

ISSN 2091-5527  
№ 2/2025

Ўзбекистон

# **K**ompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал  
**Композиционные материалы**

nikel komplekslari uchun esa bu kamroq aniqlanadi. Boshlang'ich ligandning ta'siri ham ko'rinadi. Porfirin komplekslarini Co(II) bilan eritishning ekzotermikligi oshishi, koordinatsion erituvchilarda Zn(II), Cd(II) ko'rsatadiki, ularning barchasi elektron beruvchi erituvchilar molekularini qo'shimcha ravishda muvofiqlashtirishga intiladi.

Bunda eritishning ekzotermikligi erituvchining elektron beruvchi xossalari ortishi bilan sezilarli

darajada oshadi. Bu erda erish va solvatatsiya jarayonlarining miqdoriy xarakteristikalari ligandning o'zi va markaziy metall atomining solvatatsiyasi bilan belgilanadi. Metall kompleksining solvatatsiyasiga ushbu entalpiya hissalarini bir-biriga bog'langan va boshlang'ich ligandning tuzilishi va metall atomining tabiati - kompleks hosil qiluvchi vosita bilan belgilanadi.

#### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Вьюгин А.И., Крестов Г.А.// Растворы неэлектролитов в жидкостях. М.: Наука.-1989.с.137-1793
2. Вьюгин А.И., Смирнов В.И., Крестов Г.А.//Ж.физ.химии, 1986, Т.60,вып.7,с.1707-1709.
3. Смирнов В.И.// Автореф.дисс. ...канд.хим.наук. Иваново,1987.
4. Березин М.Б., Семейкин А.С., Вьюгин А.И.// Изв.вузов. Химия и хим.технология, 1984, т.27, вып.7, с.786-790.
5. Березин М.Б.// Автореф.дисс. ...канд.хим.наук. Иваново, 1985.
6. Березин М.Б., Вьюгин А.И., Крестов Г.А.// Изв.вузов. Химия и хим.технология, 1985, т.28, вып.3, с.41-45.
7. Березин М.Б., Тангяриков Н.С., Крестов Г.А.// Изв.вузов. Химия и хим.технология. 1980.Т.33. №4.С.37-41.
8. Тангяриков Н.С. Термохимия растворения и спектральные характеристики аналогов хлорофилла в неводных растворителях // Автореф.дисс. канд.хим.наук.Иванова, 1990..
9. Saydhey W.S. Alben J.O. Eujimoto W.X. York J.L. Substituted Deuteroporphurins. I.Reactions at the periphery oh the porhurin Rins.-J. Org.Chem., 1966. V.31, p. 2631-2640.
10. Аскарлов К.А., Березин Б.Д. и др. Порфирины: структура, свойства, синтез – М.: Наука, 1985. -333С.
11. Гордон А., Форд Р. Спутник химика.М.: Наука, 1976. 447с.
12. Asqarov Q.A., Xolmurodova D.K., Tongyariqov N.S. Pilla qurti chiqindilaridan xlorofill, metalloporfirinlar, biologik va katalitik faol moddalar olishning ilmiy asoslari. Toshkent, 2014. 200 b.
13. Полинг П. Природа химической связи. М.-Л.:ГХИ, 1947, с.76.
14. Березин Б.Д. Координационные соединения порфиринов и фталоцианина. М.: 1978.-280 с.

УДК 661.81

## ЦЕОЛИТНЫЕ АДСОРБЕНТЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА И ВОДЫ

Исаева Нурхон Фархатовна

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии  
e-mail: [nurhonisaeva@gmail.com](mailto:nurhonisaeva@gmail.com)

**Аннотация.** В статье рассматриваются современные подходы к использованию цеолитных адсорбентов для очистки природного газа и сточных вод от вредных примесей. Описаны физико-химические свойства цеолитов NaA, NaX и CaA, определяющие их высокую адсорбционную эффективность. Приведены экспериментальные данные, подтверждающие их селективность в отношении сероводорода, меркаптанов, диоксида углерода, а также солей жёсткости и органических красителей. Особое внимание уделено регенерации отработанных цеолитов и оценке их повторной эффективности. Статья акцентирует внимание на экологической значимости и устойчивом применении цеолитов в нефтегазовой и водоочистной отраслях.

**Ключевые слова:** цеолиты, NaA, CaA, очистка газа, осушка, сточные воды, адсорбция, экологичность.

**Введение.** Цеолиты представляют собой кристаллические алюмосиликаты с микропористой структурой, обладающей высокой сорбционной способностью и ионообменной активностью. Благодаря этим уникальным свойствам они нашли широкое применение в различных областях — от катализа и разделения смесей до газоочистки и водоподготовки [1, 2]. Особую актуальность применение цеолитов приобретает в контексте устойчивого развития, где важна экологичность и ресурсосбережение. Их высокая термическая и химическая стойкость делает цеолиты

незаменимыми в агрессивных условиях эксплуатации, особенно в нефтегазовой промышленности.

**Цеолиты в очистке природного газа.** Узбекистан, обладая значительными запасами природного газа, сталкивается с необходимостью глубокой его очистки от примесей: сероводорода, меркаптанов, диоксида углерода и влаги. Эти компоненты не только токсичны, но и вызывают интенсивную коррозию оборудования. Цеолиты NaA, NaX и CaA обладают высокой избирательностью к данным веществам и успешно применяются на

газобензиновых заводах, криогенных установках и объектах сжижения газа. Их преимуществом является стабильная работа при высоких давлениях и температурах, а также возможность многократной регенерации без потери активности [3]. Цеолиты также эффективно удаляют соли жёсткости ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) и органические загрязнители из водных сред. Согласно данным экспериментов, динамическая адсорбционная ёмкость по водяным парам для образцов типа ОК-5 и ЛЗС-2 достигала 224–225 мг/г, что свидетельствует о

высокой гигроскопичности и стабильности структуры [4].

Цеолиты классифицируются на природные и синтетические (таблица 1). Природные формы (морденит, клиноптилолит) менее эффективны по сравнению с синтетическими, такими как NaA (тип LTA), NaX и NaY (FAU), ZSM-5 (MFI) [5]. Синтетические цеолиты отличаются контролируемой пористостью, высокой удельной поверхностью и равномерным распределением активных центров [6].

Таблица 1

Сравнительные характеристики природных и синтетических цеолитов

Тип цеолита	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Пористость (объём пор), см <sup>3</sup> /г	Эффективность удаления H <sub>2</sub> O, %	Термостабильность, °C
Клиноптилолит (природный)	30	0.15	40	300
NaA (синтетический)	500	0.3	95	700
NaX (синтетический)	700	0.35	98	700
ZSM-5 (синтетический)	400	0.25	90	750

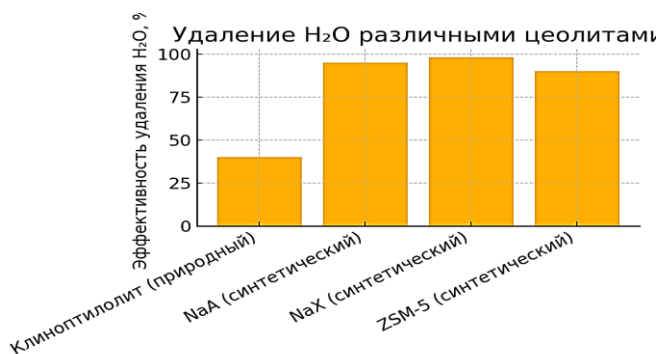


Рис. 1. Эффективность удаления водяных паров различными типами цеолитов

Физико-химические свойства исследовались с помощью: рентгенофазового анализа (XRD, Empyrean, CuK $\alpha$ ); термогравиметрического анализа (HESON HS-TGA-103, 10°C/мин); оценки водопоглощения

(экзикаторный метод); определения остаточного алюминия (комплексометрия) и Cl<sup>-</sup> (аргентометрия). Регенерация цеолитов включала промывку, прокалку и повторную кристаллизацию, что позволяет повторно использовать отработанные адсорбенты и снизить объём промышленных отходов.

**Заключение.** Цеолитные адсорбенты доказали свою высокую эффективность при очистке природного газа и воды. Их физико-химические свойства, стабильность и возможность регенерации делают их важным компонентом экологически безопасных технологий. Внедрение цеолитов в промышленные процессы способствуют снижению воздействия на окружающую среду и повышению устойчивости производств.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. K.C. Khulbe, \*T. Matsuura, C.Y. Fenga and A.F. Ismail Recent development on the effect of water/moisture on the performance of zeolite membrane and MMMs containing zeolite for gas separation; review. 2016, Issue 49, P.19. <https://doi.org/10.1039/C6RA03007F>
2. Мазгаров А.М., Корнетова О.М. Технологии очистки попутного нефтяного газа от сероводорода: Учебно-методическое пособие. Казанский федеральный университет. /А.М. Мазгаров, О.М. Корнетова. Казань: Изд. Институт геологии и нефтегазовых технологий, 2015. – 70с.
3. Mansurova M., Yalg'ashev E.Y., Isaeva N.F., Artukova G.S., Shermatov B.E. Bog'lovchisiz granulalangan A va X strukturali seolitli adsorbentni olish usuli // O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi, №IAP 07317. – опубл.28.02.2023
4. M. Choi and R. Ryoo. Recent advances in the synthesis of hierarchically nanoporous zeolites. Microporous and Mesoporous Materials, 166: 3–19. DOI: 10.1016/j.micromeso.2012.03.054. 2013.
5. Earl, D.J., Deem, M.W. Toward a database of hypothetical zeolite structures. Ind. Engendering Chem. Res. 45, 5449–5454. 200682.
6. Earl, D.J., Deem, M.W. Toward a database of hypothetical zeolite structures. Ind. Engendering Chem. Res. 45, 5449–5454. 2006

## СОДЕРЖАНИЕ

## 1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокomпозитов

Улугова М.М., Панжиев О.Х., Негматов С.С., Талипов Н.Х., Бозорбоев Ш.А. Исследование физико-химических процессов формирования структуры водостойких композиционных материалов на основе модифицированных гипсовых вяжущих .....	3
Негматова К.С., Ходжаева Д.Н., Рузиева Б.Ю., Абед Н.С., Шамсиева С.С., Жалилов Ш.Н., Пирматов Р.Х. Исследование механизма взаимодействия в процессе модификации мочевиноформальдегидных смол с выбранными модифицирующими минеральными наполнителями путем применения современных физико-химических методов .....	8
Sayitova N.N., Ibragimova K.S., Tangyarikov N.S. Piro-, Rodo-, mezoporfirin va ularning komplekslarini 3D-metallar bilan suvsiz erituvchilarda erishi va erish jarayonlarini qiyosiy o'rganish .....	10
Исаева Н.Ф. Цеолитные адсорбенты: экологически безопасные решения для очистки природного газа и воды .....	13
Кулдеев Е.И., Негматов С.С., Тастанов Е.А. Изучение физико-химических характеристик руд диатомитовых месторождений Казахстана .....	15
Xushvaqto'v S.Y., Jurayev M.M., Bekchanov D.J., Muxamediev M.G. Tarkibida azot va oltingugurt tutgan funksional ion almashinuvchi materiallarga Pb (II) ionlarining sorbsiyasi .....	19
Xusenov A.Sh., Ashurov M.M., Abdullaev X.O., Raxmanberdiev G. Plyonkaning gidrofilligi va mexanik mustahkamligiga inulin va uning hosilalari ta'sirini aniqlash .....	22
Mirzoyeva G.A., Fayziyev J.B., Nazarov N.I. Rux oksidi asosida ftalotsianin birikmasining sintezida katalizatorning ta'siri va fizik-kimyoviy tahlili .....	25
Islomova Yu.O'., Abdushukurov A.K. N-akriloiloksokarbazolni polipropilen bilan modifikatsiyalash reaksiyasi .....	29
Qurbanova L.M., Eshmamatova N.B., Akbarov H.I., Bekmurodova M.E., Ismoilova M.D. Po'lat korroziyasida anilinning fosfatli birikmasi asosidagi ingibitorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari.....	31
Ibragimov T.E., Nurullaev Sh.P. Clay adsorbents Cr <sup>6+</sup> adsorption ionization .....	35

## 2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Xasanov J.N., Turaev A.N., Davulov Sh.B. Analysis of cast iron melting technology in electric arc furnace ....	39
Abdulhaqova Sh.B., Rasulov A.X. Kompozitsion materiallarni yaratishda ishlatiladigan talk turlarining xususiyatlarini o'rganish usullari .....	42
Ризаева Н.М., Сайдумаров Б.М. Исследование состояния поверхности стали на границе раздела металла и околонины при нагреве .....	43
Tursunbayev S.A., To'raxodjayev N.D., Nurdinov Z.B., Mardonaqulov Sh.O'., Hudayqulov Sh.O'., To'rayev A.N. Alyuminiy qotishmalarining korroziyabardoshliligiga germaniy elementini ta'siri .....	45
Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Абдумаликова М. Кукун материаллари босим остида электроконтакти ширишда зичланувчанлиги ва электрокаршилиги .....	48
Khasanov J.N., Saidkhodjaeva Sh.N., Turaev A.N. Microstructure of gray cast iron and its effect on mechanical properties .....	52
Искандарова М, Атабаев Ф.Б., Турсунова Г.Р., Абдуллаев М.Ч. Влияние керамического кирпича физико-механические свойства портландцемента .....	55
Норхужаев Ф.Р., Аралова К.Б., Маматкулов Р.Ш., Аширов А.А. Технологические возможности способов упрочнения деталей машин и инструментов .....	57

## 3. Разработка и технология получения композиционных материалов

Улугова М.М., Панжиев О.Х., Негматов С.С., Талипов Н.Х., Бозорбоев Ш.А. Исследование физико-механических свойств и разработка технологии получения водостойких модифицированных композиционных материалов с применением модифицирующих добавок .....	60
Рахматова Н.Ф., Шахакимова А.А., Рахматуллаева Н.Т., Абдуллаева Д.К. Получение энергоносителей из нефтешлама и других вторичных ресурсов методом пиролиза .....	62
Xidirova M., Abdugapporova G., Mahkamov M., Shaxidova D. Epoksid smolasi, polietilen-poliamin va mahalliy bentonit gilmovalari asosida polimer kompozitsiyalar olish va ularning sorbsion xossalari o'rganish..	68
Жуманиязов А.Б., Тураходжаев Н.Д., Тухтамуродов Б.Т., Сабиров М.З. Получения качественных литейных изделий применяя правильные термобарьеры на 3D принтерах .....	72
Махкамова Л.К., Абдукаримова С.А., Ботиров А.М., Атакузиева Д.Р. Волокнообразующие сополимеры акрилонитрила с N-морфолин-2-хлорпропилакрилатом .....	74
Шакиров Ш.М., Каримов Ш.А., Даминов Л.О. Темир кукуни асосли композицияларни пресшлакда ён девор босими ва уни аниклаш .....	77