

Получение и применение нанокompозитного катионита для задач очистки воды

И.Т. Гарипов, О.У. Гапурова, Р.Р. Хайдаров

Институт Ядерной Физики Академии Наук Республики Узбекистан
Ташкент, Узбекистан



Введение

В условиях жаркого климата зачастую происходит быстрое загрязнение катионита микроорганизмами. Разрастание бактериальных образований и водорослей в слоях катионита внутри химколонн систем водоподготовки приводит к увеличению перепада давления в слое ионообменной смолы, комкованию гранул в агломераты (до несколько кг.) что снижает производительность по умягченной воде а также к последующему разрушению гранул катионита и значительному снижению его обменной емкости, что приводит к резкому сокращению срока службы/эксплуатации дорогостоящих систем ХВО.

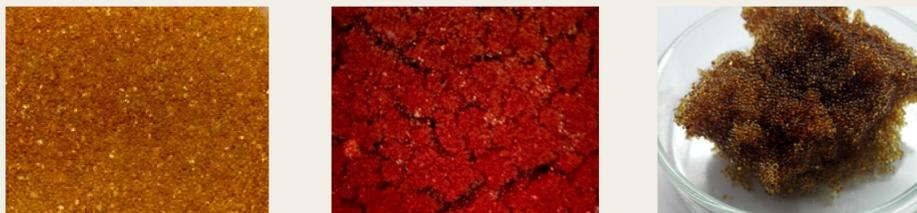
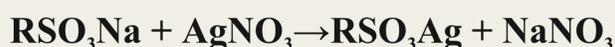


Фото исходного нового катионита КУ-2-8 и загрязненного микроорганизмами

Метод и материалы

Был развит метод внедрения наночастиц серебра в сильнокислотный катионит КУ-2-8, обеспечивающий образование слоя наносеребра на поверхности гранул катионита с целью предотвращения размножения бактерий и других микроорганизмов на гранулах.

На первой стадии катионы серебра вводили в матрицу катионита по ионообменному механизму:



после чего проводили восстановление ионов серебра раствором боргидрида натрия:



Эксперименты

Эксперименты по ионообменному насыщению катионита КУ-2-8 ионами серебра проводились с полным и частичным насыщением по серебру:

Статический режим в течении 1 часа с последующей промывкой дистиллированной водой

1. Навески катионита в Na-форме - по 1 г
2. Концентрация серебра в диапазоне - 0,01±0,4 моль/л,
3. Объем водной фазы - по 5 мл на каждую навеску.

Динамический режим, скорость 5 мл/мин до полного насыщения катионита

1. Навески катионита в Na-форме - 10 г
2. Концентрация серебра - 0,01 моль/л
3. Стеклянная колонка, диам. - 25 мм,
4. Высота рабочего слоя - 35 мм.

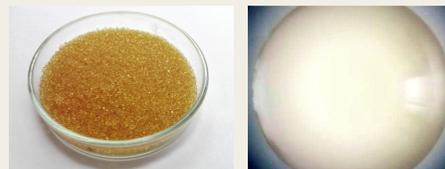
Полученная в результате эксперимента ПОЕ катионита по серебру составила 200 мг/г, что соответствует примерно 1,9 ммоль/г.

Варианты восстановления серебра

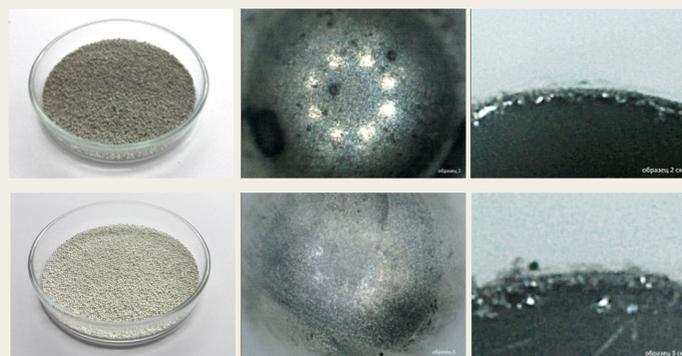
- Боргидрид натрия (концентрация 0,05- 0,1-0,2-1 %)
- Гидразин, (0,1 %)
- Природные полисахариды (альгинат натрия (0,1-1,0%), кверцетин(0,5%).)

Концентрацию ионов серебра в экспериментах определяли потенциометрическим методом с использованием ионоселективного электрода типа «ЭЛИС-131Ag». Диапазон определяемых концентраций ионов серебра: 1-10800 мг/дм³.

При химическом восстановлении катионов Ag⁺ в матрице КУ-2-8 уменьшение концентрации боргидрида натрия способствует восстановлению катионов серебра преимущественно в поверхностном слое зерна, что приводит к формированию токопроводящего слоя металлического серебра.

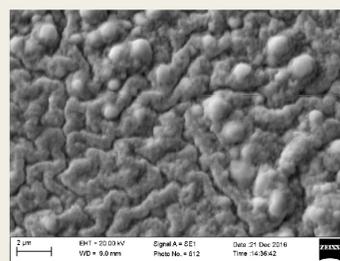


Исходный катионит



Нанокompозитный катионит с концентрацией 0,1 ммоль/г

Нанокompозитный катионит с концентрацией 0,25 ммоль/г



Снимок поверхности нанокompозитного катионита, полученный на сканирующем электронном микроскопе.

Частицы серебра на поверхности катионита имеют сферическую форму, размер варьируется в диапазоне от 50 нм до 1000 нм

Результаты

Наши исследования микробиологической активности созданного нанокompозитного катионита продемонстрировали его выраженное антибактериальное действие на тест-культуры *Staphylococcus aureus* и *Pseudomonas aeruginosa*.

Использование наночастиц серебра в структуре катионита позволяет предотвратить рост бактерий и биопленок на его поверхности и тем самым значительно увеличить срок его службы при сохранении высокого значения обменной емкости, характерной для сильнокислотных ионообменных смол.

Также обнаружен эффект восстановления нанокompозитным катионитом растворенного в воде кислорода, состоящий из этапов:

- Внутренняя диффузия кислорода по порам нанокompозита
 - Адсорбция кислорода на центрах наносеребра
 - Окислительно-восстановительная реакция кислорода с наночастицами серебра с образованием ионов серебра или оксидо- и гидроксообразованием.
- Это придаёт функцию удаления растворенного кислорода из воды.

Литература

1. Garipov I., Khaydarov R.R., Gapurova O. (2018) «Silver nanoparticles in water purification», *Advances Research in Nanosciences for Water Technologies*, Springer, 978-3-030-02380-5, 467862 1 En
2. Khaydarov R.R., Gapurova O., Khaydarov R.A. (2017) «The Application of Fibrous Ion-Exchange Sorbents for Water Treatment and the Purification of Gaseous Mixtures», *Advances in Materials Science Research*, Volume 30, 2017, P. 229-239.
3. Khaydarov R.A., Khaydarov R.R. (2014) «Silver Nanoparticles As a Biocide for Water Treatment Applications», in: *Advances in Environmental Research*. Volume 36, Ed.: Justin A. Daniels, Nova Publishers, New York, P.235-246.