

ISSN 2710-1185 (Online)

ISSN 1813-1107 (Print)

ЕҢБЕК ҚЫЗЫЛ ТУ ОРДЕНДІ
«Ә. Б. БЕКТҰРОВ АТЫНДАҒЫ
ХИМИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ ИНСТИТУТЫ»
АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ХИМИЯ ЖУРНАЛЫ

ХИМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ КАЗАХСТАНА

CHEMICAL JOURNAL of KAZAKHSTAN

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
«ИНСТИТУТ ХИМИЧЕСКИХ НАУК
им. А. Б. БЕКТУРОВА»

3 (75)

ИЮЛЬ – СЕНТЯБРЬ 2021 г.

ИЗДАЕТСЯ С ОКТЯБРЯ 2003 ГОДА

ВЫХОДИТ 4 РАЗА В ГОД

АЛМАТЫ
2021

Журналдың бас редакторы

Бас директор
Д. Е. Фишер, х.ғ.к.

Редакция кеңесінің мүшелері:

Ө.Ж. Жүсіпбеков, проф., т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр.-мүшесі (Қазақстан Республикасы);
Б.Н. Абсадыков, проф., т.ғ.д., ҚР ҰҒА корр.-мүшесі (Қазақстан Республикасы);
А.Р. Хохлов, проф., ф.-м.ғ.д., РҒА акад. (Ресей); **М.П. Егоров**, проф., х.ғ.д., РҒА акад., (Ресей); **В.С. Солдатов**, проф., х.ғ.д., ҰҒА (Беларусь); **М.Ж. Жұрынов**, проф., х.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан Республикасы); **И.К. Бейсембетов**, проф., э.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан Республикасы); **Қ.Ж. Пірәлиев**, проф., х.ғ.д., ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан Республикасы); **Д.Х. Халиков**, проф., х.ғ.д., ТРҒА академигі (Тәжікстан Республикасы); **В.М. Дембицкий**, проф., х.ғ.д., РЖҒА акад. (Ресей); **Л.А. Каюкова**, проф., х.ғ.д. (Қазақстан Республикасы); **В.К. Ю**, проф., х.ғ.д. (Қазақстан Республикасы); **Е.Ф. Панарин**, проф., х.ғ.д., РҒА корр.-мүшесі (Ресей); **Э.Б. Зейналов**, проф., х.ғ.д., Әзірбайжан ҰҒА корр.-мүшесі; (Әзірбайжан); **Брахим Елоуди**, PhD, проф., х.ғ.д., Де Ла Рошель университеті (Франция Республикасы); **Х. Темель**, проф., Дикле университеті (Түркия Республикасы); **Б.С. Закиров**, проф., х.ғ.д., Өзбекстан Республикасы ҒА (Өзбекстан Республикасы); **Г.А. Мун**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан Республикасы); **К.Б. Ержанов**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан Республикасы); **Б.Т. Өтелбаев**, х.ғ.д., проф. (Қазақстан Республикасы); **А.Е. Малмакова**, PhD докторы (Қазақстан Республикасы); **К.Д. Мустафинов** (бас ғылыми хатшысы).

«Қазақстанның химия журналы»

ISSN 2710-1185 (Online); ISSN 1813-1107 (Print)

Құрылтайшы: Еңбек Қызыл Ту орденді Ә.Б. Бектұров атындағы
Химия ғылымдары институты

Тіркеу: Қазақстан Республикасының Мәдениет, ақпарат және қоғамдық келісім
министрлігінде № 3995-Ж 2003 жылғы 25-маусымдағы

2003 жылы құрылған. Жылына 4 рет шығады.

Редакцияның мекен-жайы: 050010 (A26F3Y1), Қазақстан Республикасы, Алматы қ.,
Ш. Уалханов көшесі, 106. тел. 8 (727) 291-24-64, 8 (727) 291-59-31.
ics_rk@mail.ru

© АҚ «Ә.Б. Бектұров атындағы
Химия ғылымдары институты», 2021

«Қазпошта» АҚ-ның газет-журналдар каталогында немесе оның қосымшаларында
жазылу индексі **75241**.

Главный редактор

Генеральный директор

Д. Е. Фишер, к.х.н.

Редакционная коллегия:

У.Ж. Джусипбеков, проф., д.т.н., член-корр. НАН РК (Республика Казахстан);
Б.Н. Абсадыков, проф., д.т.н., член-корр. НАН РК (Республика Казахстан);
А.Р. Хохлов, проф., д.ф.-м.н., академик РАН (Россия); **М.П. Егоров**, проф., д.х.н., академик РАН (Россия); **В.С. Солдатов**, проф., д.х.н., академик НАН Беларуси (Беларусь);
М.Ж. Журинов, проф., д.х.н., академик НАН РК (Республика Казахстан);
И.К. Бейсембетов, проф., д.э.н., академик НАН РК (Республика Казахстан);
К.Д. Пралиев, проф., д.х.н., академик НАН РК (Республика Казахстан); **Д.Х. Халиков**, проф., д.х.н., академик АН Республики Таджикистан (Таджикистан); **В.М. Дембицкий**, проф., д.х.н., академик РАН (Россия); **Л.А. Каюкова**, проф., д.х.н. (Республика Казахстан); **В.К. Ю**, проф., д.х.н. (Республика Казахстан); **Е.Ф. Панарин**, проф., д.х.н., член-корр. РАН (Россия); **Э.Б. Зейналов**, проф., д.х.н., член-корр. НАН Азербайджана (Азербайджан); **Брахим Елоуди**, проф., д.х.н., Ph.D, Университет Де Ла Рошель (Французская Республика); **Х. Темель**, проф., Университет Дикле (Турецкая Республика); **Б.С. Закиров**, проф., д.х.н., (Республика Узбекистан); **Г.А. Мун**, проф., д.х.н. (Республика Казахстан); **К.Б. Ержанов**, проф., д.х.н. (Республика Казахстан); **Б.Т. Утельбаев**, проф., д.х.н. (Республика Казахстан); **А. Е. Малмакова**, доктор Ph.D, **А.Е. Малмакова**, доктор Ph.D (Республика Казахстан); **К.Д. Мустафинов** (отв. секретарь).

«Химический журнал Казахстана».

ISSN 2710-1185 (Online); ISSN 1813-1107 (Print)

Учредитель: Ордена Трудового Красного Знамени Институт химических наук им. А.Б. Бектурова.

Регистрация: Министерство культуры, информации и общественного согласия Республики Казахстан № 3995-Ж от 25 июня 2003 г.

Основан в 2003 г. Выходит 4 раза в год.

Адрес редакции: 050010 (A26F3Y1), г. Алматы, ул. Ш. Уалиханова, 106,
тел. 8 (727) 291-24-64, 8 (727) 291-59-31.
ics_rk@mail.ru

© АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», 2021

Подписной индекс **75241** в Каталоге газет и журналов АО «Казпочта» или в дополнении к нему.

Editor in Chief

General director

D.E. Fisher, Candidate of Chemical Sciences

Editorial board:

U.Zh. Dzhusipbekov, Prof., Doctor of Technical Sciences, Corr. Member of NAS RK (Republic of Kazakhstan); **B.N. Absadykov**, Prof., Doctor of Technical Sciences, Corr. Member of NAS RK (Republic of Kazakhstan); **A.R. Khokhlov**, Prof., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of RAS (Russia), **M.P. Egorov**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Academician of RAS (Russia), **V.S. Soldatov**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Academician of NAS of Belarus (Belarus); **M.Zh. Zhurinov**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Academician of NAS RK (Republic of Kazakhstan); **I.K. Beisembetov**, Prof., Doctor of Economic Sciences, Academician of NAS RK (Republic of Kazakhstan); **K.D. Praliyev**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Academician of NAS RK (Republic of Kazakhstan); **D.Kh. Khalikov**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Academician of ASRT (Tajikistan); **V.M. Dembitsky**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Academician of the RANS; **L.A. Kayukova**, Prof., Doctor of Chemical Sciences (Republic of Kazakhstan); **V.K. Yu**, Prof., Doctor of Chemical Sciences (Republic of Kazakhstan); **E.F. Panarin**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Corr. Member of RAS (Russia); **E.B. Zeynalov**, Prof., Doctor of Chemical Sciences, Corr. Member of NAS of Azerbaijan (Azerbaijan); **Brahim Elouadi**, PhD, Prof., De La Rochelle University (French Republic); **H. Temel**, Prof., Dicle University (Republic of Turkey); **B.S. Zakirov**, Prof., Doctor of Chemical Sciences (Republic of Uzbekistan); **G.A. Moon**, Prof., Doctor of Chemical Sciences (Republic of Kazakhstan); **K.B. Erzhanov**, Prof., Doctor of Chemical Sciences (Republic of Kazakhstan); **B.T. Utelbaev**, Prof., Doctor of Chemical Sciences (Republic of Kazakhstan); **A.E. Malmakova**, Doctor PhD (Republic of Kazakhstan); **K.D. Mustafinov** (executive secretary).

«Chemical Journal of Kazakhstan»

ISSN 2710-1185 (Online);

ISSN 1813-1107 (Print)

Founder: Order of the Red Banner of Labor Institute of Chemical Sciences named after A.B. Bekturov.

Registration: Ministry of Culture, Information and Public Accord of the Republic of Kazakhstan No. 3995-Ж dated June 25, 2003 year.

«Chemical Journal of Kazakhstan» was founded in 2003 year, publishes four issues in a year.

Address of the Editorial board: 050010 (A26F3Y1), Republic of Kazakhstan, Almaty, Sh. Ualikhanov str., 106, A.B. Bekturov Institute of chemical sciences awarded by the Order of Red Banner of Labor, Fax: 8(727)291-24-64.
ics_rk@mail.ru

© JSC «Institute of Chemical Sciences named after A.B. Bekturov», 2021.

УДК 549.67 + 661.634

ШАНҚАНАЙ ЦЕОЛИТІНІҢ СОРБЦИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНЕ МОДИФИКАТОРЛАР ТАБИҒАТЫНЫҢ ӘСЕРІ

*Р.Ә. Қайыңбаева, Н.Н. Қожабекова, Г.Ш. Сұлтанбаева,
А.А. Ағатаева, Р.М. Чернякова, Ө.Ж. Жүсіпбеков*

*АҚ «Ә.Б. Бектұров атындағы химия ғылымдары институты», Алматы, Қазақстан
E-mail: raushan_1972@mail.ru*

Түйіндеме: Шанқанай кен орны цеолит негізінде тұз қышқылымен және хитозанмен модификацияланған сорбенттер алынды, кептіру температурасының сорбенттердің сорбциялық қасиеттеріне әсері зерттелді. Қышқылмен модификацияланған цеолит алудың оңтайлы температурасы 25°C екені анықталды. Жақсы сорбциялық сипаттамалары бар хитозанмен модификацияланған сорбентті 25°C температурада катионалмасу қасиеттерімен мен (САС 68.05 мг-экв/г) және 70°C аниониталмасу қабілетті (САС 70.16 мг-экв/г) қасиеттерімен алуға болады.

Модифицирленген цеолиттердің физико-химиялық талдауы қышқылмен модифицирленген цеолит бетіндегі бос орындар мен каналдар көлемінің ұлғаюын, ал хитозанмен модификациялағанда соңғысы табиғи цеолит бетімен тігілетінін көрсетті.

Түйінді сөздер: табиғи цеолит, модификация, сорбциялық сипаттамалар, тұз қышқылы, хитозан.

1. Кіріспе

Қазіргі кезде қоршаған ортаның ауыр металдармен ластануы негізгі экологиялық проблемалардың бірі болып табылады. Ауыр металл катиондары жиналып, содан кейін өсімдіктер мен адам ағзасына ене алады. Бұл қышқылдық және сілтілік ортаны, суды және басқа заттарды тазалауды қажет етеді. Ауыр металл катиондарынан ластанған ортаны тазартудың тиімді әдістерінің бірі – табиғи алюмосиликаттарды, атап айтқанда цеолиттерді қолдану арқылы сорбция әдісі болып табылады.

Табиғи цеолиттер алмасу қабілеті бойынша синтетикалық алюмосиликаттардан төмен, бұл олардың қолданылуын шектеуге әкеледі. Табиғи

Citation: *Kaiynbayeva R.A., Kojabekova N.N., Sultanbayeva G.Sh., Agatayeva A.A., Chernyakova R.M., Jussipbekov U.Zh.* Influence of the nature of the modifier on the sorption properties of shankanai zeolite. *Chem. J. Kaz.*, **2021**, 3(75), 36-46 (In Kaz.). DOI: <https://doi.org/10.51580/2021-1/2710-1185.37>

цеолиттердің сорбциялық қабілеттілігінің жоғарылауына олардың модификациясы арқылы қол жеткізіледі. Табиғи цеолиттерді модификациялаудың әртүрлі әдістері бар: механикалық, термиялық, химиялық модификация, оның құрамына қышқылдық және сілтілік активация, бейорганикалық және органикалық қосылыстармен модификациялау, шартты түрде «қатты» және «жұмсақ» модификацияға бөлінген аралас модификация әдістері кіреді [1].

«Қатты» модификация алюмосиликатты күшті бейорганикалық қышқылдардың ерітінділерімен өңдеу арқылы жүргізіледі. Цеолит қышқылмен байланысқан кезде цеолиттің алмастырылатын катиондары жойылады және бос орындарды сутегі иондары алады, нәтижесінде каналдан шығатын терезелердің өлшемдері мен арналардың пішіні өзгереді. Бұл микропоралардың тиімді мөлшерінің ұлғаюына және цеолиттің алмасу қабілетінің артуына әкеледі [2].

«Жұмсақ» модификация процестеріне минералды бейорганикалық және органикалық катиондар, кремнийорганикалық қосылыстар, азот, фосфор бар қосылыстар және басқа заттармен модификациялау кіреді [3].

Қазіргі уақытта перспективалы модификаторларға сорбциялық процестерде белсенді функционалды гидроксил мен амин топтары бар табиғи және улы емес органикалық қосылыстар кіреді [4]. Соңғы жылдары хитинді (поли-2-ацетамидо-2-дезоксид-0-глюкан) деацилизациялау нәтижесінде алынған табиғи полисахарид-хитозанға (поли-2-амино-2-дезоксид-0-глюкан) көп көңіл бөлінуде), оның құрамында функционалды гидроксил мен амин топтарының ($C_6H_{11}O_4N$) көп болуына байланысты адсорбциялық потенциалы жоғары [5]. Хитозан молекуласында көптеген бос амин топтарының болуы оған сутегі иондарын байланыстыруға және артық оң заряд алуға мүмкіндік береді. Нәтижесінде хитозан катион алмастырғыш қасиеттерін көрсетеді. Хитозан химиялық төзімділігімен, жоғары реактивтілігімен, ауыр металл иондарына селективтілігімен сипатталады.

Силанол топтарының диссоциациялануына байланысты цеолиттің беті әлсіз қышқылды болатыны белгілі [5]. Табиғи цеолиттің қышқыл бетін хитозанмен модификациялау (жабу) қос беттік сипатқа ие органоминералды сорбент шығаруға әкеледі, осылайша бастапқы цеолит бойынша сорбция дәрежесінен айтарлықтай асып түседі [6]. Цеолиттің хитозанмен модификациясы катиондарды ғана емес, сонымен қатар аниондарды, атап айтқанда нитрат аниондарын сорбциялауға мүмкіндік береді [6].

Осылайша, модификацияланған цеолит пен модификатордың оң қасиеттерін біріктіреді деп күтуге болады.

2. Нәтижелер мен талқылау

Алынған сорбенттердің сорбциялық қасиеттеріне кептіру температурасының әсері зерттелді. Қышқылмен өзгертілген цеолиттің кептіру температурасының $25^{\circ}C$ жоғары көтерілуі оның барлық сорбциялық сипаттамаларын нашарлататыны анықталды. Оңтайлы температурада

(25°С) сорбент катиондық және аниондық алмастырғыштар үшін сорбциялық сыйымдылықтың ұқсас мәндері бар катионды және анионды алмасу қасиеттерін көрсетеді және МК үшін адсорбциялау қабілеттілігімен сипатталады (кесте).

25°С-та кептірілген хитозан-модифицирленген цеолитте катион алмастырғыштың сорбциялық алмасу қабілеті анионалмасу сорбциялық сыйымдылығынан 1,89 есе жоғары (1-кесте). Сорбенттің кептіру температурасының 70°С дейін жоғарылауы анион алмасу қасиеттерінің жоғарылауына әкеледі. Хитозанмен модификацияланған цеолиттің анион алмастырғышқа қатысты көрсетілген температурадағы сорбциялық сыйымдылығы оның катион алмастырғышқа қатысты сорбциялық сыйымдылығынан 1.43 есе жоғары. Бұл жағдайда жалпы алмасу сыйымдылығы 25°С-та кептірілген үлгіге қарағанда 2 есе артады. Алынған нәтижелерге қарағанда, қышқылмен модификацияланған цеолит 25°С температурада алынуы керек.

Хитозанмен модификацияланған үлгіге келетін болсақ, жақсы сорбциялық қасиеттері бар сорбентті 25 және 70°С температурада алуға болады. Бұл жағдайда 25°С-та кептірілген сынамада катион алмасу қасиеттері басым, ал 70° С-та анион алмасу қасиеттері басым болады (1-кесте).

1-кесте – Оңтайлы үлгілердің сорбциялық қасиеттері

Модификатор	Кептіру, Т°С	Кеуектердің жиынтық көлемі, г/см ³	Жалпы алмасу сыйымдылығы, мг-экв/г	Катиониттің САС, мг-экв/г	Аниониттің САС, мг-экв/г	МК бойынша сору қабілеттілігі, мг/г
НСІ (15%)	25	1.686	75.97	57.22	52.34	173.30
Сіркеқышқылды хитозан (3,5%)	25	2.184	61.81	68.05	36.28	161.05
	70	2.955	121.77	49.07	70.16	166.90

Қышқыл-модификацияланған және хитозан-модифицирленген цеолиттердің сорбциялық сипаттамаларын салыстыру көрсеткендей, хитозанмен модификацияланған және 25 және 75°С-та кептірілген цеолитте кеуектің жалпы көлемі сәйкесінше қышқылмен модификацияланған сорбентпен салыстырғанда 0.5 және 1.269 г/см³ жоғары болады.

Жалпы алмасу қабілеті хитозанмен модифицирленген 25°С температурада өңделген цеолиттен 1.22 есе аз, ал 75°С температурада қышқылмен модифицирленген цеолиттен 1,6 есе жоғары.

25 және 70°С температурада құрғатылған хитозан-модификацияланған цеолит катион алмастырғышының сорбциялық сыйымдылығы қышқылмен модифицирленген цеолитке қарағанда 10.83 мг-экв/г артық және 8.15 мг-экв/г құрайды. Бұл кезде хитозанмен модификацияланған және 25°С-та кептірілген цеолиттің анион алмасу қабілеті, керісінше, 16.06 мг-экв/г аз, ал 70°С-та кептірілген хитозанмен модификацияланған цеолит қышқыл-модифицирленген цеолитпен салыстырғанда 17.82 мг-экв/ г жоғары.

Хитозанмен модификацияланған цеолит МК үшін адсорбциялық қабілеті қышқылмен модификацияланған үлгіге жақын. Бұл жағдайда хитозанмен модификацияланған цеолиттің термиялық өңдеу температурасының жоғарылауымен қышқылдық модификацияланған үлгінің адсорбциялық қабілеті артады және жақындайды.

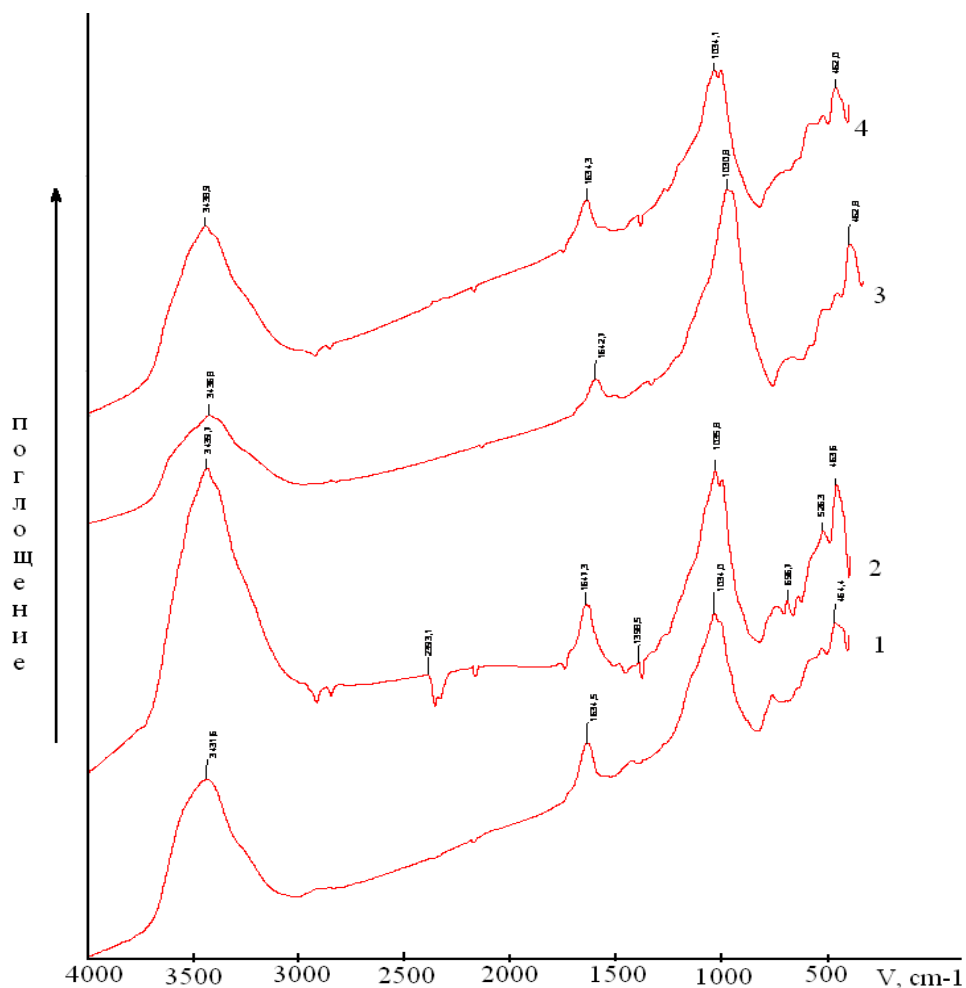
Алынған нәтижелерге сүйене отырып, Шанқанай цеолитінің хитозанмен модификациясы оның термиялық өңдеу температурасына байланысты сорбциялық сипаттамалары жоғары сорбенттерді алуға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, хитозан-модифицирленген цеолиттің кептіру температурасын таңдау арқылы сорбенттің катионды немесе анионды алмасу қасиеттерін жақсартуға болады. Бұл тазартылатын ортаға қойылатын талаптарға байланысты хитозан-модифицирленген цеолитті катион немесе анионалмастырғыш ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Қышқыл түрлендірілген цеолит, хитозан-модификацияланған формадан айырмашылығы, катион алмастырғыштың САС (57.22 мг-экв/г) іс жүзінде анион алмастырғыштың САС (52.34 мг-экв/г) тең. Яғни, оны қолдану тазартылатын ортадан катиондар мен аниондардың бір мезгілде сорбциялауды жокқа шығармайды, бұл оның ластаушы катиондарға қатысты сорбциялық қабілетіне теріс әсер етуі мүмкін, сонымен қатар тазартылған ерітіндінің, атап айтқанда минералды қышқылдардың сапасын төмендетуі мүмкін. Мысалы, фосфор және күкірт қышқылын тазарту кезінде фосфаттардың (P_2O_5) және моногидраттың (H_2SO_4) массалық үлесі қатаң сақталады. Сондықтан маңызды фактор – қышқылдардағы олардың мөлшерін бастапқы құндылық деңгейінде немесе сәйкес МЕСТ талаптары шегінде сақталуы керек.

Осыдан соң шанқанай цеолитінің негізінде алынған модификацияланған сорбенттерге физика -химиялық талдау жасалды.

Тұз қышқылымен модификацияланған цеолиттің ИҚ спектрінде (1-сурет, 2-қисық) судың валентті және деформациялық тербеліс жиілігінің қарқындылығы табиғи цеолитпен салыстырғанда артады (1-сурет, 1-қисық). Бұл жағдайда қышқылдың модифицирленген цеолитіндегі судың деформациялық тербелісінің жиілігі кеңейіп, ұзын толқын ұзындығына $1634.5\text{ см}^{-1} \rightarrow 1647.3\text{ см}^{-1}$ ауысады.

ИҚ спектроскопиялық талдау көрсеткендей, тұз қышқылымен модификацияланған цеолит спектрінде (1-сурет, 2-қисық) судың валентті жиілігі (ν) мен деформация (δ) тербелісінің қарқындылығы табиғи цеолитпен салыстырғанда артады (1-сурет, 1-қисық). Судың созылу және деформациялық тербеліс аймағында тетраэдр ұшында орналасқан ОН топтарының деформациялану тербелісіне сәйкес келетін 2393.1 см^{-1} , 398.5 см^{-1} , 647.3 см^{-1} , 1398.8 см^{-1} қосымша сызықтар пайда болады [15]. Судың δ және тербеліс аймағындағы қышқылмен өңделген цеолиттің ИҚ спектрінде байқалған өзгерістер $Al_3(OH)$ тетраэдрінде алюминиймен байланысқан H^+ және ОН топтарының қышқылдық орталықтарының сорбентінде қосымша түзілуді көрсетеді.



1-сурет – Цеолиттердің ИҚ спектрлері.

Цеолиттер: 1 – табиғи, 2 – қышқыл-модификацияланған,
3 – хитозан-модификацияланған (25°C), 4 – хитозан-модификацияланған (70°C).

Судың деформациялық тербелісінің интенсивтілігінің артуы цеолиттің кальций мен алюминий катиондары мен қышқыл протондарының алмасу реакциясына байланысты қосымша ОН байланыстарының пайда болуымен байланысты болуы мүмкін. Табиғи цеолиттің инфрақызыл спектріндегі 1034 см^{-1} жұтылу диапазоны Si(Al)-O байланыстарының тетраэдрлік ν тербелістеріне сәйкес келеді, қышқыл-модификацияланған үлгі спектрінде кеңейеді, оның қарқындылығы мен жиілігі өзі 1035.8 және 1000 см^{-1} максимумдары бар дублетке бөлінеді.

Бұл алюминийдің тетракоординирленген позициядан айырбастау позициясына шығуына байланысты жаңа Si-O-Si пайда болуына байланысты.

Қышқыл түрлендірілген цеолит спектрлерін талдаудан қосымша жиіліктердің пайда болуы катиондардың миграциясына сәйкес келетіні және цеолит құрылымындағы 6 мүшелі сақинаның өзгеруіне әкелетіні туындайды [16]. Оның I) спектріндегі анықталған өзгерістер тұз қышқылының әсерінен тетраэдрдегі Al-O-байланыстарының алюминийдің ерітіндіге ауысуымен үзілуіне және цеолитте аморфты силикат фазасының пайда болуына байланысты.

Мүмкін, дәл осы процестер қышқыл-модифицирленген цеолиттің іс жүзінде бірдей катиондық және аниондық алмасу мүмкіндіктерін анықтайды.

Хитозанмен модификацияланған цеолиттер спектрінде (1-сурет, 3, 4-қисықтар) $462 \dots 1030.8 \dots 1034.1 \text{ см}^{-1}$ аймағындағы цеолит қаңқасының деформациялану тербелісінің тән жиіліктері байқалады [17]. Хитозанмен модификацияланған цеолиттердің екі үлгісінің спектрлерінде OH^- және NH^- байланыстарының ν тербелістеріне жататын $3436.8 \dots 3438.9 \text{ см}^{-1}$ диапазонында кең сіңіру жолағы бар. Максимумы 1642.7 және 1634.3 см^{-1} жиіліктер NH_3^+ тобының антисимметриялы тербелістеріне жатады [18]. Жоғарыда аталған аймақтарда қарастырылатын жиіліктердің қарқындылығы 70°C температурада кептірілген үлгіде аздап жоғарылайды, бұл NH -байланысының күшеюін жанама растайды.

Хитозанмодифицирленген цеолит ИҚ- спектріндегі $1030.8 \dots 1001.9 \text{ см}^{-1}$ диапазонындағы ең қарқынды жиілік ұқсас жолақпен салыстырғанда осы жиіліктің интенсивтілігінің артуы байқалады (1-сурет, 1-қисық). Бұл цеолит тетраэдрінің Si(Al)-O байланыстарының ішкі тетраэдрлік созылу тербелістерінің және хитозан молекуласы омыртқасының C-O, C-N, C-C байланыстарының суперпозициясына байланысты болса керек [19, 20].

Цеолит құрылымындағы Si(Al)-O байланыстарының тетраэдрлік созылу тербелістерін сипаттайтын 755 см^{-1} жиілігі (1-сурет, 1-қисық), цеолиттің ИҚ спектрінде хитозанмен өзгертілген және 25°C кептірілген үлгіде (3-қисық), 740 см^{-1} дейін кеңістікті және төмен толқын ұзындығына ауысады, бұл C-O байланыстарының тербелістерінің суперпозициясын көрсетеді. 70°C -та кептірілген хитозан-модификацияланған цеолит спектрінде бұл жиілік тіркелмейді (4-қисық).

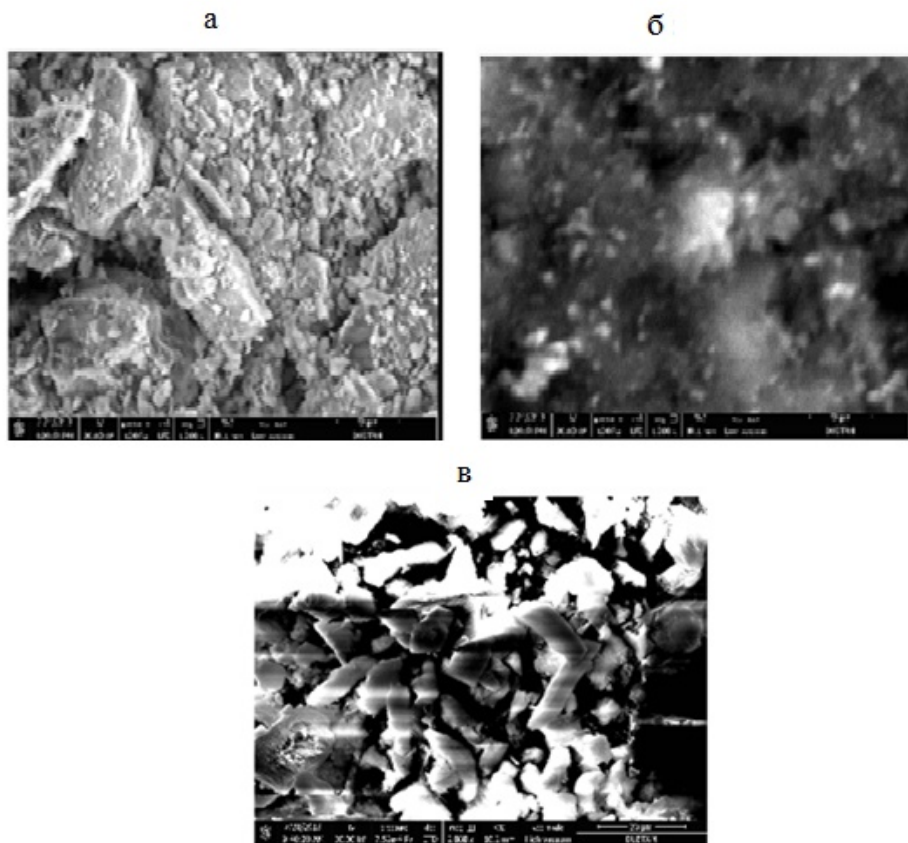
Хитозанмен модификацияланған цеолиттердің ИҚ спектрлерінде төменгі жиілікті $525 \dots 545 \text{ см}^{-1}$ аймақта алынған сорбенттерде байқалады.

Хитозанмен модификацияланған цеолиттердің ИҚ спектрлеріндегі анықталған өзгерістер хитозанның цеолит бетімен қапталуын растайды. Әр түрлі температурада кептірілген сорбенттер спектрлерінің табылған айырмашылығы олардың сорбциялық сипаттамалардағы айырмашылығын растайды.

Электронды микроскопиялық талдау табиғи цеолиттің беті сфера тәрізді қуыстары мен қуыстары біркелкі таралған микроторлы құрылым екенін көрсетті. Өңделмеген цеолиттің микрографында цеолиттегі қуыстар

мен қуыстарға сәйкес келетін кішігірім жарық дақтардың болуы көрсетілген (2а-сурет).

Микрографтарға қарағанда, тұз қышқылының әсерінен цеолиттің кеуектілігі айтарлықтай өзгереді. Қышқылмен модификацияланған цеолит құрылымында тесіктердің, каналдар мен қуыстардың саны мен көлемі артады (2б-сурет). Бұл сорбциялық процестерде көптеген бос және белсенді орталықтардың түзілуіне ықпал етеді және нәтижесінде қышқылмен модифицирленген цеолиттің адсорбция, катион және анион алмасу қабілетінің жоғарылауына ықпал етеді.



2-сурет – Цеолиттердің микрофотографиясы.
Цеолиттер: а – табиғи, б – қышқылмен модифицирленген,
в – хитозанмен модификацияланған.

Цеолитті хитозанмен модификациялағаннан кейін сорбент бетінің морфологиясы да өзгереді. Микрофотографияда үлгісі ерікті пішінді бөлшектер екенін көрсетеді, онда беті дамыған, оның үстінде жарықтар мен жарықтар бар (2в-сурет).

3. Қорытынды

1. Шанқанай цеолитін тұз қышқылымен модификациялау процесінде сорбциялық процестерде бос және белсенді орталықтардың түзілуіне ықпал ететін қуыстар мен каналдар мөлшері ұлғаятыны анықталды, нәтижесінде қышқылдың сіңіру қабілеті өңделген цеолитте көбейеді.

2. Хитозанды модификациялау процесінде табиғи цеолиттің беті хитозанмен байланыс өзгертілетіні (тігіледі) көрсетілді. Нәтижесінде хитозанмен модификацияланған цеолиттің кеуектілігі өзгереді және оның сорбциялық сипаттамасы табиғи цеолитпен салыстырғанда жақсарады.

4. Тәжірибелік бөлім

Шанқанай кен орнынан алынған цеолит модификацияланған сорбенттерді алу үшін пайдаланылды. Цеолит жоғары кремнийлі минералдарға жатады ($Si/Al = 5,75$), геландит-клиноптилолит тобына жатады, сорбциялық қасиеттерге ие ($E = 3.67$ мг-экв/г, катион алмастырғыштың $CAC = 0.997$ мг-экв/г) және бірқатар жеке катиондарға минералды қышқыларда жақсы сіңіруге қабілеті [5].

Модификатор ретінде біз 15% тұз қышқылын (HCl) және химиялық таза сортты хитозанды – талшықты және қабықшалы түзілу, ион алмасу және комплекстеу қабілеті бар табиғи шығу тегі полиаминосахарид, биополимер қолдандық.

Табиғи цеолиттің қышқыл модификациясы 1:5-ке тең «цеолит: HCl» қатынасында 1 сағат бойы бөлме температурасында араластырып, үлгіні 30°C температурада тұрақты салмаққа дейін кептірумен (1 сағат) жүргізілді.

Табиғи цеолитті сілтілік металл тұздарының ерітінділерімен өңдеу цеолит бетіне хитозанның бекітілуіне де ықпал ететіні белгілі [12]. Бұл жағдайда натрий хлориді мен карбонаттары ең белсенді сорбциялық орталықтар санының көбеюіне және суда сорбенттің жақсы дисперсті Na-түрінің жартылай түзілуіне ықпал етеді [13]. Шанқанай кен орнының цеолитінің хитозанмен модификациясы [14] әдісі бойынша аралық өнім - натрий цеолитін дайындау арқылы жүргізілді. Нәтижесінде цеолиттің Na - формасы, 50°C температурада 1 сағат кептірілген, 3.5% сірке қышқылының хитозан ерітіндісімен 1: 5.6 қатынасында 164 сағат бойы өңделді, ал сорбент 25 және 70°C температурада тұрақты салмаққа дейін кептірілді.

Үлгілердің ИҚ спектрлері Perkin Elmer Spectrum 100 FT-IR спектрометрінде, АҚШ-та алынды. Үлгілердің ИҚ спектрін түсіндіру мен сәйкестендіру [7] сәйкес жүргізілді.

Алынған үлгілердің микроқұрылымы «JXA-8230» электронды зонд микроанализаторында (JEOL, Жапония) 25 кВ үдеткіш кернеуде және 100 нА дейінгі электронды сәулелік токта және «QUANTA 250 FEG» (Нидерланды). бойынша зерттелді. Электрондық режимде РЭМ контрастының басты ерекшелігі – бұл жалпы фонды құрайтын бөлшектермен салыстырғанда атомдық саны жоғары бөлшектердің айқын контрастының белгілі фактісін көрсетеді [8].

Сорбенттердің сорбциялық сипаттамалары: жалпы кеуек көлемі V , жалпы кеукетілік, жалпы сорбциялық сыйымдылық, статистикалық алмасу қабілетін анықтау әдістерге сәйкес жүргізілді [9].

Адсорбциялық белсенділік метилен көк (МК) көмегімен анықталды [11].

Қаржыландыру: Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасы білім және ғылым Министрлігі ғылым Комитеті бағдарламалық нысаналы қаржыландыру ЖТН BR10965255 «Табиғи шикізат пен өндірістік қалдықтарға негізделген инновациялық көпфункционалды материалдар» бойынша орындалды.

Әдебиеттер тізімі

1. Александрова В.С., Зыкова О.П., Марков Э.Я. и др. *Журн. прикл. химии*. **2004**. 1. С. 32.
2. Брек Д. Целиковые молекулярные сита. М.: Мир, **1976**. 37 с.
3. Ергожин Е.Е., Акимбаева А.М. Успехи в области модифицирования Казахских цеолитов. *Вестник КНУ*. **2004**. Сер. 3. Вып. 1. С. 51-57.
4. Liu Y.L., Hsu C.Y., Su Y.H., et al. *Biomacromolecules*. **2005**. Vol. 6, 1. P. 368.
5. Черенов Л.Г., Ворожбитова Л.Н. Методы исследования пористой структуры высокодисперсных тел. Л.: Химия, **1984**. 248 с.
6. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М.: Наука, **1966**. 411 с.
7. Сильверстейн Р., Басслер Г., Меррил Т. Спектрометрическая идентификация органических соединений. М.: Наука, **1977**. 308 с.
8. Рид С.Дж.Б. Электронно-зондовый микроанализ и растровая электронная микроскопия в геологии. М.: Техносфера, **2008**. 232 с.
9. Вячеславов А.С., Ефремова М. Определение площади поверхности и пористости материалов методом сорбции газов. Методическая разработка, факультет наук о материалах. М.: Из-во МГУ им. М.В. Ломоносова, **2012**. 65 с.
10. Когановский А.М., Левченко Т.М., Кириченко В.А. Адсорбция растворённых веществ. Киев, **1977**. 250 с.
11. ГОСТ 4453-74. Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. Технические условия. М.: Из-во стандартов. **1993**. 21 с.
12. Природные цеолиты. Тбилиси: Мециниереба, **1976**. 90 с.
13. Liu Y.L., Hsu C.Y., Su Y.H., et al. *Biomacromolecules*. **2005**. Vol. 6, 1. P. 368.
14. Król M., Mozgawa W., Jastrzębski W., Barczyk K. *Micro. and Mes. Mater.* **2012**. Vol. 156. 2. P. 181.
15. Челищев Н.Ф., Челищев Р.В. *Вест. с.-х. науки*. **1978**. 2. С. 126.
16. Barrer R.M., Coughlan V. *Molecular Sieves*, Society of Chemical Industry, London, **1986**. P. 141.
17. Юрченко Э.Н., Кустова Г.Н. и др. Колебательные спектры неорганических соединений. Новосибирск: Наука, **1981**. 140 с.
18. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М.: ИЛ, **1963**. 593 с.
19. Наканаси Е. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. М.: Мир, **1965**. 220 с.
20. Тарасевич Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений. М.: Из-во Моск. ун-та, **2012**. 55 с.

Information about authors:

Kaiynbayeva R.A. – Cand. of Technical sciences; e-mail: raushan_1972@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2385-0839>

Kojabekova N.N. – Cand. of chemical sciences; e-mail: kojabekova@mail.ru;
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7657-140>

Sultanbayeva G.Sh. – Cand. of Technical sciences; e-mail: sultanbaeva@mail.ru;
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1413-7986>

Agatayeva A.A. – Dr. Of Phylosophy; e-mail: aktolkynabduali@gmail.com;
ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6920-4795>

Chernyakova R.M. – Dr. of Technical sciences, Professor; e-mail: chernyakova1947@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1243-3527>

Jussipbekov U.Zh. – Corresponding Member of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Dr. of Technical sciences, Professor; e-mail: Jussipbekov@mail.ru; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2354-9878>.

Резюме

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ МОДИФИКАТОРА НА СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ШАНКАНАЙСКОГО ЦЕОЛИТА

*Р.А. Кайынбаева, Н.Н. Кожабекова, Г.Ш. Султанбаева, А.А. Агатаева,
Р.М. Чернякова, У.Ж. Джусипбеков*

*АО «Институт химических наук им. А. Б. Бектурова», Алматы, Казахстан,
E-mail: raushan_1972@mail.ru*

Получены модифицированные соляной кислотой и хитозаном сорбенты на основе цеолита мосторождения Шанканай и изучено влияние температуры сушки на сорбционные свойства сорбентов. Выявлено, что 25 °С является оптимальной температурой получения кислотомодифицированного цеолита. Хитозанмодифицированный сорбент с хорошими сорбционными характеристиками можно получать при 25 °С с катионообменными (СОЕ 68.05 мг-экв/г) и 70 °С с анионообменными (СОЕ 70.16 мг-экв/г) свойствами.

Физико-химический анализ модифицированных цеолитов показал увеличение размера пустот и каналов на поверхности кислотомодифицированного цеолита, а при модификации хитозаном, последний сшивается с поверхностью природного цеолита.

Ключевые слова: природный цеолит, модификация, сорбционные характеристики, соляная кислота, хитозан

Abstract

INFLUENCE OF THE NATURE OF THE MODIFIER ON THE SORPTION PROPERTIES OF SHANKANAI ZEOLITE

*R.A. Kaiynbayeva, N.N. Kojabekova, G.Sh. Sultanbayeva, A.A. Agatayeva,
R.M. Chernyakova, U.Zh. Jussipbekov*

*JSC "Institute of Chemical Sciences named after A.B. Bekturova, Almaty, Kazakhstan,
E-mail: raushan_1972@mail.ru*

Sorbents modified with hydrochloric acid and chitosan based on the Shankanai bridge formation zeolite were obtained, and the effect of drying temperature on the

sorption properties of sorbents was studied. It was found that 25 °C is the optimal temperature for obtaining acid-modified zeolite. A chitosan-modified sorbent with good sorption characteristics can be obtained at 25 °C with cation-exchange (COE 68.05 mg-eq/g) and 70°C with anion-exchange (SEC 70.16 mg-eq/g) properties.

Physicochemical analysis of modified zeolites showed an increase in the size of voids and channels on the surface of acid-modified zeolite, and when modified with chitosan, the latter is crosslinked with the surface of natural zeolite.

Key words: natural zeolite, modification, sorption characteristics, hydrochloric acid, chitosan.

References

1. Alexandrova V.S., Zykova O.P., Markov E.Ya. et al. *Zh. app. chemistry*. **2004**. 1. P. 32. (in Russ.).
2. Breck D. Celite molecular sieves. M.: Mir, **1976**. 37 p. (in Russ.).
3. Ergozhin EE., Akimbaeva A.M. Successes in the field of modification of Kazakhstani zeolites. *Vestnik KNU*, **2004**. Ser. 3. Issue. 1. 51-57. (in Russ.).
4. Liu Y.L., Hsu C.Y., Su Y.H., et al. *Biomacromolecules*. **2005**. Vol. 6, 1. P. 368.
5. Cherenov L.G., Vorozhbitova L.N. Methods for studying the porous structure of highly dispersed bodies. L.: Chemistry, **1984**. 248 p. (in Russ.).
6. Nakamoto K. Infrared spectra of inorganic and coordination compounds: M.: Nauka, **1966**. 411 p. (in Russ.).
7. Silverstein R., Bassler G., Merrill T. Spectrometric identification of organic compounds. M.: Nauka, **1977**. 308 p. (in Russ.).
8. Reed S.J.B. Electron probe microanalysis and scanning electron microscopy in geology. M.: Technosphere, **2008**. 232 p. (in Russ.).
9. Vyacheslavov A.S., Efremova M. Determination of surface area and porosity of materials by gas sorption method. Methodical development, Faculty of Materials Science. M.: Iz-in Moscow State University. M.V. Lomonosov, **2012**. 65 p. (in Russ.).
10. Koganovsky A.M., Levchenko T.M., Kirichenko V.A. Adsorption of dissolved substances. Kiev, **1977**. 250 p. (in Russ.).
11. GOST 4453-74. Powdered active clarifying charcoal. Technical conditions. M.: Because of standards. **1993**. 21 p. (in Russ.).
12. Natural zeolites. Tbilisi: Metzinereba, **1976**. 90 p. (in Russ.).
13. Liu Y.L., Hsu C.Y., Su Y.H., et al. *Biomacromolecules*. **2005**. Vol. 6, 1. P. 368.
14. Król M., Mozgawa W., Jastrzębski W., Barczyk K. *Micro. and Mes. Mater.* **2012**. Vol. 156, 2. P. 181.
15. Chelishchev N.F., Chelishchev R.V. *West. agricultural science*. **1978**. 2. P. 126. (in Russ.)
16. Barrer R.M., Coughlan B. Molecular Sieves, Society of Chemical Industry, London, **1986**. P. 141.
17. Yurchenko E.N., Kustova G.N. and other Vibrational spectra of inorganic compounds. Novosibirsk: Nauka, **1981**, 140 p. (in Russ.).
18. Bellamy L. Infrared spectra of complex molecules. M.: IL, **1963**. 593 p.
19. Nakanashi E. Infrared spectra and structure of organic compounds. M.: Mir. **1965**. 220 p. (in Russ.).
20. Tarasevich B.N. IR spectra of the main classes of organic compounds. M.: from Moscow. un-that. **2012**. 55 p.

Ғылыми жарияланымдардың этикасы

Редакциялық алқа және "Қазақстанның химия журналы" ғылыми журналының (бұдан әрі – Журнал) бас редакторы "Жарияланымдар жөніндегі этика комитеті" ([Committee on Publication Ethics – COPE](http://publicationethics.org/about)) (<http://publicationethics.org/about>), "Еуропалық ғылыми редакторлар қауымдас-тығы" (European Association of Science Editors – EASE) (<http://www.ease.org.uk>) және "Ғылыми жарияланымдар әдеби жөніндегі комитеттің" (<http://publicet.org/code/>) қабылданған халықаралық стандарттарды ұстанады.

Баспа қызметіндегі әділетсіз тәжірибені болдырмау мақсатында (плагиат, жалған ақпаратты ұсыну және т.б.) және ғылыми жарияланымдардың жоғары сапасын қамтамасыз ету, автордың алған ғылыми нәтижелерін жұртшылықпен тану мақсатында редакциялық кеңестің әрбір мүшесі, автор, рецензент, сондай-ақ баспа процесіне қатысатын мекемелер этикалық стандарттарды, нормалар мен ережелерді сақтауға және олардың бұзылуын болдырмау үшін барлық шараларды қабылдауға міндетті. Осы процеске қатысушылардың барлығының ғылыми жарияланым этикасы ережелерін сақтауы авторлардың зияткерлік меншік құқықтарын қамтамасыз етуге, басылым сапасын арттыруға және авторлық материалдарды жеке тұлғалардың мүддесі үшін заңсыз пайдалану мүмкіндігін болдырмауға ықпал етеді.

Редакцияға келіп түскен барлық ғылыми мақалалар міндетті түрде екі жақты шолудан өтеді. Журнал редакциясы мақаланың журнал профиліне, ресімдеу талаптарына сәйкестігін белгілейді және оны қолжазбаның ғылыми құндылығын айқындайтын және мақала тақырыбына неғұрлым жақын ғылыми мамандандырулары бар екі тәуелсіз рецензент – мамандарды тағайындайтын журналдың жауапты хатшысының бірінші қарауына жібереді. Мақалаларды рецензиялауды редакциялық кеңес және редакциялық алқа мүшелері, сондай-ақ басқа елдердің шақырылған рецензенттері жүзеге асырады. Мақалаға сараптама жүргізу үшін белгілі бір рецензентті таңдау туралы шешімді Бас редактор қабылдайды. Рецензиялау мерзімі 2-4 аптаны құрайды, бірақ рецензенттің өтініші бойынша ол ұзартылуы мүмкін.

Редакция мен рецензент қарауға жіберілген жарияланбаған материалдардың құпиялылығын сақтауға кепілдік береді. Жариялау туралы шешімді журналдың редакциялық алқасы рецензиялаудан кейін қабылдайды. Қажет болған жағдайда қолжазба авторларға рецензенттер мен редакторлардың ескертулері бойынша пысықтауға жіберіледі, содан кейін ол қайта рецензияланады. Редакция этика ережелерін бұзған жағдайда мақаланы жариялаудан бас тартуға құқылы. Егер ақпаратты плагиат деп санауға жеткілікті негіз болса, жауапты редактор жариялауға жол бермеуі керек.

Авторлар редакцияға ұсынылған материалдардың жаңа, бұрын жарияланбаған және түпнұсқа екендігіне кепілдік береді. Авторлар ғылыми нәтижелердің сенімділігі мен маңыздылығына, сондай-ақ ғылыми этика қағидаттарын сақтауға, атап айтқанда, ғылыми этиканы бұзу фактілеріне жол бермеуге (ғылыми деректерді тұжырымдау, зерттеу деректерін бұрмалауға әкелетін бұрмалау, плагиат және жалған тең авторлық, қайталау, басқа адамдардың нәтижелерін иемдену және т. б.) жауапты болады.

Мақаланы редакцияға жіберу авторлардың мақаланы (түпнұсқада немесе басқа тілдерге немесе басқа тілдерге аударылған) басқа журналға(журналдарға) берме-

генін және бұл материал бұрын жарияланбағанын білдіреді. Әйтпесе, мақала авторларға авторлық құқықты бұзғаны үшін мақаланы қабылдамау туралы ұсыныспен дереу қайтарылады. Басқа автор жұмысының 10 пайызынан астамын оның авторлығын және дереккөзге сілтемесіз сөзбе-сөз көшіруге жол берілмейді. Алынған фрагменттер немесе мәлімдемелер автор мен бастапқы көзді міндетті түрде көрсете отырып жасалуы керек. Шамадан тыс көшіру, сондай-ақ кез-келген нысандағы плагиат, оның ішінде рәсімделмеген дәйексөздер, өзгерту немесе басқа адамдардың зерттеулерінің нәтижелеріне құқықтар иемдену этикалық емес және қолайсыз. Зерттеу барысына қандай да бір түрде әсер еткен барлық адамдардың үлесін мойындау қажет, атап айтқанда, мақалада зерттеу жүргізу кезінде маңызды болған жұмыстарға сілтемелер ұсынылуы керек. Қосалқы авторлардың арасында зерттеуге қатыспаған адамдарды көрсету болмайды.

Егер жұмыста қате табылса, редакторға тез арада хабарлау керек және бірге түзету туралы шешім қабылдау керек.

Қолжазбаны жариялаудан бас тарту туралы шешім рецензенттердің ұсынымдарына сәйкес редакциялық алқа отырысында қабылданады. Редакциялық алқаның шешімімен жариялауға ұсынылмаған мақала қайта қарауға қабылданбайды. Жариялаудан бас тарту туралы хабарлама авторға электрондық пошта арқылы жіберіледі.

Редакциялық алқа мақаланы жариялауға жіберу туралы шешім қабылдағаннан кейін редакция бұл туралы авторға хабарлайды және жариялау мерзімін көрсетеді. Рецензиялардың түпнұсқалары журналдың редакциясында 3 жыл бойы сақталады.

Этика научных публикаций

Редакционная коллегия и главный редактор научного журнала «Химический журнал Казахстана» (далее – Журнал) придерживаются принятых международных стандартов «Комитета этики по публикациям» ([Committee on Publication Ethics – COPE](http://publicationethics.org/about)) (<http://publicationethics.org/about>), «Европейской ассоциации научных редакторов» (European Association of Science Editors – EASE) (<http://www.ease.org.uk>) и «Комитета по этике научных публикаций» (<http://publicet.org/code/>).

Во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (плагиат, изложение недостоверных сведений и др.) и в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, признания общественностью, полученных автором научных результатов, каждый член редакционного совета, автор, рецензент, а также учреждения, участвующие в издательском процессе, обязаны соблюдать этические стандарты, нормы и правила и принимать все меры для предотвращения их нарушений. Соблюдение правил этики научных публикаций всеми участниками этого процесса способствует обеспечению прав авторов на интеллектуальную собственность, повышению качества издания и исключению возможности неправомерного использования авторских материалов в интересах отдельных лиц.

Все научные статьи, поступившие в редакцию, подлежат обязательному двойному слепому рецензированию. Редакция Журнала устанавливает соответствие статьи профилю Журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на первое рассмотрение ответственному секретарю Журнала, который определяет научную ценность рукописи и назначает двух независимых рецензентов – специалистов, имеющих наиболее близкие к теме статьи научные специализации. Рецензирование статей осуществляется членами редакционного совета и редакционной коллегии, а также приглашенными рецензентами других стран. Решение о выборе того или иного рецензента для проведения экспертизы статьи принимает главный редактор. Срок рецензирования составляет 2-4 недели, но по просьбе рецензента он может быть продлен.

Редакция и рецензент гарантируют сохранение конфиденциальности неопубликованных материалов присланных на рассмотрение работ. Решение о публикации принимается редакционной коллегией Журнала после рецензирования. В случае необходимости рукопись направляется авторам на доработку по замечаниям рецензентов и редакторов, после чего она повторно рецензируется. Редакция оставляет за собой право отклонить публикацию статьи в случае нарушения правил этики. Ответственный редактор не должен допускать к публикации информацию, если имеется достаточно оснований полагать, что она является плагиатом.

Авторы гарантируют, что представленные в редакцию материалы являются новыми, ранее неопубликованными и оригинальными. Авторы несут ответственность за достоверность и значимость научных результатов, а также соблюдение принципов научной этики, в частности, недопущение фактов нарушения научной этики (фабрикация научных данных, фальсификация, ведущая к искажению исследовательских данных, плагиат и ложное соавторство, дублирование, присвоение чужих результатов и др.)

Направление статьи в редакцию означает, что авторы не передавали статью (в оригинале или в переводе на другие языки или с других языков) в другой журнал(ы)

и что этот материал не был ранее опубликован. В противном случае статья немедленно возвращается авторам с рекомендацией отклонить статью за нарушение авторских прав. Не допускается дословное копирование более 10 процентов работы другого автора без указания его авторства и ссылок на источник. Заимствованные фрагменты или утверждения должны быть оформлены с обязательным указанием автора и первоисточника. Чрезмерные заимствования, а также плагиат в любых формах, включая неоформленные цитаты, перефразирование или присвоение прав на результаты чужих исследований, неэтичны и неприемлемы. Необходимо признавать вклад всех лиц, так или иначе повлиявших на ход исследования, в частности, в статье должны быть представлены ссылки на работы, которые имели значение при проведении исследования. Среди соавторов недопустимо указывать лиц, не участвовавших в исследовании.

Если обнаружена ошибка в работе, необходимо срочно уведомить редактора и вместе принять решение об исправлении.

Решение об отказе в публикации рукописи принимается на заседании редакционной коллегии в соответствии с рекомендациями рецензентов. Статья, не рекомендованная решением редакционной коллегии к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Сообщение об отказе в публикации направляется автору по электронной почте.

После принятия редколлегией Журнала решения о допуске статьи к публикации редакция информирует об этом автора и указывает сроки публикации. Оригиналы рецензий хранятся в редакции Журнала в течение 3 лет.

Ethics of scientific publications

The editorial board and editor-in-chief of the scientific journal “Chemical Journal of Kazakhstan” (hereinafter - the Journal) adhere to the accepted international standards of “the Committee on Publication Ethics” (COPE) (<http://publicationethics.org/about>), “European Association of Science Editors – EASE” (<http://www.ease.org.uk>) and “Committee on the Ethics of Scientific Publications” (<http://publicet.org/code/>).

Public recognition of the scientific results obtained by the author, each member of the editorial board, author, reviewer, as well as institutions involved in the publishing process is obliged to comply with ethical standards, norms, and rules and take all measures to prevent violations thereof. This is needed to avoid unfair practice in publishing activities (plagiarism, presentation of false information, etc.) and to ensure the high quality of scientific publications. Compliance with the rules of ethics of scientific publications by all participants in this process contributes to ensuring the rights of authors to intellectual property, improving the quality of the publication, and excluding the possibility of illegal use of copyright materials in the interests of individuals.

All scientific articles submitted to the editorial office are subject to mandatory double-blind review. The editorial board of the Journal establishes the correspondence of the article to the profile of the Journal, the requirements for registration and sends it for the first consideration to the executive secretary of the Journal, who determines the scientific value of the manuscript and appoints two independent reviewers - specialists who have scientific specializations closest to the topic of the article. Reviewing of articles is carried out by members of the editorial board and editorial board, as well as invited reviewers from other countries. The decision on choosing a reviewer for the examination of the article is made by the editor-in-chief. The review period is 2-4 weeks, but it can be extended at the request of the reviewer.

The editorial board and the reviewer guarantee the confidentiality of unpublished materials sent for consideration. The decision on publication is made by the editorial board of the Journal after reviewing. The manuscript is sent to the authors for revision based on the comments of reviewers and editors if necessary. After which, it is re-reviewed. The editors reserve the right to reject the publication of an article in case of a violation of the rules of ethics. The executive editor should not allow information to be published if there are sufficient grounds to believe that it is plagiarism.

The authors guarantee that the submitted materials to the editorial office are new, previously unpublished, and original. Authors are responsible for the reliability and significance of scientific results, as well as adherence to the principles of scientific ethics, in particular, the prevention of violations of scientific ethics (fabrication of scientific data, falsification leading to distortion of research data, plagiarism, and false co-authorship, duplication, appropriation of other people's results, etc.).

The submission of an article to the Editorial Board means that the authors did not transmit the article (in original or translation into other languages or from other languages) to another journal (s), and this material has not been previously published. Otherwise, the article is immediately returned to the authors with a recommendation to reject the article for copyright infringement. Verbatim copying of more than 10 percent of another author's work is not allowed without indicating his authorship and links to the source. Borrowed fragments or statements must be made with the obligatory indication of

the author and the source. Excessive borrowing as well as plagiarism in any form, including unofficial quotations, paraphrasing, or appropriation of rights to the results of other people's research, is unethical and unacceptable. It is necessary to recognize the contribution of all persons, who in one way or another influenced the course of the research in particular the article, should contain references to works that were of importance in the conduct of the research. Among the co-authors, it is inadmissible to indicate persons who did not participate in the study.

If an error is found in work, it is necessary to notify the editor and together make a decision on the correction.

The decision to refuse publication of the manuscript is made at a meeting of the editorial board by the recommendations of the reviewers. An article not recommended for publication by the decision of the editorial board is not accepted for reconsideration. The refusal to publish is sent to the author by e-mail.

After the editorial board of the Journal decides on the admission of the article for publication, the editorial board informs the author about it and indicates the terms of publication. The originals of the reviews are kept in the editorial office for three years.

Технический секретарь *К. Д. Мустафинов*

Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 27.09.2021.
Формат 70x100¹/₁₆. 9,5 п.л. Бумага офсетная. Тираж 500.