

ПОЛУЧЕНИЕ СВЕЖЕОСАЖДЕННОГО ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ ЗАДАННОЙ ПОРИСТОСТИ

Дудкина Е.Н., Брановицкая Н.В., Иорбалиди А.А.

Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий
г. Могилев, Беларусь

Процесс адсорбции является важнейшим составляющим компонентом в различных химических и пищевых технологиях. Поэтому основной задачей науки об адсорбентах является поиск новых адсорбентов, и обнаружение и изучение способов получения уже известных адсорбентов с точно определенными свойствами и расширение областей их применения.

Оксид алюминия давно и широко известен как адсорбент. Например, он широко используется как неподвижная фаза в хроматографических колонках. Получение оксида алюминия в этом случае требует прокаливания до температур порядка 800 °С при которых происходит полное удаление адсорбированной воды и гидроксильных групп с поверхности адсорбента [1]. В случае такого получения оксид алюминия представляет собой непористое достаточно высокодисперсное вещество. Для непористых адсорбентов измельчение образца является единственно возможным способом увеличить удельную поверхность. Простой расчет показывает, что удельная поверхность оксида алюминия при его измельчении до кубиков с длиной ребра 1 мкм (плотность оксида алюминия 3,99 г/см³) составит всего 1,5 м²/г, что недостаточно для использования его в качестве адсорбента:

$$s_{уд.} = \frac{s}{m} = \frac{6l^2}{V \cdot \rho} = \frac{6l^2}{l^3 \rho} = \frac{6}{l \cdot \rho} = \frac{6}{1 \cdot 10^{-6} \cdot 3,99 \cdot 10^6} = 1,5 \text{ м}^2 / \text{г}$$

Но при дальнейшем измельчении площадь удельной поверхности увеличивается на порядки. Так для кубиков в 0,1 мкм удельная поверхность будет равна 15 м²/г, а при измельчении до 10 нм – 150 м²/г. Однако методы измельчения (диспергирования) всегда сопровождаются большими энергетическими затратами и имеют ограничения в степени измельчения. Для получения частиц нанометрового диапазона применяют конденсационные методы, в частности методы химической конденсации. В применении в адсорбентах на основе оксида алюминия такие методы позволяют получать не только высокодисперсную фазу адсорбента, но и создавать пористые структуры, которые сразу позволяют увеличить удельную поверхность за счет внутренней поверхности пор до десятков сотен м²/г.

Одним из методов получения вещества с развитой поверхностью является осаждение твердой фазы из раствора. Такое осаждение включает в себя следующие фазы: получение золя, превращение золя в гель, трансформация геля в ксерогель, в ходе которой происходит удаление лишней воды и образование определенной структуры.

Синтез гидроксида алюминия обычно ведут добавлением водного раствора аммиака к растворам солей алюминия. При этом выпадает гелеобразный осадок, состоящий вначале из гидрогеля аморфного оксида алюминия. Образовавшаяся таким образом фаза представляет собой частицы глобулярной формы [3]. Размеры частиц на этом этапе очень малы и их удельная поверхность, определяемая числом активных центров на поверхности вещества, достаточно велика. Однако частицам малых размеров свойственна достаточно плотная упаковка с большим количеством контактов между отдельными глобулами, пустоты между которыми практически отсутствуют. При увеличении размеров частиц с одной стороны уменьшается удельная площадь поверхности (рисунок 1). С

другой стороны, с ростом радиуса частиц также увеличивается их объем. Это увеличение значительно, так как объем пропорционален радиусу частиц в третьей степени и при увеличении размера частицы в 2 раза ее объем увеличивается в 8 раз, а при увеличении радиуса в 4 раза – объем увеличивается в 64 раза (рисунок 2).

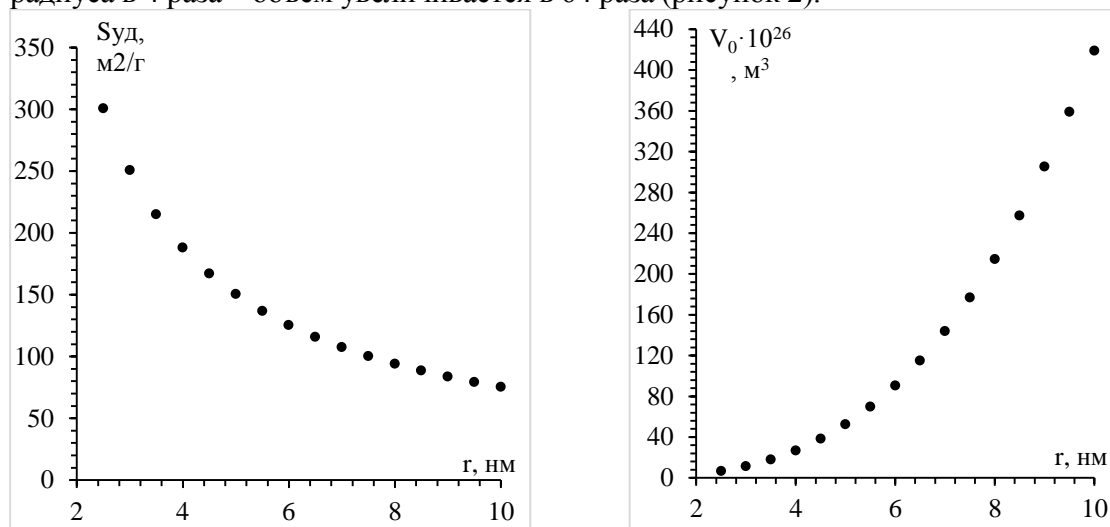


Рисунок 1 – Зависимость удельной поверхности от радиуса глобул
Рисунок 2 – Объемы частицы от радиуса глобул гидроксида алюминия

С ростом размера глобулярных частиц уменьшается число контактов между ними, увеличивается свободный, не занятый глобулами объем, что приводит к увеличению пористости вещества и, как следствие, увеличению общей площади поверхности способной к адсорбции, включающей в себя площадь поверхностного слоя и площадь поверхности внутри пор.

Таким образом, для получения адсорбента с развитой удельной поверхностью и пористой структурой, необходимо таким образом проводить синтез вещества, чтобы обеспечить быстрое зарождение частиц новой фазы, рост которых обеспечил бы относительно равномерное увеличение объема частиц и объема образующихся пор. Этот процесс должен быть контролируемым для создания заданной пористости. Регулирование процесса осаждения осуществляется подбором условий проведения осаждения таких как рН среды, температура осаждения, концентрации участников реакции, добавление поверхностно-активных веществ, изменяя эти условия можно создавать адсорбенты с заданными свойствами.

В работе [3] предложена методика формирования структуры гидроксидов заданной пористости путем медленного осаждения гидрогеля путем послойного наращивания коллоидных частиц. Такой способ позволяет регулировать объем образующихся глобул, распределение активных центров на их поверхности. Регулирование рН раствора в процессе осаждения позволяет получать адсорбент как с положительно, так и с отрицательно заряженной поверхностью.

Список использованных источников

1. Лайтинен, Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ: [пер. с англ.] под ред. Ю. А. Клячко / Г.А. Лайтинен, В.Е. Харрис, 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1979. – 624 с.
2. Комаров, В.С. Адсорбенты и их свойства / В.С. Комаров – Мн.: Наука и техника, 1977. – 248 с.
3. Комаров, В.С. Адсорбенты: Вопросы теории, синтез и структуры / В.С. Комаров – Мн.: Белорусская наука, 1997. – 287 с.