны синтез путём спекания готового порошка $Al_{23}O_{27}N_7$ и жидкофазный синтез.

Общая закономерность процессов при получении ALON путём спекания порошка следующая: подготавливается смесь порошков в жидкой среде, подвергается сушке, формуется, подвергается обжигу при высоких температуре и давлении, затем материал обрабатывают.

Такая схема предусматривает длительное время спекания (24 часа). В сумме с остальными параметрами синтеза, производство ALON становится дорогостоящим, поэтому необходим пересмотр различных стадий синтеза для уменьшения этих параметров при сохранении свойств материала.

В данной работе использовался синтез спеканием смеси порошков. Для выявления опти-

мальных параметров при подборе исходного сырья исследовалось два состава, в которых использовался одинаковый порошок AlN и Al_2O_3 различной дисперсности: микронный (состав 1) и нанодисперсный (состав 0). Порошки смешивали в планетарной мельнице мокрым способом. После сушки часть порошков подвергалась конечному формованию в таблетки диаметром 10 мм и высотой в пределах 2–4 мм, а другая часть формовалась через стадию получения гранулята (состав 1–1 и 0–1). Для этого порошок формовался в таблетки диаметром 20 мм, которые после удаления связки измельчались в ступке и подвергались повторному формованию. Повторному формованию подвергались гранулы, размерами в диапазоне 0,08–0,3 мм.

Образцы спекали в токе азота при температуре 1850 °С при выдержке максимальной температуры в течении 4 ч и 8 ч. После обжига определяли пористость и усадку образцов. Установлено, что при увеличении времени обжига состав 0–1 спекается интенсивнее, чем состав 1–1, что подтверждается уменьшением пористости с 31,33 до 1,46 г/см³ для состава 0–1 и

с 9,25 до 3,95 г/см³ для состава 1–1. Это говорит о том, что стадия грануляции способствует интенсификации роста кристаллов при повышении температуры для состава с нано-порошком. При этом для состава с микронным порошком наблюдается обратная зависимость: пористость состава 1 при 8 ч обжига составила 2,43 г/см³, а для состава 1–1 – 3,95 г/см³. При малом времени обжига (4 ч) значения пористости для составов 1 и 1–1 ниже соответствующих значений составов 0 и 0–1, следовательно, при использовании нанопорошка начальные стадии процесса синтеза проходят медленнее, но протекают эффективнее, чем для состава с микронным порошком, при увеличении времени выдержки при максимальной температуре.

По данным рентгенофазового анализа обожженных образцов установлено, что все составы представлены единственной фазой оксинитрида алюминия (PDF 01-080-2171).

В результате проведенных работ установлена эффективность использования стадии грануляции при формовании образцов с нанодисперсным порошком оксида алюминия.

Список литературы

- 1 Willems H.X., Hendrix M.M.R.M., Metselaar R., *Thermodynamics of Alon I: stability at lower temperatures.* // *J. Eur. Ceram. Soc.*, 1992.– №10.– P.327–337.
- 2 Qiang Liu, NanJiang, JiangLi, KunSun, YubaiPan, JingkunGuo. *Highly transparent AlON ceramics sintered from powder synthesized by carbothermal reduction nitridation.* // *Ceramics International*, 2016.– №42.– P.8290–8295.
- 3 Miller L., Kaplan W. D., *Solubility Limits of La and Y in Aluminum Oxynitride (AlON) at 1870 °C.* Haifa: Department of Materials Engineering, Technion, 2006.– 353 p.

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КЕРАМИКИ ИЗ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ

Н.Е. Гришко, Е.С. Нерушкина, А.А. Дитц

Научный руководитель – к.т.н., доцент НОЦ Кижнера А.А. Дитц

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, ditts@tpu.ru

Одной из главных задач в процессе формирования структуры и свойств спекаемого материала, а также для синтеза требуемых фаз является определения режима спекания. Чтобы керамика обладала определенными свойствами требуется исследовать различные режимы спекания.

К основным технологическим факторам, которые влияют на процесс спекания и свойства спеченных материалов, относят: свойства исход-

ных порошков, температура спекания, продолжительность спекания [1].

В работе исследовалось влияние температурного режима на свойства керамики на основе нитрида алюминия.

В качестве объекта исследования были взяты промышленные порошки нитрида алюминия, полученные разными способами: прямое азотирование (ПА); карботермическое восстановление-азотирование (КВА); самораспространяю-