

ISSN 2091-5527

№ 2/2026

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал

Композиционные материалы

УДК 622.245

ПОЛУЧЕНИЕ Н-ПЕРМУТИТА

Бердиев Ш.И.¹, Эркабаев Ф.И.², Абдулакимов И.Ф.¹, Шокиров А.П.¹, Эсанбаев Ф.И.¹¹ Ташкентский химико-технологический институт² Научно-исследовательский институт экологии и охраны окружающей среды

Аннотация. Для смягчения технических вод применяют различные сорбенты, в том числе пермутиты, которые удаляют из технических вод ионы кальция и магния, заменяя их в эквивалентном количестве ионами натрия. При этом вода смягчается, заменяется осадок, образующий ионы кальция и магния на растворимые соединения натрия. Такие воды применяют в паровых котлах, если в этом случае применить водород пермутит, то уменьшается солесодержание и резко улучшается работа паровых котлов, особенно паровых котлов высокого давления, а также заметно повышается их КПД. Целью настоящего исследования является получение водород пермутита и изучения его сорбционных свойств. Н-пермутит можно получать из треххлористого алюминия и силиката натрия в водной среде, при этом точность соотношения компонентов играет большую роль для образования Н-пермутита.

Ключевые слова: Н-пермутит, треххлористый алюминий, силикат натрия, сорбционная емкость, замена ионов.

Введение. Применение активированного угля или цеолитов в качестве адсорбентов при умягчении и очистки сточных вод является эффективным, но их применение в этой отрасли ограничивается, так как из-за сложности процесса регенерации их стоимость повышается. В связи с чем поиск и возможности использования эффективных природных материалов для очистки сточных вод считаются актуальными.

В исследованиях авторов [1-3], сорбенты, полученные на основе торфа и древесной стружки, предложены для переработки нефти и умягчения технологической воды, очистки гальванических сточных вод, при этом целлюлоза в составе древесных опилок является восстановителем, и применяются для восстановления и выделения некоторых ионов тяжелых металлов. Природные минералы, как бентонит (монтмориллонит), каолинит, биотит, вермикулит, глауконит, считаются эффективными и перспективными при умягчении промышленных сточных вод и очистке тяжелых металлов [4]. Это связано с тем, что природные минералы недорогие и в месторождениях имеются в достаточном количестве, эксплуатационные свойства которых являются достаточно высокими.

Адсорбционные свойства природных минералов объясняются их химическим, минералогическим составом, а также структурой кристаллов и дисперсностью их частиц. Основными компонентами в них являются SiO_2 (30-70 %), Al_2O_3 (10-40 %) и H_2O (5-10 %), удельная поверхность которых составляет до $500 \text{ м}^2/\text{г}$.

Из сорбентов минерального и синтетического происхождения наибольшее применение в водоочистке нашли природные и синтетические цеолиты.

Цеолиты относятся к группе каркасных алюмосиликатов, кристаллическая решетка которых образуется тетраэдрами $[\text{SiO}_4]^{4-}$ и $[\text{AlO}_4]^{5-}$. Наличие полостей и каналов в микроструктуре цеолитов, а также достаточно большая свобода движения катионов и молекул воды определяют их уникальные свойства: совмещение, как адсорбционных свойств, так и ионообменных. Цеолиты легко обменивают катионы (Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} и др.) в своем составе на катионы загрязнители, находящиеся в растворе, а также цеолиты способны к селективному поглощению.

В работе [5-6] изучены сорбционные свойства цеолита по отношению к таким поллютантам сточных вод как нефтепродукты, фосфаты, ионы тяжелых металлов: Fe^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Cr^{2+} , Cd^{2+} и Pb^{2+} . После очистки цеолитами сточных вод содержание нефтепродуктов сокращается на 74,2%; фосфатов на 86,1%; Fe^{2+} и Cu^{2+} на 55%; Zn^{2+} на 80%; Al^{3+} на 50%; Mn^{2+} на 57,1%; Cr^{2+} на 60%; Cd^{2+} на 50%; Pb^{2+} на 75%.

По результатам проведенных в [7] исследований установлено, что образцы цеолитсодержащих пород клиноптилолитового типа имеют значительную сорбционную способность по ионам тяжелых металлов. Выявлено, что при исходной концентрации иона ^{226}Ra 30 Бк/л эффективность очистки клиноптилолитом составляет 96%. Кроме того, показано, что, используя клиноптилолит в Na форме, можно не только производить доочистку вод по цинку и алюминию, но еще и уменьшать содержание иона аммония, цвет и запах воды.

Для увеличения сорбционных свойств цеолиты подвергают химическому модифицированию. В работе [8-9] на стадии доочистки исследован процесс адсорбции белковых соединений из сточных вод пищевых

производств при использовании модифицированных цеолитов. Исходные цеолиты модифицировались 3%-ным раствором хитозана и ферроферрицианидными комплексами. Степень доочистки сточных вод по белку на модифицированных цеолитах составляет 68-75%, тогда как на не модифицированных образцах она составляет <60%.

Объект и методики исследования.

Недостатками при использовании цеолитов являются ограничения в размерах окон и полостей цеолитов, поэтому к обмену на цеолитах способны только сравнительно небольшие ионы. Часто наблюдается неполный обмен, что связано с наличием в цеолитах центров, доступных для одних и недоступных для других ионов. Степень обмена в значительной степени зависит от температуры, что препятствует использованию цеолитов в водоочистке. Кроме того, партии добываемых цеолитов значительно отличаются по ситовому эффекту, разнятся по ионообменной способности и по рядам селективности, что затрудняет создание и эксплуатацию ионообменных фильтров на их основе. Подобных недостатков лишены синтетические цеолиты, имеющие лучшие по сравнению с природными свойства, однако их применение в водоочистке ограничивается достаточно высокой стоимостью.

Несмотря на эффективность цеолитов в качестве сорбционных материалов, их использование удорожает процесс очистки воды из-за их высокой стоимости, избирательной эффективности, сложности процесса регенерации. Поэтому проблема поиска и изучения возможности применения дешевых и эффективных природных материалов для водоочистки является актуальной.

Как указано выше, основными проблемами при очистке сточных вод, загрязненных различными органическими и неорганическими веществами являются дорогостоящие и в основном импортируемые из-за рубежа различные сорбенты, сорбенты-иониты, которые используются в различных отраслях промышленности. Учитывая вышеуказанное нами проведены научные исследования по получению алюмосиликатных адсорбентов - пермутита, в частности Н-пермутита.

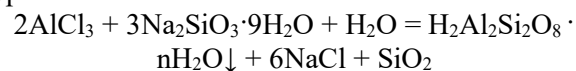
Результаты исследования и их обсуждение. В промышленных предприятиях для смягчения технических вод применяют различные минеральные и синтетические адсорбенты, в том числе натриевый пермутит, который удаляют из технических вод ионы кальция и магния, заменяя их в эквивалентном

количестве ионами натрия. При этом вода смягчается, но ее минерализация остается, только заменяются катионы кальция и магния на катионы натрия. Смягченные пермутитом воды применяют в паровых котлах, если в этом случае применить водород пермутит уменьшается солесодержание и заметно улучшается работа паровых котлов, особенно паровых котлов высокого давления, а также повышается их КПД.

Целью настоящего исследования является получение водород пермутита и изучения его свойств по умягчению технологических вод.

Известно, что водород пермутит можно получать из треххлористого алюминия и силиката натрия в водной среде, при этом точность соотношения компонентов играет большую роль для образования водород пермутита.

Для синтеза водород пермутита пользовались треххлористым алюминием, для этого 23,5 грамма $\text{NaSiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ растворили в дистиллированной воде, объемом 2 л и 3,4 грамм AlCl_3 в дистиллированной воде, объемом 1 л течение 10 минут перемешивали при комнатной температуре. Химизм реакции данного процесса можно описать в виде нижеследующего уравнения:



После чего полученный продукт, т.е. водород пермутит выпадает в осадок, NaCl и SiO_2 остается в растворе. Продукт отфильтровывали, промывали, сушили при температуре 110°C до постоянного веса и определяли выход продукта. В нашем случае высушенный продукт составил 14,3 грамма, выход которого составил 53 %. По данной технологии получили образец водород пермутита в количестве 1,1 кг. Полученный продукт подвергли грануляции, для этого в качестве пластификатора добавили 8 % обогащенный бентонит Навбахорского месторождения. В готовую смесь добавили воду в оптимальном количестве для грануляции, определенного предварительно и которое составило 21 % и гранулировали в лабораторном грануляторе ФШ-004, диаметром отверстий шнека 1,0 мм. Готовые гранулы сушили при температуре 175°C при периодическом перемешивании. Высушенные гранулы просеивали через сита, отсортировали фракции 1-3 мм для изучения сорбционных свойств.

Полученный продукт разместили в сорбционной колонне, приготовили модельный раствор, содержащие ионы Fe^{2+} в количестве 22 мг/л и исследовали сорбционные свойства полученного водород пермутита. Полученные

данные по определению сорбционной емкости приведены на рис 1.

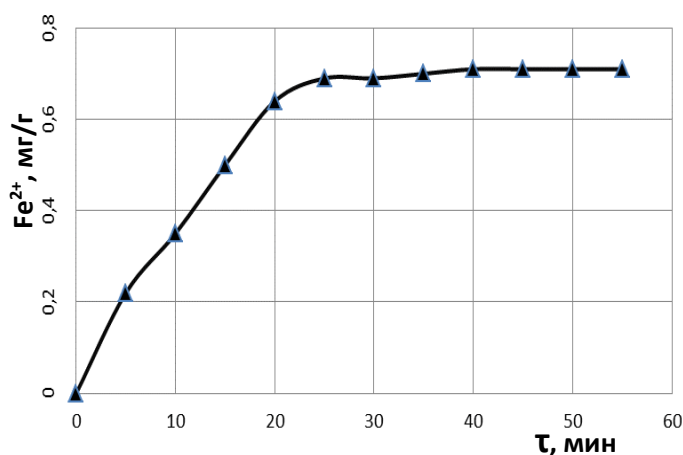


Рис.1. Кинетика адсорбции ионов Fe²⁺ на модельных растворах концентрацией ионов железа 10 мг/л

Как видно, из рис.1 ионы Fe²⁺ активно поглощаются в первые 20 минут, далее сорбент насыщается и до 50 минут процесс идет

относительно медленно. По предварительным данным сорбционная ёмкость полученного сорбента по ионам Fe²⁺ составила 0,65 мг/г.

Вывод. Полученные данные позволили определить оптимальные соотношения компонентов для получения водород перутита, полученный продукт выделен из водной среды, подбирая пластификатор и оптимальное количество воды получены гранулы определенной фракции. Полученные гранулы высушены, размещены в сорбционную колонну и испытаны на сорбционные свойства. Результаты показали, что полученный продукт является хорошим адсорбентом, при смягчении и очистке вод, не загрязняют водную среду, снижая ее минерализацию. Полученный продукт можно применить для смягчения вод при изготовлении электролитов различного состава успешно применить при очистке вод паровых котлов высокого давления, при этом эффективное смягчение и снижение общей минерализации вод положительно влияет на повышение коэффициента полезного действия паровых установок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хаджибаев Д.А., Мухаммадиева Д.А., Эркабаев Ф.И. Очистка сточных вод от тяжелых металлов электрохимическим методом // Журнал «Химическая промышленность», г.Санкт-Петербург. 2020 г. Т.97., №2 С.77-81.
2. D.A.Khadjibaev, F.I.Erkabaev. Selection of mineral raw material fields for glauconite sorption materials // Международный научно-технический журнал «Химическая технология. Контроль и управление», 2021, № 2 (98), С.11-18.
3. Эркабаев Ф.И., Хаджибаев Д.А., Мухаммадиева Д.А. Получение пигмента на основе осадков электрохимической очистки хроматсодержащих стоков. Санкт-Петербург. Международный журнал "Химическая промышленность". 2021 год. Том.98. №1. стр.39-43.
4. Исследования процесса восстановления ионов шестивалентного хрома / Ф.И. Эркабаев, С. Ишанходжаев, Б. Хасанов, С.С. Ишанходжаев. ТошКТИ Фан хафталиги. – Ташкент, 3-5 апреля 2001 г. – 87 с.
5. Володченко Л.В. Механизм формирования гидроксида алюминия при обработке воды активированным раствором коагулянта. -Коммунальное хозяйство городов: научно-технический сборник №45. -К.: Техника, 2004.-С. 107-110.
6. Чачина С.Б. Оценка эффективности очистки нефтезагрязненных вод с использованием кокса и цеолита / С. Б. Чачина, О. О. Овсянникова // Омский научный вестник. - 2012. - № 114. - С. 207-211.
7. Ватин Н.И. Применение цеолитов клиноптилолитового типа для очистки природных вод / Н.И. Ватин, В.Н. Чечевичкин // Инженерно - строительный журнал. - 2013. - № 2. - С. 81-88.
8. Назаренко О.Б. Применение Бадинского цеолита для удаления фосфатов из сточных вод / О. Б. Назаренко, Р.Ф. Зарубина // Известия Томского политехнического университета. - 2013. - т. 322. № 3. - С. 11-14.
9. Жамская Н.Н. Изучение возможности применения модифицированных сорбентов для очистки сточных вод от белковых веществ / Н.Н.Жамская, С.А.Машкова, Л.С.Бянкина, Н.П.Шапкин //Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. - 2008. - № 20. - С. 37-40.

Шернаев А.Н, Негматов С.С., Усенова Г.С., Гулямов Г. Методология исследования структуры и триботехнических характеристик антифрикционных древесно-полимерных композитов	54
Xusanov N.A., Rajerova M. Kesuvchi materiallarga vakuumda CVD va PVD usulida qoplama qoplash texnologiyasi	56
Berdiyev Sh.A., Cho‘lliyev Z.F., Hamdamov D.H. Detallarni azotlash so‘ngra oksidlash bilan kompozit nitrid-oksidi qoplamalarini olish usuli	58
Mardanova Y.O’., Kamalova D.I., Abed N.S. Yarim elektr o‘tkazuvchi kompozitsion polimer materiallarning elektr o‘tkazuvchanlikning xossalari tadqiq etish	60
Раззоков Х.Қ., Амонов М.Р. Табиий сапропел минералини механик майдаланиш даражасининг поралар умумий ҳажми ўзгаришига таъсири	63

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Косимов Ш.Б., Абед Н.С., Негматов Ж.Н. Исследование и разработка технологии получения композиционных полипропиленовых материалов и колковых деталей из них для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов	65
Номозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Жовлиев Ш.Х., Абдуганиев А.И. Разработка научно-методических принципов и инновационной технологии получения композиционных химических ингибиторов на основе местного сырья и отходов производств..	68
Inog‘omov S.Y., Asrorov U.A. Natriy–karboksimetiltellyuloza va poliakrilamid asosida interpolimer kompleksini olinish texnologiyasi	70
Бердиев Ш.И., Эркабаев Ф.И., Абдулакимов И.Ф., Шокиров А.П., Эсанбаев Ф.И. Получение Н-пермутита	73
Талипов Н.Х., Панжиев О.Х., Салимова С.А., Абед Н.С., Икрамова М.Э. Разработка технологии получения тампонажных композиционных материалов на основе местного сырья и отходов производств, и растворов из них	76
Хамдамова Ч.Х., Очилов Э.А., Сайфиева П.О., Бекпулатов Х.О., Абед Н.С. Способы переработки золы от сжигания энергетических углей и перспективы комплексного использования золошлаковых отходов Ангренской ТЭС	77
Xasanova S.X., Shamanov Sh.X. Birlamchi va ikkilamchi polietilentereftalat asosida olingan kompozitsion kalavani bo‘yash jarayonini tadqiq etish	80
Эшдавлатова Г.Э., Исмаилова Х.Дж. Эффективность работы пеногасителей на основе ЭО-ПО-ПДМС в растворах диэтанолamina	82
Негматов С.С., Эрниеков Н.Б., Негматов Ж.Н., Негматова К.С., Бозоров Д., Курбонов У.М., Абед Н.С., Икрамова М.Э., Бозоров А.Н., Раупова Д.Н. О развитии металлургической промышленности в области извлечения цветных, благородных и редких металлов	86
Нурназарова Г.У., Тухтаев Ф.С., Негматова К.С., Уктамова Ф.А., Уктамова З.А. Исследование изотермических закономерностей адсорбционного процесса в композиционных сорбентах	91
Умиров Ф.Э., Шодиева М.С., Номозова Г.Р. Получение дефолианта на основе хлората магния, содержащего поверхностно-активные вещества	94
Джумаева М.С. Физико-химические основы крашения хлопчатобумажной тканей растворами металлокомплексными соединениями	96
Qoraboyeva N.M., Gafurova D.A., Qurbonov H.G., Ikramova S.M., Rustamov M.K. Xlorlangan polivinilxlorid asosida anionitning olinishi	99

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Номозов С.С., Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Абед Н.С., Рахимов Х.Ю., Жовлиев Ш.Х., Абдуганиев А.И. Исследование физико-химических свойств органоминеральных ингредиентов на основе местного сырья и отходов производств и разработка эффективных составов композиционных ингибиторов, применяемых для защиты от коррозии рабочих органов испытательных машин и механизмов, используемых в процессе оценки эффективности нефтегазовых скважин.....	104
--	-----