

Литература

1. Витязь, П. А. Наноматериалы: от научных разработок к широкомасштабным внедрениям / П. А. Витязь, Э. М. Шпилевский, В. С. Урбанович // Фуллерены и наноструктуры в конденсированных средах: сб. науч. ст. / редкол.: П. А. Витязь (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2011. – С. 3–12.
2. Пасовец, В. Н. Получение, свойства и безопасность композитов на основе порошковых металлов и наноструктур углерода / В. Н. Пасовец, В. А. Ковтун, Ю. М. Плескачевский; УО «Гомел. инженер. ин-т» МЧС Респ. Беларусь. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 200 с.
3. Новые направления практического использования наноструктурированных композиционных материалов и покрытий с металлической матрицей / В. Ковтун [и др.] // Науч. изв. на НТСМ. – 2012. – Т. 20, № 1(133). – С. 245–251.
4. Таблицы физических величин: справочник / под ред. акад. Н. К. Кикоина. – М.: Атомиздат, 1976. – 1008 с.
5. ANSYS [Electronic resource] – Mode of access: <http://www.ansys.com>. – Date of access: 20.10.2012.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ВЫДЕЛЕНИЕ ДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ $Al(OH)_3$ ИЗ ПЕРЕСЫЩЕННОГО РАСТВОРА $NaAlO_2$

О. С. Комаров¹, Л. В. Судник², В. С. Нисс¹,
В. И. Волосатиков³, Т. Д. Комарова³

¹Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, тел.: (+375 17) 296-67-22, e-mail: niss@metolit.by

²Институт порошковой металлургии, Минск, Беларусь, e-mail: lsudnik@tut.by

³Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник», Минск, Беларусь, e-mail: post@metolit.by

Гидроксид алюминия $Al(OH)_3$ и полученный из него после прокалки $\gamma-Al_2O_3$ находят широкое применение в различных отраслях народного хозяйства. Наиболее ценными считаются наноразмерные и ультрадисперсные порошки этих материалов. Для их получения применяют различные технологические про-

цессы: метод размола в высокоэнергетических мельницах, термоллиз сложного карбоната алюминия, золь-гель метод, химическое осаждение из водных растворов солей, плазмохимический метод, электровзрыв проводников в атмосфере кислорода, лазерное газофазовое осаждение и др. Каждый из этих методов имеет свои преимущества и недостатки, но для условий Республики Беларусь наиболее приемлем золь-гель метод.

Это обусловлено тем, что в нефтехимической промышленности ежегодно образуется свыше 100 т отработанных никелевых и молибденовых катализаторов на основе $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и поглотителей (99 % $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$). Разработаны технологии получения никелевых концентратов и молибдата кальция, побочным продуктом которых является раствор NaAlO_2 . Его разложение по методу золь-геля позволяет выделить в осадок гидроксид алюминия. В зависимости от условий осаждения можно получить порошки различной степени дисперсности.

В основе золь-гель метода лежит образование гидроксидов алюминия в результате превращения высокодисперсных систем (золей) в рыхлые структуры (гели). Чаще всего это сводится к разложению NaAlO_2 в пересыщенном растворе и выпадению гидроксида алюминия из раствора. Метод отличается простотой технологического процесса и позволяет получать порошки в размерном диапазоне от 0,01 до 50 мкм.

Размер выпадающих из раствора частиц $\text{Al}(\text{OH})_3$ зависит от степени пересыщения раствора NaAlO_2 , метода и интенсивности его перемешивания, наличия, количества и дисперсности затравки, температуры раствора, присутствия поверхностно-активных примесей, влияния модуля раствора и других факторов.

Для исследования влияния перечисленных факторов на дисперсность порошка гидроксида алюминия было необходимо на первом этапе определиться с исходной плотностью пересыщенного раствора и ее влиянием на кинетику выпадения из раствора гидроксида алюминия. Для приготовления растворов различной плотности смешивали пять порций поглотителя ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) со щелочью с соотношением 60:84. Смесь спекали при температуре 400 °С и растворяли в 450, 475, 500, 525, 550 г воды. В результате

получали исходные растворы различной плотности, но с одинаковым количеством в них NaAlO_2 . Растворы заливали в мерные цилиндры, плотно закрывали резиновыми пробками и визуально наблюдали процесс зарождения кристаллов гидроксида алюминия. Фиксировали моменты появления кристаллов и изменение плотности раствора по мере их роста, что позволяло судить о кинетике выделения гидроксида алюминия.

Эксперимент показал (рис. 1), что исходная плотность раствора существенно влияет на длительность индукционного периода, но скорость выпадения гидроксида алюминия и его количество к моменту завершения кристаллизации из пересыщенного раствора практически одинаковы для всех растворов. О количестве выделившегося $\text{Al}(\text{OH})_3$ судили по разности плотностей исходного раствора и раствора после завершения кристаллизации.

Экспериментально установлено, что оптимальным базовым раствором для проведения дальнейших экспериментов является раствор плотностью 1210 кг/м^3 . На его основе планируется проведение дальнейших исследований по изучению влияния различных факторов на дисперсность порошка гидроксида алюминия.

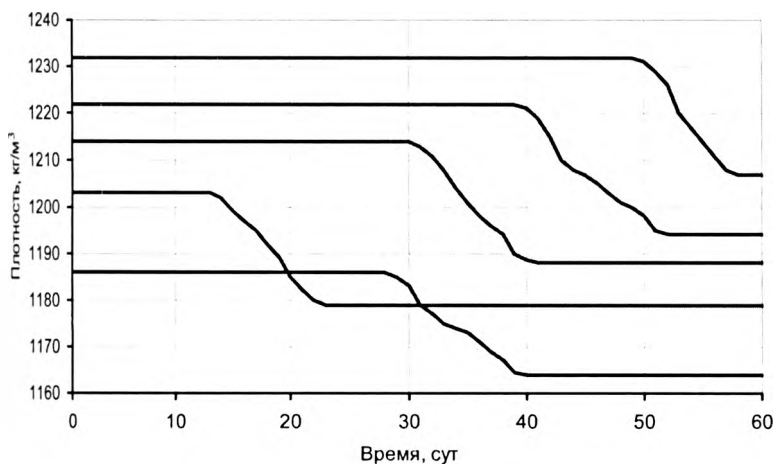


Рис. 1. Изменение плотности алюминатных растворов при самопроизвольном выделении порошка гидроксида алюминия

Анализ дисперсности порошка гидроксида алюминия, полученного в результате самопроизвольного выпадения из раствора, показал, что метод самопроизвольного зарождения и роста кристаллов не обеспечивает необходимой дисперсности и, учитывая его длительность, не может быть использован для получения ультрадисперсных и наноразмерных порошков. Размер частиц находился в пределах 0,5–1,5 мкм.

Как следует из рис. 1, наиболее быстро процесс зарождения и роста частиц $Al(OH)_3$ наблюдается в растворе, плотность которого составляет 1210 кг/м³. Этот раствор содержит в одном литре 168 г $Al(OH)_3$, и он выбран в качестве исходного для исследования влияния технологических факторов на кинетику выпадения и дисперсность частиц $Al(OH)_3$.

Исследование влияния количества затравки на кинетику выделения гидроксида алюминия и дисперсность его частиц проводили, используя два метода перемешивания насыщенного раствора. По первому методу перемешивание осуществляли продувкой воздухом, по второму применяли механические мешалки.

В качестве затравки использовали суспензию, содержащую 20 г $Al(OH)_3$ в 100 мл воды. Дисперсность частиц затравки находилась в пределах 0,5–1,5 мкм.

В пять емкостей объемом 1,5 л заливали по 1 л исходного раствора и в него добавляли в виде суспензии 0; 12,5; 25,0; 37,5; 50 % $Al(OH)_3$ от массы $Al(OH)_3$, содержащейся в исходном растворе. Емкости размещали на основании установки для продувки раствора воздухом.

Воздух из компрессора под давлением 1,5 атм попадал в ресивер, из него по резиновым трубкам через инжекторы – в раствор и перемешивал его. По ходу перемешивания производили замеры плотности раствора, что позволяло судить о кинетике выделения из него гидроксида алюминия. Результаты изменения плотности во времени приведены на рис. 2.

В связи с добавкой в исходный раствор водной суспензии $Al(OH)_3$, играющий роль затравки, плотность растворов при первом замере, сделанном через сутки, уменьшалась пропорцио-

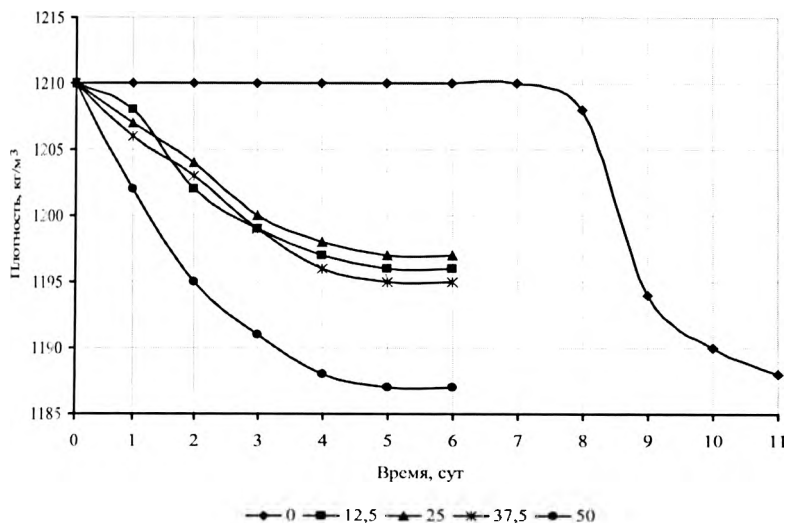


Рис. 2. Изменение плотности растворов во времени для различного количества затравки (%) при продувке алюминатного раствора воздухом

нально величине добавки. Дальнейшее снижение плотности свидетельствует о кинетике выпадения гидроксида алюминия из раствора. После выхода на постоянную величину плотности продувку прекращали, осадок отфильтровывали, сушили его и взвешивали, на основании чего судили о количестве выделившегося гидроксида алюминия.

Как следует из рис. 2, добавка затравки в количестве 12,5–37,5 % оказывает примерно одинаковое влияние на кинетику выпадения гидроксида алюминия, следовательно для дальнейших экспериментов можно принять величину добавки затравки на уровне 20 %. Отсутствие затравки и ее введение в количестве 50 % от растворенного $\text{Al}(\text{OH})_3$ способствует выпадению большего количества гидроксида алюминия из раствора, но при отсутствии затравки процесс выпадения кристаллов затягивается во времени.

Анализ дисперсности порошка, полученного из растворов с различным количеством затравки, показал, что независимо от величины затравки порошок имеет одинаковые размеры сравни-

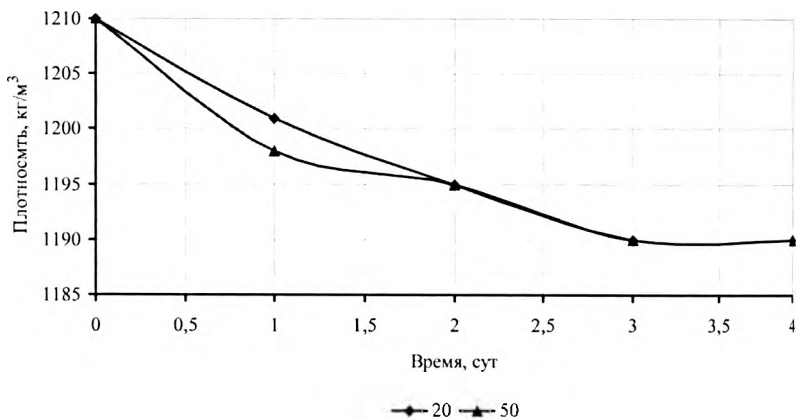


Рис. 3. Изменение плотности растворов во времени для различного количества затравки (%) при механическом перемешивании алюминатного раствора

тельно крупных кристаллов. Вероятно, это связано с характером перемешивания раствора воздухом.

Результаты экспериментов по кинетике выпадения кристаллов при механическом перемешивании растворов с различным количеством затравки (20 и 50 %) приведены на рис. 3. Сравнение кинетики изменения плотности растворов, представленное на рис. 2 и 3, показывает, что механическое перемешивание ускоряет выпадение кристаллов гидроксида алюминия. Снижение плотности раствора при добавке 50 % затравки связано с его разбавлением. В дальнейшем процесс выпадения выравнивается для обеих величин добавок. Анализ дисперсности полученного порошка показал, что механическое перемешивание обеспечивает получение более мелкого порошка.

Выводы

1. Экспериментально установлено, что плотность пересыщенного раствора NaAlO_2 существенно влияет на длительность индукционного периода выпадения гидроксида алюминия, но скорость его выпадения и количество к моменту завершения кристаллизации из пересыщенного раствора практически оди-

наковы для всех растворов. Оптимальным базовым раствором для проведения экспериментов является раствор плотностью в пределах 1202–1210 кг/м³.

2. Показано, что способ перемешивания влияет на кинетику и дисперсность выпадающих из раствора кристаллов гидроксида алюминия. Определено, что механическое перемешивание раствора ускоряет выпадение кристаллов гидроксида алюминия и приводит к их измельчению по сравнению с перемешиванием воздухом, а величина добавки затравки должна составлять около 20 % от находящегося в растворе $Al(OH)_3$.

3. Гидроксид алюминия, образующийся при механическом перемешивании алюминатного раствора с затравкой, согласно исследованиям фазового состава, является гиббситом (гидралгилитом).

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ КОРУНДОВОЙ КЕРАМИКИ, СПЕЧЕННОЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ, ПО ИХ ИЗОБРАЖЕНИЯМ В РАСТРОВОМ ЭЛЕКТРОННОМ МИКРОСКОПЕ

Б. Л. Красный, В. П. Тарасовский, А. Б. Красный

*НТЦ «Бакор», Москва, Щербинка, Россия, тел.: (+7 495) 502-78-17,
факс: (+7 495) 502-78-09, e-mail: tarasvp@mail.ru*

Среди совершенствуемых объектов, определяющих технический прогресс, материалы занимают особое место. Многие технические новации, без которых трудно представить современную жизнь, были бы невозможны без создания специальных материалов: легких, прочных, устойчивых к действию высоких и низких температур, агрессивных сред, регулярно изменяющих свои свойства под действием внешних полей и т. д. [1]. Новые материалы составляют значительную долю среди современ-