

КЛАССИФИКАЦИЯ МАГНЕТИТОВЫХ АДСОРБЕНТОВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Умиркулова Ф.А., Бабамуратов Б.Е., Пулатова Л.У.

Термезский университет экономики и сервиса, г. Термез, массив Фараван, дом 4 Б,
e-mail: feruza_umirqolova@tues.uz

Введение. Магнетитовые адсорбенты (Fe_3O_4) становятся важными материалами для удаления радионуклидов из водных и почвенных растворов. Эти адсорбенты отличаются рядом преимуществ, включая высокую поверхность для адсорбции, возможность магнитного отделения и способность к восстановлению. Учитывая глобальные экологические проблемы и необходимость очистки водоёмов и почвы от радиационных загрязнителей, магнетитовые адсорбенты привлекают внимание исследователей как эффективное средство для удаления радионуклидов. Однако, для того чтобы максимально эффективно использовать магнетит в этих процессах, необходимо применять различные модификации и улучшения его свойств.

Классификация магнетитовых адсорбентов для удаления радионуклидов**1. Чистые магнетитовые адсорбенты**

Чистый магнетит представляет собой базовый материал, который эффективно удаляет радионуклиды в воде, но ограничен из-за склонности к агрегации частиц, а также недостаточной селективности по отношению к различным радионуклидам. Для решения этих проблем часто применяются дополнительные модификации.

2. Функционализированные магнетитовые адсорбенты

В этих материалах магнетит покрывается химическими группами, такими как аминокислоты, карбоксильные группы и другие органические или неорганические молекулы, что значительно повышает селективность и ёмкость адсорбции для радионуклидов. Эта модификация позволяет эффективно удалять определённые радионуклиды из сложных загрязнённых сред.

3. Композитные магнетитовые адсорбенты

Композитные материалы, созданные путём комбинирования магнетита с углеродными материалами, силикатами или металлами, обладают улучшенными характеристиками, такими как высокая стабильность, большая адсорбционная ёмкость и предотвращение агрегации. Эти материалы обеспечивают более эффективную очистку воды от радионуклидов.

4. Гибридные магнетитовые адсорбенты

Гибридные адсорбенты включают магнетит в сочетании с металл-органическими каркасами (MOF) или ковалентно-органическими каркасами (COF), которые обладают высокой пористостью и селективностью. Эти материалы могут быть использованы для удаления специфических радионуклидов и других загрязнителей, предлагая большие перспективы для удаления радиоактивных загрязнителей.

5. Производные магнетитовые адсорбенты

Включают такие материалы, как маггемит, получаемые в результате модификации магнетита. Эти материалы обладают изменёнными магнитными и химическими

свойствами, что позволяет более эффективно удалять радионуклиды, которые трудно захватываются стандартными магнетитами.

Кверцетин (3,3',4',5,7-пентагидроксифлавонон) является природным пищевым флавоноидом, обладающим способностью образовывать стабильные комплексы с переходными металлами (Fe, Co, Ni, Cu и Zn). С этой точки зрения, наночастицы Fe_3O_4 , покрытые кремнеземом, были модифицированы кверцетином и использованы в качестве адсорбента для поглощения уранила (UO_2^{2+}) из обогащенных образцов почвы и коммерческой (Nestle) питьевой минеральной воды. Этот адсорбент продемонстрировал максимальную адсорбционную способность 12,3 мг/г при pH 5 в деионизированной воде. Кроме того, процесс адсорбции был быстрым и достигал устойчивого состояния за тридцать минут.

Ли и др. исследовали реактивность различных органических соединений, включая аминопропил, бензоилтиокарбамид (BT), дигидроимидазол (DIM), полиариламидоксим (AD), фосфонат (PP), фосфонат-амино (PPA), хлорпропил, поли(пропиленимин) (PPI), поли(амидоамин) (PAMAM), в мезопорах магнитных мезопористых кремнеземных частиц (MMSN) размером 3 нм в отношении урана в искусственных подземных водах при низком и высоком pH. В кислой среде (pH 3,5) MMSN-PP оказался лучшим сорбентом с максимальной адсорбционной способностью для U(VI), равной 37,5 мг/г. В то же время, в щелочной среде (pH 9,6) MMSN-PPI продемонстрировал максимальную адсорбционную способность для U(VI), равную 133,3 мг/г.

Заключение: Магнетитовые адсорбенты представляют собой многообещающие материалы для решения проблемы удаления радионуклидов из загрязнённых водоёмов и почвы. Классификация этих материалов даёт возможность более детально изучить различные подходы и методы, направленные на улучшение их эффективности и селективности. Функционализация, создание композитных и гибридных материалов, а также использование производных магнетита открывают новые горизонты в области очистки окружающей среды от радионуклидов.

Литература

1. MAG/SEPSM technology will decontaminate radioactive milk, http://infohouse.p2ric.org/ref/14/0_initiatives/init/oct97/robot.htm, accessed 5/24/2017.
2. Q.-H. Hu, J.-Q. Weng and J.-S. Wang, *J. Environ. Radioact.*, 2010, 101, 426–437.
3. J. Duruibe, M. Ogwuegbu and J. Ekwurugwu, *Int. J. Phys. Sci.*, 2007, 2, 112–118.
4. M. Arias-Estévez, E. López-Periago, E. Martínez-Carballo, J. Simal-Gándara, J.-C. Mejuto and L. García-Río, *Agric., Ecosyst. Environ.*, 2008, 123, 247–260.