

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

ISSN 2224-5286

Volume 5, Number 425 (2017), 81 – 86

UDK 544.478.13

G.K. Vassilina¹, R.M. Moisa², T.S. Abildin¹, A.S. Yessemaliyeva¹, S.D. Kuanyshova¹

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

²SRI for New Chemical Technologies and Materials, Almaty, Kazakhstan

v_gulzira@mail.ru

EFFECT OF THE STRUCTURE OF NATURAL ZEOLITES ON THEIR ACIDIC CHARACTERISTICS

Abstract. In this paper, the phase composition of natural zeolites of the Shankanay and Semeytau deposits was studied by X-ray phase analysis. The results of XRD show that the main phase component of the zeolite of the Shankanay deposit is calcium heylandite of intermediate composition. As a result of heat treatment of the catalyst on the basis of this zeolite, a more stable wairakite structure is formed. It is established that the initial zeolite of the Semeytau deposit is represented mainly by mordenite. Acidic properties of decationized and heat-treated zeolites of Shankanay and Semeytau deposits, carbonate rocks of Narynkol and Atyrau deposits and catalysts based on them, modified with nickel, copper and zinc were studied by the method of temperature-programmed desorption of ammonia. It is shown that the catalysts based on the modified natural zeolites of the Shankanay and Semeytau deposits differ on strength of the acid sites. A sample of a catalyst based on the zeolite of the Semeytau deposit, jointly modified by nickel and zinc ions are characterized by strongest acid sites.

Key words: zeolite, clinoptilolite, mordenite, acid properties.

УДК 544.478.13

Г.К. Василина¹, Р.М. Мойса², Т.С. Абильдин¹, А.С. Есемалиева¹, С.Д. Қуанышова¹

¹Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан;

²НИИ новых химических технологий и материалов, г. Алматы, Казахстан

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ ЦЕОЛИТОВ НА ИХ КИСЛОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Аннотация. В данной статье исследован фазовый состав природных цеолитов месторождений Шанканай и Семейтау методом рентгенофазового анализа. Результаты РФА показывают, что основной фазовой составляющей цеолита месторождения Шанканай является кальцийгейландит промежуточного состава. В результате термообработки катализатора на основе этого цеолита образуется более стабильная структура вайраakit. Установлено, исходный цеолит месторождения Семейтау представлен в основном морденитом. Изучены кислотные свойства декатионированных и термообработанных цеолитов месторождений Шанканай и Семейтау, карбонатных пород месторождений Нарынкол и Атырау и катализаторов на их основе, модифицированные никелем, медью и цинком методом температурно-программированной десорбции аммиака. Показано, что катализаторы на основе модифицированных природных цеолитов месторождений Шанканай и Семейтау отличаются по силе кислотных центров. Наиболее сильными кислотными центрами характеризуется образец катализатора на основе цеолита месторождения Семейтау, совместно модифицированный ионами никеля и цинка.

Ключевые слова: цеолит, клиноптиллолит, морденит, кислотные свойства.

Введение

В работах [1-5], посвященных исследованию свойств цеолитов, специфичность их каталитического действия в синтезе и превращениях углеводов объяснялась молекулярно-

ситовыми и стерическими эффектами, обусловленными особенностями структурного строения цеолитов. Однако, хотя размеры и конфигурация каналов в цеолитном каркасе имеют важное значение для диффузионных процессов и протекания высокоселективного катализа на цеолитах, большую роль при этом играют и их кислотно-основные свойства.

Установлено [1; 6-15], что на поверхности цеолитных катализаторов имеется целый набор кислотных центров, причем в реакциях участвуют не все центры, а лишь их небольшая часть, специфическая для каждого типа реакций. Сила и концентрация кислотно-основных центров, находящихся в цеолите, оказывают сильное влияние на качественный и количественный состав продуктов реакции. В связи с этим исследование кислотных свойств цеолитных катализаторов имеет большое значение с точки зрения как выяснения природы их активных центров, так и улучшения их селективности путем регулирования их кислотной функции и разработки новых эффективных катализаторов.

Целью настоящей работы является исследование кислотных характеристик природных цеолитов месторождений Шанканай и Семейтау и катализаторов на их основе.

Экспериментальная часть

Цеолитсодержащие катализаторы синтезировали по методике [16]. Промотирование катализаторов осуществляли методом пропитки высушенных катализаторов расчетным количеством водных растворов уксуснокислых никеля, меди и цинка. Количество введенных промоторов составляло: 5 масс. % никеля, 2 масс. % меди и 2 масс. % цинка от массы катализатора.

Фазовый состав исходных цеолитов, карбонатных пород и катализаторов на их основе определяли методом рентгенофазового анализа (РФА). Дифрактограммы были сняты на аппарате ДРОН-4 на $\text{Cu } \alpha$ -излучении при напряжении на трубке 30 кV и силе тока 30 mA. Скорость вращения счетчика 2 и 0,50 в минуту. При количественном фазовом анализе запись дифрактограмм производилась с вращением образца вокруг горизонтальной оси. Для предотвращения окисления образцы катализаторов после промывки водой и абсолютным метанолом замешивались с клеем БФ-2. Эту смесь помещали в эбонитовую кювету диаметром 20 мм и глубиной 0,5 мм. После сушки при комнатной температуре поверхность образца отшлифовывали тонкой наждачной бумагой.

Кислотные характеристики исходных цеолитов и катализаторов на их основе измеряли методом температурно-программированной десорбции аммиака. Перед адсорбцией аммиака образцы «тренировали» при 400 °С в токе гелия в течение 30 минут. Адсорбцию аммиака проводили при 100 °С для исключения физической формы адсорбции. Коэффициент чувствительности для аммиака составляет 0,9913 моль/г. Десорбцию аммиака проводили в температурном интервале 100-400 °С с линейной скоростью нагрева 10 °/мин. Скорость гелия составляла 170 мл/мин. Максимальная погрешность измерения не превышала 5 %.

Результаты и их обсуждение

Природные цеолиты месторождений Шанканай и Семейтау относятся к цеолитам различной структуры. По данным РФА, основная фаза исходного цеолита месторождения Шанканай представляет собой гейландит-клиноптилолит. Гейландит-клиноптилолит $/\text{KNa}_2\text{Ca}_2(\text{Si}_{29}\text{Al}_7)\text{O}_{72}\cdot 32\text{H}_2\text{O}/$ имеет моноклинную решетку с параметрами: $a=17,64 \text{ \AA}$; $b=17,88 \text{ \AA}$; $c=7,40 \text{ \AA}$; $\beta=116,30^\circ$. Термообработка цеолита, в интервале температур 100-500°C, приводит к значительному сжатию кристаллической решетки и переходу цеолитной фазы в начале от 100-230°C к метагейландиту, а затем при дальнейшем повышении температуры до 500°C, к более стабильной структуре – вайракиту $\text{Ca}_8[\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}]\cdot 16\text{H}_2\text{O}$, с параметрами: $a=1,369 \text{ \AA}$; $b=1,368 \text{ \AA}$; $c=1,356 \text{ \AA}$; $\beta=90,5^\circ$. Полученные нами данные по термической устойчивости исследованного образца свидетельствуют о том, что основная фазовая составляющая цеолита, в отличие от ранее полученных данных [17], представлена не клиноптилолитом, а кальцийгейландитом, промежуточного состава [18].

Исходный цеолит месторождения Семейтау представлен в основном морденитом $\text{Ca, Na, K}_2\text{Al}_2\text{Si}_{10}\text{O}_{24}\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ромбической решеткой с параметрами: $a=18,11 \text{ \AA}$, $b=20,55 \text{ \AA}$, $c=7,53 \text{ \AA}$. Наряду с этим в цеолитной фазе присутствует в значительно меньшем количестве клиноптилолит.

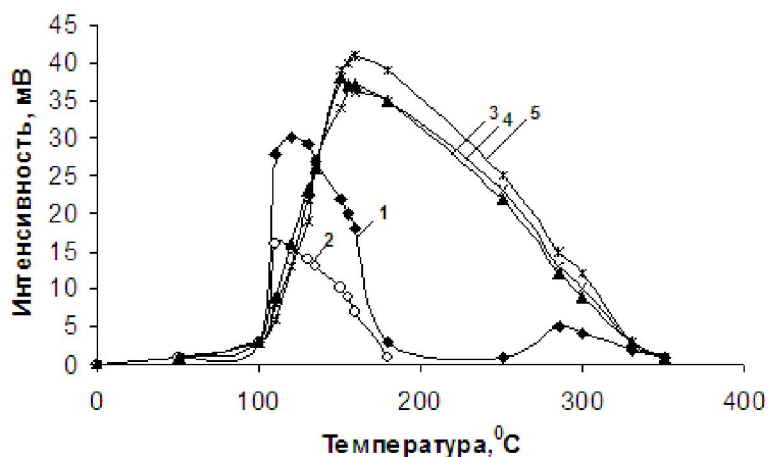
В сумме обе фазы составляют 60 масс. %. Термообработка цеолита месторождения Семейтау отражается на его структуре и свойствах.

В работе исследованы кислотные свойства декатионированных и термообработанных цеолитов месторождений Шанканай и Семейтау, карбонатных пород месторождений Нарынкол и Атырау и катализаторов на их основе, модифицированные никелем, медью и цинком (таблицы 1 и 2, рисунки 1 и 2).

Таблица 1 – Концентрация кислотных центров декатионированного цеолита месторождения Шанканай (Н-ЦМШ), карбонатной породы месторождения Нарынкол (КПМН) и катализаторов на их основе

№	Образец	T _{макс.} , °C		Концентрация, мкмоль/г		
		I	II	C _I	C _{II}	C _Σ
1	Н-ЦМШ	120	285	43,7	9,0	52,7
2	КПМН	110	-	23,1	-	15,4
3	Ni/ЦМШ+КПМН	150	-	55,3	-	55,3
4	Ni-Cu/ЦМШ+КПМН	155	-	53,1	-	53,1
5	Ni-Zn/ЦМШ+КПМН	160	-	60,2	-	60,2

Примечания
1 C_I, C_{II}, C_Σ – концентрации кислотных центров соответственно I, II пиков и суммарная;
2 T_{макс.} – температура максимума 1 и 2 пиков.



1 – Н-ЦМШ; 2 – КПМН; 3 – Ni/ЦМШ+КПМН; 4 – Ni-Cu/ЦМШ+КПМН; 5 – Ni-Zn/ЦМШ+КПМН

Рисунок 1 – Термодесорбция аммиака, адсорбированного на декатионированном цеолите месторождения Шанканай (Н-ЦМШ), карбонатной породы месторождения Нарынкол (КПМН) и катализаторах на их основе

На термодесорбционной кривой NH₃ (рисунок 1, кривая 1) для декатионированного цеолита месторождения Шанканай наблюдаются два четко разделенных термодесорбционных пика с ярко выраженными температурными максимумами, что свидетельствует об узком распределении кислотных центров. Первый, низкотемпературный пик (T_{макс}=120 °C) обычно относят к десорбции NH₃ с люисовских кислотных центров, второй пик (T_{макс}=285 °C) – с бренстедовских кислотных центров [19]. Согласно полученным данным, по термодесорбции аммиака (таблица 1), на поверхности природного цеолита находятся, в основном, кислотные центры умеренно средней силы (83%), и только 17% можно отнести к сильным кислотным центрам.

Карбонатная порода месторождения Нарынкол, согласно данным таблицы 1 и рисунка 1 (кривая 2), характеризуется очень низкой кислотностью. Концентрация кислотных центров составляет 23,1 мкмоль/г. На термодесорбционном спектре отмечена только одна форма десорбции аммиака в интервале 100-250°C, что свидетельствует о наличии слабых низкотемпера-

турных кислотных центров. Спектр десорбции аммиака имеет размытый вид, характерный для широкого распределения кислотных центров по их силе.

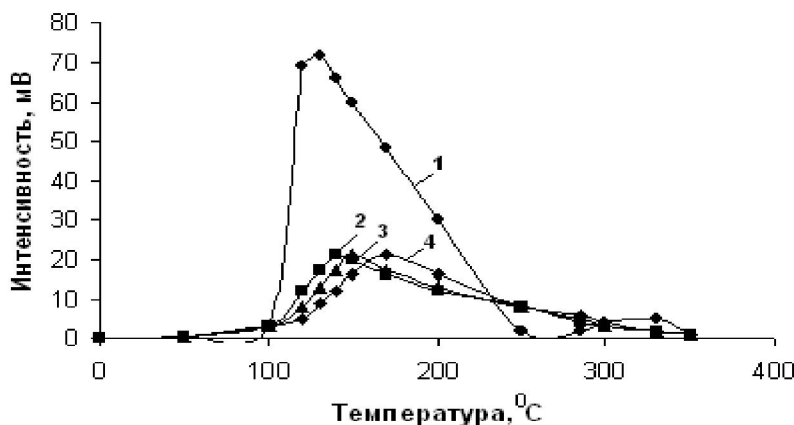
При введении в карбонатную породу 15 масс. % активированного цеолита и дальнейшем промотировании катализатора ионами Ni происходит изменение спектра десорбции аммиака и увеличение концентрации кислотных центров (таблица 1). Термодесорбционный спектр образца, как и в случае матрицы, имеет размытый вид, без четко выраженного максимума, однако температура максимума десорбции аммиака сдвигается в высокотемпературную область, что свидетельствует об усилении кислотности катализатора. Увеличение силы кислотных центров цеолитсодержащего катализатора, вероятно, обусловлено тем, что в местах контакта цеолит-матрица происходит блокировка льюисовских кислотных центров цеолита, а концентрация брэнстедовских кислотных центров на цеолите, в составе катализатора, повышается по сравнению с исходным цеолитом [20].

Дальнейшее промотирование Ni-цеолитсодержащего катализатора ионами меди и цинка приводит к сдвигу температуры максимума в более высокотемпературную область, что дополнительно указывает на формирование более сильных кислотных центров катализаторов (рисунок 1, кривые 4 и 5). Наибольший сдвиг в высокотемпературную область наблюдается на Ni-цеолитсодержащем катализаторе, промотированном ионами цинка. Можно предположить, что в результате модифицирования Ni-цеолитсодержащего катализатора цинком на его поверхности формируются сильные апротонные кислотные центры, способные удерживать молекулы аммиака при более высоких температурах [21].

Таблица 2 – Концентрация кислотных центров декатионированного цеолита месторождения Семейтау (Н-ЦМС) и катализаторов на его основе

Образец	T _{макс} формы, °C		Концентрация, мкмоль/г		
	I	II	C _I	C _{II}	C _Σ
Н-ЦМС	130	330	201,3	10,5	211,8
Ni/ЦМС+КПМН	140	-	63,5	-	63,5
Ni-Cu/ЦМС+КПМН	150	-	62,3	-	62,3
Ni-Zn/ЦМС+КПМН	170	-	62,2	-	62,2

Примечания
 1 КПМН – карбонатная порода месторождения Нарынкол;
 2 C_I, C_{II}, C_Σ – концентрации кислотных центров соответственно I, II пиков и суммарная;
 3 T_{макс} – температура максимума 1 и 2 пиков



1 –Н-ЦМС; 2– Ni/ЦМС+КПМН; 3 - Ni-Cu/ЦМС+КПМН; 4 - Ni-Zn/ЦМС+КПМН

Рисунок 2 – Термодесорбция аммиака, адсорбированного на декатионированном цеолите месторождения Семейтау (Н-ЦМС) и катализаторах на его основе

Согласно данным таблицы 2 и рисунка 1 (кривая 1), на термодесорбционной кривой NH₃ для

декаатионированного цеолита месторождения Семейтау, как и в случае декаатионированного цеолита месторождения Шанканай, наблюдается два четко разделенных термодесорбционных пика с ярко выраженными температурными максимумами, однако температурные пики на цеолите месторождения Семейтау, по сравнению с цеолитом месторождения Шанканай, сдвинуты в более высокотемпературную область от 10 до 45 °С, что свидетельствует о присутствии на поверхности цеолита месторождения Семейтау более сильных кислотных центров, по сравнению с цеолитом месторождения Шанканай.

Согласно данным таблицы 2, на поверхности декаатионированного цеолита месторождения Семейтау находятся, в основном, центры умеренно средней силы (95%), и только 5% можно отнести к сильным кислотным центрам. При введении в карбонатную породу 15 масс. % активированного цеолита и дальнейшем промотировании катализатора ионами Ni происходит увеличение концентрации кислотных центров на 8 мкмоль/г и сдвиг температуры максимума на 10 °С в высокотемпературную область. Дальнейшее промотирование Ni-цеолитсодержащего катализатора Cu и Zn практически не сказывается на концентрации кислотных центров, однако наблюдается повышение силы кислотных центров (T_{\max} сдвигается в высокотемпературную область на 10 °С).

Таким образом, на основании полученных данных можно утверждать, что катализаторы на основе модифицированных природных цеолитов месторождений Шанканай и Семейтау отличаются по силе кислотных центров. Наиболее сильными кислотными центрами характеризуется образец катализатора на основе семейтауского цеолита, модифицированный ионами никеля и цинка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миначев Х.М., Кондратьев Д.А. Свойства и применение в катализе цеолитов типа пентасила // Усп. хим. – 1983. – Т. 52, № 12. – С. 1921-1973.
- [2] Kitaev L.E., Yushchenko V.V., Nesterenko N.S., Bukina Z.M. Structure and catalytic properties of dealuminated modified zeolites Y // *Petroleum Chemistry*. – 2006. – Т. 46, № 6. – P. 398-404.
- [3] Коваль Л.М., Коробицына Л.Л., Восмериков А.В. Синтез, физико-химические и каталитические свойства высококремнеземных цеолитов. – Томск: Том. гос. ун-т. – 2001. – 50 с.
- [4] Величкина Л.М., Коробицына Л.Л., Восмериков А.В., Радомская В.И. Синтез, физико-химические и каталитические свойства СВК-цеолитов // *ЖФХ*. – 2007. – Т. 81, № 10. – С. 1814-1819.
- [5] Korkuna O., Lebeda R., Skubiszewska-Zieba J., Vrublevska T., Gun'ko V.M., Ryczkowski J. Structural and physicochemical properties of natural zeolites: Clinoptilolite and mordenite // *Microporous and Mesoporous Mater.* 2006. – V. 87. – P. 243-254.
- [6] Balkrishnan J., Rao B.S., Hegde S.G. Catalytic activity in the conversion of methanol to light olefins // *J. Mol. Catal.* – 1982. – V. 17, № 2-3. – P. 261-270.
- [7] Юценко В.В., Мегедь Н.Ф., Топчиева К.В. и др. Кислотные свойства сверхкремнеземных цеолитов // *ЖФХ*. – 1981. – Т. 55, № 3. – С. 738-741.
- [8] Ерофеев В.И., Рябов Ю.В., Коробицына Л.Л., Большаков Г.Ф. Дезактивация высококремнеземных цеолитов в конверсии метанола // *Докл. АН СССР*. – 1985. – Т. 283, № 1. – С. 148-151.
- [9] Gulzira, V., Raisa, M., Elmira, Y., Zhaksyntyay, K. The Influence of mechanochemical treatment on the acid and catalytic properties of modified natural zeolite // *Adv. Mater. Res.* – 2012. – V. 535-537. – P. 2127-2130.
- [10] Olson D.H., Haag W.O., Lago R.M. Chemical and physical properties of the ZSM-5 substitutional series // *J. Catal.* – 1980. – V. 61, № 2. – P. 390-396.
- [11] Kadirbekov K., Zhambakin D., Kadirbekov A., Imanbekov K. Acid Activation of Natural Zeolite with High Content of Iron Oxides in Creation of Selective Sorbents and Catalysts // *MATEC Web of Conferences*. 2017. V. 96 (00002). P. 1-6.
- [12] Ghasemian N., Falamaki C., Kalbasi M., Khosravi M. Enhancement of the catalytic performance of H-clinoptilolite in propane-SCR-NO_x process through controlled dealumination // *Chem. Eng. J.* – 2014. – V. 252. – P. 112-119.
- [13] Ünalđı T., Mızrak I., Kadir S. Physicochemical characterisation of natural K-clinoptilolite and heavy-metal forms from Gördes (Manisa, western Turkey) // *J. Mol. Struct.* – 2013. – V. 1054-1055. – P. 349-358.
- [14] Arcoya A., Gonzalez J.A., Travieso N., Seoane X.L. Physicochemical and Catalytic Properties of a Modified Natural Clinoptilolite // *Clay Miner.* – 1994. – V. 29. – P. 123-131.
- [15] Dziedzicka A., Sulikowski B., Ruggiero-Mikolajczyk M. Catalytic and physicochemical properties of modified natural clinoptilolite // *Catal. Today*. – 2016. – V. 259. – P. 50-58.
- [16] Мойса Р.М., Василина Г.К., Жубанов К.А. О формировании кислотных центров катализаторов ароматизации на основе модифицированных природных цеолитов // *Вестник КазНУ, серия химическая*. – 2009. – № 3(55). – С. 163-168.
- [17] Жубанов К.А., Бабусенко Р.М., Тимофеева В.Ф., Солохина Н.Н. Исследование фазового и химического состава природных цеолитов и катализаторов на их основе // *Вестник КазНУ. Сер. хим.* – 2004. – № 3. – С. 75-77.
- [18] Sand L.B. Synthesis and properties of large-pore and small-pore mordenites – Molecular sieves. *Soc. Chem. Ind.*,

1968. – P 71-77.

[19] Жолобенко В.Л., Кустов Л.М., Исаев С.А. ИК-спектроскопическое исследование влияния связующего на кислотные свойства цеолита в композициях оксид алюминия-пентасил // Кинетика и катализ. – 1992. – Т. 33, № 1. – С. 242-245.

[20] Коваль Л.М., Гайворонская Ю.И. Взаимосвязь каталитических, кислотных и адсорбционных свойств цеолитсодержащих катализаторов конверсии низших алканов // Химия и Хим.Техн.. – 1999. – Т. 42. – Вып. 6. – С. 121-126.

[21] Заманбекова А.Т., Нурғалиев Ж.А., Ибрашева Р.Х., Сулейменов М.А. Оптимизация способа активации катализаторов из природных аллосиликатов, используемых при крекинге мазута павлодарского нефтехимического завода // Вестник НАН РК. – 2003. – №6. – С. 30-36.

REFERENCES

- [1] Minachev Kh.M., Kondrat'ev D.A. *Uspekhi khimii*, **1983**, 52(12), 1921-1973 (in Russ.).
- [2] Kitaev L.E., Yushchenko V.V., Nesterenko N.S., Bukina Z.M. *Petroleum Chemistry*, **2006**, 46(6), 398-404 (in Eng.).
- [3] Koval' L.M., Korobitsyna L.L., Vosmerikov A.V. Synthesis, physico-chemical and catalytic properties of high-silica zeolites. Tomsk: *Tom. gos. un-t.*, **2001**. 50 p (in Russ.).
- [4] Velichkina L.M., Korobitsyna L.L., Vosmerikov A.V., Radomskaia V.I., *Russian Journal of Physical Chemistry A*, **2007**, 81(10), 1814-1819 (in Russ.).
- [5] Korkuna O., Lebeda R., Skubiszewska-Zieba J., Vrublevs'ka T., Gun'ko V.M., Ryczkowski J. *Microporous and Mesoporous Materials*, **2006**, **87**, 243-254 (in Eng.).
- [6] Balkrishnan J., Rao B.S., Hegde S.G. *J. Mol. Catal.*, **1982**, 17(2-3), 261-270 (in Eng.).
- [7] Iushchenko V.V., Meged' N.F., Topchieva K.V. i dr. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, **1981**, 55(3), 738-741 (in Russ.).
- [8] Erofeev V.I., Riabov Iu.V., Korobitsina L.L., Bol'shakov G.F. *Doklady AN SSSR*, **1985**, 283(1), 148-151 (in Russ.).
- [9] Gulzira, V., Raisa, M., Elmira, Y., Zhaksyntay, K. *Advanced Materials Research*, **2012**, 535-537, 2127-2130 (in Eng.).
- [10] Olson D.H., Haag W.O., Lago R.M. *J. Catal.*, **1980**, 61(2), 390-396 (in Eng.).
- [11] Kadirbekov K., Zhambakin D., Kadirbekov A., Imanbekov K. *MATEC Web of Conferences*, **2017**, 96(00002), 1-6 (in Eng.).
- [12] Ghasemian N., Falamaki C., Kalbasi M., Khosravi M. *Chemical Engineering Journal*, **2014**, 252, 112-119 (in Eng.).
- [13] Ünalđı T., Mızrak I., Kadir S. J. *Molecular Structure*, **2013**, 1054-1055, 349-358 (in Eng.).
- [14] Arcoya A., Gonzalez J.A., Travieso N., Seoane X.L. *Clay Minerals*, **1994**, 29, 123-131 (in Eng.).
- [15] Dziedzicka A., Sulikowski B., Ruggiero-Mikolajczyk M. *Catalysis Today*, **2016**, 259, 50-58 (in Eng.).
- [16] Moisa R.M., Vasilina G.K., Zhubanov K.A. *Chemical Bulletin*, **2009**, 3(55), 163-168 (in Russ.).
- [17] Zhubanov K.A., Babusenko R.M., Timofeeva V.F., Solokhina N.N. *Chemical Bulletin*, **2004**, 3, 75-77 (in Russ.).
- [18] Sand L.B. *Molecular sieves. Soc. Chem. Ind.*, **1968**, 71-77 (in Russ.).
- [19] Zholobenko V.L., Kustov L.M., Isaev S.A. *Kinetika i kataliz*, **1992**, 33(1), 242-245 (in Russ.).
- [20] Koval' L.M., Gaivoronskaia Iu.I. *Khimiia i khimicheskaia tekhnologiya*, **1999**, 42 (6), 121-126 (in Russ.).
- [21] Zamanbekova A.T., Nurgaliev Zh.A., Ibrasheva R.Kh., Suleimenov M.A. *The Bulletin NAS RK*, **2003**, 6, 30-36 (in Russ.).

ӘОЖ: 544.478.13

Г.К. Василіна¹, Р.М. Мойса², Т.С. Абильдин¹, А.С. Есемаліева¹, С.Д. Қуаньшова¹

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан;
²Жаңа химиялық технология мен материалдар ҒЗИ, Алматы қ., Қазақстан

ТАБИҒИ ЦЕОЛИТТЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ОЛАРДЫҢ ҚЫШҚЫЛДЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ ӘСЕРІ

Аннотация. Осы мақалада Шанханай және Семей Тау кен орындарының табиғи цеолиттерінің фазалық құрамы рентген фазалық талдау арқылы зерттелген. Рентген фазалық талдау нәтижелері Шанханай кен орынының цеолитінің негізгі фазалық компоненті - аралық құрамды кальций гейландит екендігін көрсетеді. Осы цеолит негізіндегі катализатордың термиялық өңдеу нәтижесі кезінде вайрацит деген тұрақтырақ құрылым қалыптасады. Семей Тау кен орынының бастапқы цеолиті морденит болып табылатыны анықталды. Шанханай және Семей Тау кен орындарының декатиондалған және термоөңделген цеолиттері, Нарынқол және Атырау кен орындарының карбонаттық жыныстары және олардың негіздеріндегі никель, мыс және мырышпен модификацияланған катализаторлардың аммиакты температуралық программаланған десорбция әдісімен қышқылдық қасиеттері зерттелді. Модифицирленген Шанханай және Семей Тау кен орындарының табиғи цеолиттері негіздеріндегі катализаторлар қышқылдық орталықтардың күшімен ерекшеленетіндігі көрсетілген. Ең күшті қышқыл орталықтарымен никель мен мырыш иондарымен бірге модифицирленген Семей Тау кен орынының цеолиті негізіндегі катализатордың үлгісі сипатталады.

Тірек сөздер: цеолит, клиноптилолит, морденит, қышқылдық қасиеттер.