

Ташполотов Ы., Садыков Э.

Трансформация химических элементов в электродуговом разряде на примере базальтового расплава

В статье приведены результаты экспериментальных исследований по изменению химического состава расплава базальтовой породы под действием электродугового воздействия.

The results of experimental studies on changes in the chemical composition of molten basalt rock under the influence of electric arc exposure.

Экспериментальные данные и теоретические положения о превращении химических элементов в электрическом разряде на примере алюминия-фосфора и о превращении фосфида алюминия в кремний опубликовано в [1,2]. Синтез химических элементов в электрическом разряде был зарегистрирован в [3].

В настоящее время известно, что новые химические элементы получают путем распада и синтеза ядер. Вместе с этим теория последовательного происхождения химических элементов в звездах включает процессы горения водорода, гелия, углерода, кислорода и кремния, реакции под действием нейтронов, α -процесс, s- и r- процессы, E- процесс, p-процесс, x-процесс. Данную теорию называют теорией синтеза элементов от простого к сложному.

В данной работе нами изучен [4] химический состав базальтовых пород Абширатинского месторождения (г.Кызыл-Кия), базальтового расплава и его волокон, полученные в электродуговой печи. Эксперименты проводились в лабораторной и промышленной рудотермической электродуговой установке, значение электрических параметров в которой находились соответственно в пределах $I=100-150$ А, $U=30-70$ В и $I=1000-1500$ А и $U=60-65$ В. В ходе экспериментальных исследований установлено, что при плавке базальта под действием электродугового разряда расплавленная горная порода разделяется на следующие слои:

- легкоплавкий (пена);
- базальтовый (компоненты базальтового волокна);
- тугоплавкий (металлические осадки).

Спектральные, фотоэлектрокалориметрические и титриметрические анализы позволили определить как химический состав базальтовой породы, так и каждого слоя базальтового расплава. Усредненные результаты, полученные различными методами [4-8], выполненных для "проб" различных состояний расплава базальта, представлены в таблице 1, согласно которому:

- в тугоплавком слое присутствуют в основном металлические компоненты (средняя плотность 7700 кг/м^3);
- в базальтовом – компоненты базальтового волокна (820 кг/м^3);
- в легкоплавком – оксиды (1330 кг/м^3).

Таблица 1

Химический состав базальта Абширатинского месторождения при различных его состояниях

№, п/п	Химический элемент	Процентное содержание		
		1 состояние (базальтовая порода)	2 состояние (базальтовый расплав)	3 состояние (базальтовое волокно)
1.	Mn	$12 \cdot 10^{-2}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$
2.	Ni	$13,5 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-2}$
3.	Co	$10,5 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-3}$
4	Ti	1,5	1,2	0,7
5.	V	$3 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	$7 \cdot 10^{-2}$
6.	Cr	$4 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$
7	Mo	$3 \cdot 10^{-4}$	$2,25 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$
8.	Zr	$13,5 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$
9.	Cu	$12 \cdot 10^{-3}$	$10,5 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$
10.	Pb	$0,7 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$
11.	Ag	$1 \cdot 10^{-1}$	-----	-----
12.	Sb	$1 \cdot 3 \cdot 10^{-3}$	-----	-----
13.	In	$2 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \cdot 10^{-2}$
14.	Sn	$2 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
15.	Ge	$0,3 \cdot 10^{-3}$	$0,3 \cdot 10^{-3}$	-----
16.	Ga	$9 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$
17.	Ir	$103 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
18.	Li	$4 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	-----
19.	P	$7 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-2}$	-----
20.	Sr	$3 \cdot 10^{-2}$	$2 \cdot 10^{-2}$	-----
21.	Ba	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$3 \cdot 10^{-2}$	-----
22.	Be	$2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$	-----
23	Nb	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	-----
24.	Sc	$7 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
25.	SiO ₂	30	15	15
26	Al ₂ O ₃	15	12	-----
27.	CaO	9	3	-----
28.	MgO	5	4	-----
29.	Na ₂ O	3	1,5	-----
30	Fe ₂ O ₃	4	3	

Результаты фотометрических и химических анализов в отдельности нижнего и верхнего слоя базальтового расплава, полученные в

промышленных условиях в АО «Базальт» г.Кызыл-Кия, показаны в таблице 2.

Таблица 2
Процентное содержание некоторых элементов в различных слоях расплавленного базальта

	Sb	Fe	As	Pb
Тугоплавкий (нижний) слой	1,42	66,7	0,023	2,36
Верхний слой расплава (пена)	0,15	4,06	-----	0,21

Исходя из данных фотометрических и химических анализов, приведенные в таблице 2 можно предположить, что, при выделении CO_2 в процессе пиролиза базальтовой породы идут экзотермические реакции в интервале температур 500-1000 °С и из базальтового расплава улетучиваются смеси газов: SO_2 , SO_3 , CO , CO_2 , Cl_2 , NH_3 . При этом за счет выделенных газов происходит частичное восстановление железа и других элементов. Экспериментально установлено, что вблизи нижнего электрода (катода) в основном концентрируются металлические элементы, а в верхней зоне за счет флотации всплывают оксидные легкоплавкие компоненты базальтового расплава. В экспериментах установлены, что с открытой зоны реактора улетучиваются в окружающую среду значительные количества легколетучих элементов (около 31%: 8,8 % -аммиачная вода, 6 % - серная кислота, 7 % - хлор, 9,2 % - другие компоненты), состав и температура которых определяются характером процесса.

Для анализа состава тугоплавкого сплава на благородные металлы, полученного при электродуговой плавке базальта, нами использован метод, предложенный в [9]. В основе данного метода положена легкая растворимость золота, серебра в расплавленном свинце. Полученные данные приведены в таблице 3.

Таблица 3
Процентное содержание благородных металлов в различных слоях расплава при электродуговом воздействии на базальтовую породу

	Базальтовая порода	Пена	Тугоплавкий сплав (нижний расплавленный слой)
Ag, %	$1 \cdot 10^{-1}$	-----	8,72
Au, %	-----	-----	0,4

Из таблицы 3 видно, что тугоплавкий сплав содержит в себя порядка 8,72% серебра, тогда как до электродугового воздействия процентное содержание серебра в базальтовой породе составляло всего около 0,1 %.

Анализ химического состава тугоплавкого металлического сплава и пены, полученные после электродугового воздействия на базальтовую породу представлены в таблице 4.

Таблица 4

Процентное содержание химических элементов в тугоплавком сплаве и пене, полученные после электродугового расплава базальтовой породы в промышленных условиях[4]

№, п/п	Тугоплавкий сплав		Пена	
	Химический элемент	Процентное содержание	Химический элемент	Процентное содержание
1.	Mn	3	Mn	0,5
2.	Ni	10	Ni	-----
3.	Co	-----	Co	0.002
4.	Ca	0.4	Ca	0.0009
5.	Ti	4	Ti	0.5
6.	V	1	V	0.015
7.	Cr	3	Cr	0.04
8.	Zr	0.015	Zr	0.001
9.	Cu	3	Cu	0.005
10.	Pb	0.015	Pb	0.0001
11.	Ag	8,72	Ag	0.00003
12.	Sn	0.4	Sn	0.0001
13.	Ge	0.004	Ge	-----
14.	In	0.004	In	-----
15.	P	7	P	0.05
16.	Fe	58,32	Fe	-----
17.	Sb	1.02	Sb	-----
18.	Zn	0.1	Zn	0.005
19.			I	0.003
20.			Ir	0.0003
21.			Li	0.007
22.			Sr	0.03
23.			Ba	0.03
24.			Be	0.0002
25.			Se	0.002
26.			SiO ₂	60
27.			Al ₂ O ₃	13
28.			CaO	10
29.			MgO	1.2
30.			Na ₂ O	2.0
31.			Fe ₂ O ₃	4.0

Из таблицы 4 видно, что после электродугового воздействия процентное содержание химических элементов приведенные в табл.1, заметно изменились. Например, если марганец в базальтовой породе до электродугового расплава породы составляло 0,12 %, то в тугоплавком сплаве 3%, т.е процентное содержание этого элемента увеличился после электродугового воздействия в 25 раз, в то же время никель увеличился в 740 раз, серебро в 87 раз и т. д. Эти полученные данные свидетельствуют о том, что как и в [1-3], в процессе электродугового воздействия в расплаве породы, по-видимому, происходит трансмутация химических элементов.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие наиболее существенные выводы:

1. Наблюдаются увеличения содержания в расплаве базальтовой породы, таких элементов, как Mn, Ni, Ca, Ti, V, Cr, Cu, Ag, Sn, P, Zn. Fe и др. Эти элементы кроме серебра и олова представляют группу сравнительно, близких по массе металлов.

2. Особенно относительно заметное увеличение проявляется для никеля, фосфора, меди и серебра, что подтверждаются с разными методами исследований.

3. В тугоплавком слое расплава появляются "посторонние" элементы, такие, как Au, As, не содержащиеся в базальтовой породе.

Результаты известных экспериментов[1-3,10], достаточно убедительно свидетельствуют о возможности синтеза химических элементов при электрическом разряде, что подтверждаются нашими экспериментами в расплаве базальтовой породы. Наряду с этим эти результаты позволяют также по-новому подойти к пониманию проблемы формирования горных базальтовых пород и особенностей их метаморфизма.

На основании известных экспериментов[1-3,10] и полученных нами результатов, экспериментально наблюдаемые при трансформации химических элементов, основные закономерности взаимопревращения химических элементов можно сформулировать следующим образом:

1. Трансформация преимущественно происходит при сильном электродуговом воздействии на вещество;

2. Эксперименты с базальтовой породы Абширатинского месторождения показывают, что химические элементы трансформируются по определенной закономерности и статистический вес каждого элемента определяется конкретными условиями воздействия.

3. Трансформация химических элементов в основном происходит вблизи зоны нижнего электрода-катода.

Для объяснения трансформации элементов в качестве рабочей гипотезы нами была выдвинута гипотеза электроионизационно-нуклоного катализа (ЭИНК). Суть ЭИНК состоит в том, что нуклоны, электроны одного элемента может преодолевать энергетический барьер и вступать в связанное состояние с ядром атома другого элемента. В ходе экспериментов было установлено,

что трансформация, а следовательно, и ЭИНК происходят только в области образования плазменного состояния вблизи нижнего электрода- катода.

Таким образом, вероятно, механизм образования заключается в том, что при переходе расплава базальтовой породы в молекулярно-кластерное состояние, практически возникает процесс самоорганизации и электроиницированные фазовые превращения химических элементов в расплаве. При этом под действием электродугового процесса в объеме расплава образуется высокотемпературная плазма, содержащая протонно-нейтронные пары, электроны и остатки неразложившихся атомов. Тогда, можно предположить, что, например, увеличение содержания никеля после электродуговой обработки происходит за счет перехода кобальта в никель по уравнению:



где w – выделяемая энергия.

А значительное увеличение содержания марганца объясняется переходом железо-марганец по уравнению:



Литература

1. Балакирев В.Ф., Крымский В.В., Болотов Б.В. и др. Под ред. Ф. В. Балакирева. Взаимопревращения химических элементов. Екатеринбург: УРО РАН, 2003.-95с.
2. Адаменко С.В. Концепция искусственно инициируемого коллапса вещества и основные результаты первого этапа ее экспериментальной реализации. Препринт лаб. Электродинамических исследований предприятия «Протон-21», Киев: Академперіодика, 2004.-36с., <http://proton21.org.ua/articles.html>.
3. З.Уруцкоев Л.И., Ликсонов В.И., Циноев В.Г. Экспериментальное обнаружение «странного» излучения и трансформация химических элементов. «Журнал радиоэлектроники», №3, 2000.-20с., <http://jre.cplire.ru/jre/mar00/4/text.html>.
4. Отчет о научно-исследовательской работе за 2001 год Центра стратегических исследований Кызыл-Кийского института технологии, экономики и права Баткенского государственного университета, Бишкек, 2001. – 121с.
5. Айдаралиев Ж., Ысманов Э., Ташполотов Ы. Физико-химические процессы электродуговой плавки базальтовых пород // Научно-технический журнал Ферганского политехнического института УР. 2000, №2, с.91-95.
6. Ысманов Ы., Ташполотов Ы., Айдаралиев Ж., Садыков Э., Жалилов Н. Теоретические основы пиролиза базальтовой породы // Наука и новые технологии, 2001, №1, с. 35-41.

7. Ормонбеков Т., Ысманов Э., Айдаралиев Ж., Ташполотов Ы. Продукты пиролиза горных базальтовых пород. // Наука и новые технологии, 1999, №4, с. 69-78.
8. Ташполотов Ы., Айдаралиев Ж.К. Определение химического состава магматических горных базальтовых пород. // Физика и техника. Сборник научных трудов, II – часть, вып. 2, Ош, 1999, с. 92-94.
9. Усубакунов М.У., Чукулова У.Э., Блешинский С.В. Комплексная переработка сурьмяного и пиритного концентратов, содержащих благородные металлы, хлорированием четыреххлористым углеродом // Наука и новые технологии, 2000, №2, с. 102-104.
10. Асанов У.А. Синтез соединений металлов в условиях низковольтного разряда в жидких диэлектриках. Фрунзе: Илим, 1978.- 286 с.

Поиск и синтез материалов с принципиально новыми свойствами сегодня приобретает основополагающее значение для современной науки и техники. Это обусловлено прежде всего тем, что создание новых материалов во многом предопределяет пути развития технологий в электронике, энергетике, медицине и в ряде других областей науки и техники. Эти же причины лежат в основе огромного интереса к развитию технологий наноматериалов в развитых странах. Российские ученые также ведут исследования в этом направлении, добившись, в частности, определенных успехов в разработке физико-химических основ технологии синтеза новых оксидных наноструктур [1–4]. Были получены материалы со свойствами, обеспечивающими потенциально широкий спектр применения в современных научно-технических разработках.

В настоящей статье представлены результаты исследований свойств ультрапористых оксигидроксидов алюминия Al_2O_3

$\cdot n(H_2O)$, полученных по технологии, заключающейся в контролируемом селективном окислении бинарных жидкометаллических расплавов. Рассмотрены перспективы создания широкого спектра наноматериалов путем селективного окисления металла на поверхности жидкометаллического расплава, содержащего активную и пассивную компоненты по отношению к используемому окислителю. Приведены наиболее перспективные. Одним из примеров реализации данной технологии является новый способ получения ультрапористых наноматериалов на основе оксида алюминия Al_2O_3

$\cdot n(H_2O)$ путем контролируемого селективного окисления расплава Ga – Al водяным паром [3]. Работы по развитию данной технологии ведутся уже более 15 лет. Созданы лабораторные установки для синтеза

ультрапористых оксигидроксидов алюминия и проведены комплексные исследования физических и химических процессов, сопровождающих процессы формирования и роста наноксидов. Продемонстрирована хорошая воспроизводимость указанных процессов и возможность их реализации в опытно-промышленном масштабе. Получен патент РФ на изобретение №2305659 «Способ получения аморфного мезопористого оксигидроксида алюминия со слоисто-волокнистой микроструктурой».

В настоящее время при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-тех-

Общие требования к осуществлению жидкометаллической технологии получения наноматериалов и примеры ее реализации

Предлагаемый нами метод синтеза монолитных ультрапористых оксигидроксидов алюминия может быть положен в основу жидкометаллической технологии синтеза наноматериалов, обладающих волокнистой структурой. Общие требования, выполнение которых необходимо для реализации предлагаемой технологии, сформулированы ниже:

В качестве металла-основы расплава могут быть использованы нещелочные металлы, такие как Ga, Hg, Pb, Bi, In и др. Высокая реакционная способность щелочных металлов по отношению к окислителям не позволяет использовать их в качестве основы расплава.

области применения синтезированных наноматериалов. нологического комплекса на 2007–2012 годы» выполняются опытно-конструкторские и опытно-технологические работы по созданию участка для опытно-промышленного синтеза данного материала. Целью указанных работ является разработка технологии, оборудования и организация опытно-промышленного участка для синтеза новых ультрапористых наноматериалов и создание на их основе инновационных изделий, отличающихся повышенными технико-экономическими характеристиками (керамика, резинотехнические и композитные материалы, сорбенты, катализаторы, теплоизоляция, другие функциональные материалы). При этом будут решены следующие основные задачи:

- доведение разрабатываемой технологии до стадии завершённой опытно-конструкторской работы;
- создание опытных образцов технологического оборудования для практической реализации разрабатываемой технологии синтеза наноматериалов;
- реализация разрабатываемой технологии с производством установочной партии наноматериалов.

К моменту написания статьи в рамках выполнения вышеуказанных работ изготовлена, смонтирована и

сдана в эксплуатацию установка для синтеза ультрапо_ристого оксигидроксида алюминия. Отработаны тех_нологические параметры синтеза, и наработана опыт_ная партия наноструктурного материала для проведе_ния предварительных испытаний.

Дальнейшее развитие разработок по рассматривае_мой тематике будет заключаться в расширении номен_клатуры синтезируемых наноматериалов, их практиче_ском использовании для создания новых типов керами_ки, резинотехнических изделий, сорбентов, катализа_торов, теплоизоляционных, композиционных и функ_циональных материалов.

Общие требования

к осуществлению

жидкометаллической технологии

получения наноматериалов

и примеры ее реализации

Предлагаемый нами метод синтеза монолитных уль_трапористых оксигидроксида алюминия может быть положен в основу жидкометаллической технологии синтеза наноматериалов, обладающих волокнистой структурой. Общие требования, выполнение которых необходимо для реализации предлагаемой технологии, сформулированы ниже:

_ В качестве металла_основы расплава могут быть использованы нещелочные металлы, такие как Ga, Hg, Pb, Bi, In и др. Высокая реакционная способность щелочных металлов по отношению к окислителям не позволяет использовать их в качестве основы расплава.

_ Окисляемый металл – активная добавка к метал_лу_основе – должен иметь достаточную раство_римость в металле_основе, а также обладать су_щественно большим сродством к окислителю по сравнению с металлом_основой.

_ В качестве окислителей можно использовать раз_личные газообразные реагенты: смеси газа_окис_лителя с газом_восстановителем и инертным га_зом (в целях обеспечения необходимого окисли_тельного потенциала и парциального давления окислителя).

_ Продукт, получаемый в результате реакции окис_лителя с активным металлом, должен обладать плохой смачиваемостью по отношению к метал_лу_основе и иметь возможность легкого удаления (отвода) из реакционной зоны. В противном слу_чае образуется трудноразделимая многофазная смесь, состоящая из металла_основы, наполнен_ного высокодисперсными продуктами окисления активного металла. С практической точки зрения такая система не представляет интереса (исклю_чая специальные случаи, когда требуется повы_сить износостойкость мягких сплавов за счет вне_дрения твердых ультрадисперсных включений).

_ Помимо отвода основного продукта (окисленно_го активного металла) необходимо обеспечить отвод сопутствующих продуктов реакции. На_пример, отвод водорода при окислении актив_ного металла водяным паром.

_ Процесс синтеза должен быть организован та_ким образом, чтобы металл_основа не расходо_

вался (не окислялся). В случае, когда из-за за-
метной химической активности окисление все-
же происходит, могут применяться летучие ин-
гибиторы; в любом случае расход металла ос-
но-
вы должен быть сведен к минимуму, а продукты
его окисления не должны препятствовать полу-
чению чистого продукта синтеза.

что в 30–40 раз больше, чем на необработанных образ-
цах. Образцы получаемого материала приобретают гид-
рофобные свойства, что позволяет использовать их,
например, в качестве матриц, поглощающих вредные и
радиоактивные вещества из водных растворов.

Большая открытая пористость позволяет заполнять
свободный объем ультрапористого оксигидроксида
алюминия насыщенными растворами солей, например
нитратами металлов. Используя последовательную
кристаллизацию растворов внутри образца и отжиг с
разложением нитратов $Me(NO_3)_x$, можно получить за-
данное соотношение между Al_2O_3 и оксидом-наполни-
телем Me_xO_x . Таким способом были синтезированы
двухкомпонентные системы с оксидами: TiO_2 , ZrO_2 ,
 SeO_2 , WO_3 , MoO_3 , Y_2O_3 , MgO , NiO , Co_3O_4 , U_3O_8 и др.
Специальный отжиг двухкомпонентных оксидных си-
стем позволяет синтезировать пористые и композит-
ные оксидные соединения. Таким способом, например,
впервые была получена высокопористая шпинель
 $MgAl_2O_4$ со средним размером зерен ~ 10 нм и удель-
ных прикладных проблем в области катализа, сорбции,
для получения новых керамических, композитных и
функциональных материалов, для полимерных и рези-
нотехнических изделий и др. Показана перспектив-
ность применения пористых оксидных структур для вы-
сокотемпературных фильтроматериалов и в водородной
энергетике, в качестве компонента протонообменных
мембран топливных элементов [12]. Полученные ре-
зультаты убеждают в том, что на основе ультрапористых
оксигидроксида алюминия можно создавать матери-
алы с таким сочетанием физико-химических свойств
(структура, пористость, плотность и др.), которые не
могут быть достигнуты с помощью обычных, традици-
онных методов синтеза.

Методы селективного управляемого окисления жид-
кометаллических расплавов выгодно отличаются низ-
ким энергопотреблением, экологической чистотой,
простотой осуществления, отсутствием необходимос-
ти применения дорогого специального оборудования,
не требуют использования высоких температур и дав-
лений и др.

Литература

1. Асхадуллин Р.Ш., Мартынов П.Н., Симаков А.А., Юдин-
цев П.А. Жидкометаллическая технология синтеза нано-
структурированных веществ. Их свойства и перспективы
применения // Новые промышленные технологии. 2004.
№3.
2. Асхадуллин Р.Ш., Юдинцев П.А., Курина И.С. Жидкоме-
таллическая технология синтеза аэрогеля Al_2O_3

· H_2O и его

применение для получения усовершенствованных кера-
мических материалов // Новые промышленные техноло-
гии. 2004. №3.

Рис. 5. Влияние добавок Al_2O_3

· $n(H_2O)$ на свойства силиконо-

вых резин

% изменения массы
или объема

Добавка Al_2O_3 ной поверхностью более 50 м²/г, так же были получены

высокопористые NiAl_2O_4 и CoAl_2O_4 [9–11]. Не вызывает сомнений перспективность использования разработанных пористых оксидов в качестве оснoвы для создания новых композиционных материалов, высокоэффективных катализаторов и высокотемпературных фильтров, работоспособных до температур ~ 1500°C, сорбентов с рекордными характеристиками, функциональных материалов (например, твердых электролитов), биосовместимых материалов (в качестве заполнителя пустот (каркаса) для костной или зубной ткани) и ряда других перспективных применений. Хорошие перспективы применения наноструктурированных оксидов открывает использование их в твердофазном синтезе пористых шпинелей, необходимых для создания различных катализаторов. Как уже отмечалось, особая структура ультрапористого оксигидроксида алюминия позволяет получить шпинели, синтез которых невозможен при использовании традиционных подходов.

Заключение

Наноматериалы, синтезированные с использованием технологии селективного окисления жидкометаллических расплавов, являются уникальным сырьем при создании новых материалов и для решения конкретных прикладных проблем в области катализа, сорбции, для получения новых керамических, композитных и функциональных материалов, для полимерных и резинотехнических изделий и др. Показана перспективность применения пористых оксидных структур для высокотемпературных фильтроматериалов и в водородной энергетике, в качестве компонента протонообменных мембран топливных элементов [12]. Полученные результаты убеждают в том, что на основе ультрапористых оксигидроксида алюминия можно создавать материалы с таким сочетанием физико-химических свойств (структура, пористость, плотность и др.), которые не могут быть достигнуты с помощью обычных, традиционных методов синтеза.

Методы селективного управляемого окисления жидкометаллических расплавов выгодно отличаются низким энергопотреблением, экологической чистотой, простотой осуществления, отсутствием необходимости применения дорогого специального оборудования, не требуют использования высоких температур и давлений и др.

Литература

1. Асхадуллин Р.Ш., Мартынов П.Н., Симаков А.А., Юдинцев П.А. Жидкометаллическая технология синтеза наноструктурированных веществ. Их свойства и перспективы применения // Новые промышленные технологии. 2004. №3.
2. Асхадуллин Р.Ш., Юдинцев П.А., Курина И.С. Жидкометаллическая технология синтеза аэрогеля $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и его применение для получения усовершенствованных керамических материалов // Новые промышленные технологии. 2004. №3.
3. Пат. 2305659 РФ С01F 7/02. Способ получения аморфного мезопористого аэрогеля гидроксида алюминия со слоисто-волокнистой микроструктурой / П.Н. Мартынов, Р.Ш. Асхадуллин, П.А. Юдинцев. Опубл. 09.10.2007. (Россия).
4. New methods of porous oxide synthesis: alumina and alumina based compounds, T. di Costanzo, A.A. Fomkin, C. Frappart, A.N. Khodan, D.G. Kuznetsov, L. Mazerolles, D. Michel, A.A. Minaev, V.A. Sinitsin, J.-L. Vignes, Progress in advanced

materials and processes, Materials science forum, 453–454 (2004) 315–322.

5. Procède de préparation d'alumines hydratees monolithiques, d'alumines amorphes ou cristallisées, d'aluminates et de matériaux composites par oxydation d'aluminium métallique ou d'alliage d'aluminium, brevet (CNRS_CEA) publié sous le n° FR2847569 du 28.05.2004, inventeurs : J.L. Vignes, D. Michel,

L. Mazerolles, C. Frappart, T. di Costanzo, M. Beauvy.

6. K

·n(H₂O), % mac.