

ISSN 2091-5527
№ 2/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 661.81

СИНТЕЗ ЦЕОЛИТНЫХ АДсорбЕНТОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ: ТЕХНОЛОГИЯ, СВОЙСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Исаева Нурхон Фархатовна

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

e-mail: nurhonisaeva@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы переработки отработанных цеолитов и промышленных отходов для получения новых адсорбентов. Приведены технологии подготовки сырья, гидротермального синтеза и модификации композиционных цеолитных гранул. Представлены экспериментальные данные по механической прочности, водостойкости, удельной поверхности и адсорбционной способности полученных образцов. Показано, что вторичное использование цеолитной крошки, зольных остатков и алюмооксидных отходов позволяет получить эффективные сорбенты, применимые для очистки воды и газов. Обсуждаются экологические и экономические преимущества переработки отходов в функциональные материалы.

Ключевые слова: цеолит, отходы, регенерация, синтез, адсорбент, грануляция, СаА, АГ-3, зола ТЭС, водостойкость, экологичность

Введение. Разработка экологически чистых технологий на основе переработки промышленных отходов приобретает особую актуальность в контексте устойчивого развития. Цеолитные адсорбенты, обладая высокой сорбционной способностью и стабильностью, являются перспективным направлением повторного использования силикатсодержащих и алюмосиликатных отходов [1].

Исходные материалы и типы отходов. Для синтеза цеолитов были использованы: отработанные цеолиты NaA и CaA (O-NaA, O-CaA), утратившие активность при осушке природного газа; активированный уголь АГ-3, применявшийся в очистке раствора МДЭА на Мубарекском ГПЗ; зола от сжигания бурого угля Ангренского месторождения; суспензии Al_2O_3 и $Al(OH)_3$, полученные при переработке алюмооксидных отходов; технический NaOH от АО «Навоиазот»; каолин АКС-30, КМЦ, Na_2CO_3 , древесная мука, жидкое стекло.

Технология синтеза и грануляции цеолитов. Синтез цеолитных гранул включал стадии: измельчение фракции O-NaA или O-CaA, добавление каолина, КМЦ и раствора NaOH; мокрый размол смеси, экструзия в гранулы диаметром 1,6 мм; сушка (80–130 °С), прокалка (до 550 °С), гидротермальная кристаллизация в автоклаве, добавление затравки; промывка и финальная термообработка (до 350 °С) [2,3]. Для серий ЛЗС и ОКС использовали сплавление с NaOH с последующей регулировкой соотношений $SiO_2:Al_2O_3$ и $Na_2O:SiO_2$ добавлением суспензии Al_2O_3 . Очистка сырья проводилась выщелачиванием раствором HCl [4,5]. Свойства цеолитных адсорбентов, полученных из отходов приведены в таблице 1. Параметры образцов включают: прочность (до 22,7 кг/гранулу), насыпную плотность (до 0,85 г/см³), удельную поверхность (до 215 м²/г), водостойкость (до 99 %), динамическую адсорбцию водяных паров (до 224 мг/г).

Таблица 1

Свойства цеолитных адсорбентов, полученных из отходов

Образец	Прочность, кг/гранулу	Насыпная плотность, г/см ³	Удельная поверхность, м ² /г	Динамическая адсорбция H ₂ O, мг/г	Водостойкость, %
ОК-5	23.1		215	224	99
ОК-7	22,4	0.88	208	225	99
ЛЗС-2	22,6		210	224	98
ЛЗС-3	22.7	0.82	208	200	99

Морфология изучалась с помощью электронного микроскопа, фазовый состав - по данным рентгенофазового анализа [1,3]. Оценка эффективности проводилась по изменению концентраций солей жёсткости и красителей. Использовались методы: титрование ЭДТА для Ca^{2+} , фотометрия при $\lambda = 450-590$ нм, коагуляционные тесты согласно ГОСТ Р 51642-2000 на модельной суспензии каолина (5 мг/л),

варьируя дозу коагулянта по Al_2O_3 от 0,5 до 8,0 мг/л. Адсорбционная ёмкость рассчитывалась по формуле: $A = (C_{нач} - C_{кон}) \times V \times 100 / m$. Наилучшие результаты показали образцы с АГ-3 и СаА-д, обладающие высокой удельной поверхностью и прочностью [4,5]. Введение золы ТЭС и жидкого стекла улучшило текстурные характеристики. Образцы ОК-5 и ЛЗС-2 продемонстрировали стабильность при

Rajabov Sh.X., Xolnazarov F.A., Hakimov K.J., Abdisoatov S.Z. Xondiza koni polemetal rudalaridan rux, mis va qo'rg'oshin metallarini ajratib olish texnologiyasini takomilashtirish	80
Yuldasheva N.S., Matkarimov S.T., Mukhametdjanova Sh.A., Nosirkhujayev S.Q., Ochildiev K.T., Akramov U.A. The production of iron-containing alloys from slags of copper production	84
4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов	
Mizaraximov A.A., Komilov Q.O'., Muxamedov G'I. Fosfogipsdan foydalanishda uni zararsizlantirishga erishish yo'llari	87
Абед Н.С. Ключевые аспекты создания новых акустических многофункциональных композитов	90
Мусабеков Д.Х., Негматова К.С., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю. Созданные и освоение технологической линии производства композиционных химических реагентов-деэмульгаторов, применяемых в технологии обезвоживания и обессоливания нефтеэмульсии	94
Tursunbayev S.A., Mardonaqulov Sh.O'., Saidxodjayeva Sh.N., To'rayev A.N., Murodqosimov R.X., Odilov F.U. Al-Cu-Mg tizimidagi qotishmalarni legirlovchi elementlar (Ge va Si) ta'sirida fazalar o'zgarishi ...	97
Максудходжаева М.С., Юлдашев Л.Т., Джумакулов Т., Жумаев М.Н. Композиции из феромонов для ловушки дынных мух – <i>Miopardalis pardalina</i> Big, с целью защиты сельскохозяйственной продукции	100
Tursunbayev S.A., Murodov S.Z., Turakhodjayeva A.N., Rakhmonova M.R., Turaev A.N. The change in the fluidity properties of the Al-Cu alloy under the influence of modifying elements	102
Kucharov A.A., Qurbonov A. A., Yusupov F.M. Gaz quvurlarining korroziyaga chidamliligini oshirish uchun bitum asosida kompozitsion qoplama: sintez, xususiyatlar va qo'llanilishi	104
Мухаметджанова Ш.А., Маткаримов С.А., Носирхужаев С.К., Очилдиев К.Т., Валиева М.Э., Камолов Л.У. Теоретические исследования причин потери меди в технологии переработки сульфидных медных концентратов в кислородно-факельной печи	109
Uzoqov A.A., To'rayev T.B., Raximov H.N. Tabiiy gazni gazkondensatidan va mexanik qo'shimchalardan tozalash samaradorligini oshirish	113
5. Методы исследования, приборов и оборудований композиционных материалов	
Аллаев Ж., Комилов К.У., Курбанова А.Дж. Получение и изучение свойства композиционных материалов на основе фосфогипса	120
Sayitova N.N., Ibragimova K.S., Tangyarikov N.S. Xlorofill metall analoglarining eritmalarida solvatsiya effektlari	122
Mamatkulova S.O., Maksumova O.S. Piperidinobetain asosida mis (II) kompleks birikmalari sintezi	125
Исаева Н.Ф. Синтез цеолитных адсорбентов из промышленных отходов: технология, свойства и эффективность	129
Umirzakova F.B., Rasulov A.X. Tog'-kon karyerlari uchun konveyer roliklarini afzalliklari	130
Шапатов Ф.У., Исмаилова Р.М., Усманова Г.А., Ражабова Э.Б., Исмаилов Р.И. Изучение влияния коллоидной композиции на основе 2-бромметилоксирана с 1,3-дифенилгуанидином на горючесть полиэтилена	132
Эшонкулов У.Х., Рузиев У.М., Каюмов О.А., Нормуминов У.Ш., Абдуллаев Ф.О. Взаимодействие компонентов глиноземсодержащего сырья с азотной кислотой	135
Samandarov E.Sh., Ibragimov A.B., Yakubov Yu.Yu., C.Balakrishnan, Safarov A.R. 18-crown-6 based supramolecular structure, Z-scan, hirshfeld surface analysis nonlinear optical properties	139
Чўлиев У.Х., Амонов М.Р. Сувда эрувчан полимерлар асосида олинган бурғуловчи эритма хоссаларини ўрганиш	143
Хасанов С.М., Ўнгбоев А.М. Изменение поверхностной структуры инструментальных материалов при их магнитной обработки	145
Абед Н.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Бабаханова М.А., Шамсиева С.С., Рахимов Х.Ю. Маҳаллий ва иккиламчи хомашёлардан полимер композицияси асосидаги янги лок-бўёк материалларини эксплуатацион хоссаларини аниқлаш	147
Mamatqodirov B.D., Yakubov.Y.Y., Ibragimov A.B. Sidorenko A.Yu. Kaolin nanonaylarini SEM tasvirlari tahlili	149
Safarov A.R., Bozorov A.N., Ibragimov A.B. Cu(II) ionini 2-amino 5-metiltio 1,3,4-tiodiazol asosida olingan yangi metal kompleksining EA va SEM tahlili	153
Ermatorov R.K., Dekhkanov Z.K., Doliyev. G.A., Abdulhayev. A.B. Optimization of bertole salt obtaining technology through silvinite recycling	154
Qo'chqorov Sh.B., Turabdjano S.M. Aralash tolali matolarni yakuniy pardoqlashda tabiiy xitozan bilan ishlov berish	156