SEOLIT SINTEZI USULLARI

Aripova Madina Xalimdjanovna
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti o‘qituvchisi
Aminov Zayir
Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti dotsenti
Kodirov Orifjon Sharipovich
O‘zbekiston Milliy universiteti dotsenti
Kuchkarova Noila Xusnitdinovna
Islom Karimov nomidagi TDTU OF dotsenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy sanoat va ekologiya uchun dolzarb bo‘lgan material — seolitlarning sintez usullari keng yoritilgan. Seolitlar alyumosilikat asosidagi kristallik tuzilishga ega, ion almashinish xususiyati, selektiv adsorbsiyasi va katalitik faolligi bilan ajralib turadi. Maqolada seolitlarning tabiiy va sun’iy turlari, ularning molekulyar elaklik xossalari va struktura xususiyatlari bayon qilingan. Seolit sintezining asosiy usullari — gidrotermal sintez, sol-gel usuli, termal usul va mikroto‘lqinli sintez texnologik jarayonlari, afzallik va kamchiliklari bilan taqqoslab tahlil etilgan. Shuningdek, sintezga ta’sir qiluvchi omillar (harorat, pH, bosim, vaqt) hamda tabiiy seolitlarni modifikatsiyalash yo‘llari (ion almashinish, kislota ishlovi, termik ishlov) muhokama qilinadi. Seolitlar sanoatda, farmatsiyada va ekologik muhitni tozalashda katta imkoniyatlarga ega material sifatida istiqbolini ta’kidlaydi. Ushbu maqola ilmiy-texnik sohada faoliyat yuritayotgan tadqiqotchilar va talabalarga foydali nazariy va amaliy ma’lumotlar beradi.

Kalit so‘zlar; Seolit, alyumosilikat, sintez, modifikatsiya, pH, selektiv.

Аннотация. В статье представлен комплексный обзор методов синтеза цеолитов — материала, актуального для современной промышленности и экологии. Цеолиты имеют кристаллическую структуру на основе алюмосиликатов, характеризуются ионообменными свойствами, селективной адсорбцией и каталитической активностью. В статье описаны природные и искусственные типы цеолитов, их молекулярно-ситовые свойства и структурные особенности. Проанализированы основные методы синтеза цеолитов — гидротермальный синтез, золь-гель метод, термический метод и микроволновый синтез — в сравнении с их технологическими процессами, преимуществами и недостатками. Также рассмотрены факторы, влияющие на синтез (температура, pH, давление, время) и способы модификации природных цеолитов (ионный обмен, кислотная обработка,

ISSN 3030-3907

термическая обработка). Цеолиты выделены как материал с большим потенциалом в промышленности, фармации и очистке окружающей среды. В статье представлена полезная теоретическая и практическая информация для исследователей и студентов, работающих в научно-технической сфере.

Ключевые слова; Цеолит, алюмосиликат, синтез, модификация, pH, селективный.

Abstract. The article presents a comprehensive review of methods for synthesizing zeolites, a material of significant relevance to modern industry and ecology. Zeolites have a crystalline structure based on aluminosilicates and are characterized by their ion-exchange properties, selective adsorption, and catalytic activity. The article describes natural and artificial types of zeolites, their molecular sieve properties, and structural features. The primary methods for synthesizing zeolites—hydrothermal synthesis, sol-gel method, thermal method, and microwave synthesis—are analyzed in comparison with their technological processes, advantages, and disadvantages. Also considered are the factors affecting synthesis (temperature, pH, pressure, and time) and methods for modifying natural zeolites (ion exchange, acid treatment, and heat treatment). Zeolites are highlighted as a material with great potential in industry, pharmacy, and environmental purification. The article offers valuable theoretical and practical insights for researchers and students in the scientific and technical fields.

Keywords: Zeolite, aluminosilicate, synthesis, modification, pH, selective.

Kirish

Zamonaviy sanoat va texnologiyalar taraqqiyotida ekologik muammolarni hal etish, neft-kimyo mahsulotlarini yanada samarali qayta ishlash, farmatsevtik vositalarni yetkazib berish tizimlarini takomillashtirish zarurati ortib bormoqda. Bunday vazifalarni amalga oshirishda yuqori selektivlikka ega, barqaror tuzilishli va faol sirtga ega materiallarga ehtiyoj katta. Shunday ilg‘or materiallardan biri — *seolitlar* hisoblanadi. Seolitlar o‘zining kristallik strukturasiga ega bo‘lgan, alyumosilikatlar asosidagi materiallar bo‘lib, o‘zining yuqori yuzasiga, kation almashinuvchanligiga, selektiv adsorbsiyaga va katalitik faollikka ega. Ular tabiiy va sun’iy manbalardan olinadi. Bugungi kunda sun’iy seolitlar kengroq qo‘llanilmoqda, chunki ularning tarkibi va tuzilishini nazorat qilish mumkin. Mazkur maqolada seolitlarning sintez usullari, ularning kimyoviy va fizik xossalariga ta’sir etuvchi omillar, har bir usulning afzallik va kamchiliklari, hamda ilmiy va amaliy tadqiqotlar asosida yaratilgan yangi yondashuvlar haqida batafsil ma’lumot beriladi.

Seolitlar tetraedrik tuzilmaga ega bo‘lib, SiO_4 va AlO_4 birliklardan tashkil topgan. Har bir tetraedr kislorod atomlari bilan qo‘shni tetraedrga bog‘langan.

ISSN 3030-3907

AlO_4^- guruhlarining mavjudligi tufayli tuzilma manfiy zaryadga ega bo‘ladi, bu esa Na^+, K^+, Ca^{2+} kabi kationlar bilan muvozanatlashadi. Bu kationlar seolit ichida harakatchan bo‘lib, ular ion almashinuvida ishtirok etadi. Tuzilma ichida makro- va mikrog‘ovaklar mavjud bo‘lib, ular orqali molekulalar kirib chiqadi. Seolitlarning bu “molekulyar elak” xossasi selektiv adsorbsiyani ta’minlaydi.

Seolitlar ikki asosiy turga bo‘linadi:

Tabiiy seolitlar: Klinoptilolit, Mordenit, Stilbit, Chabazitdir. Ular odatda vulkanik jinslar, cho‘kindi jinslar va yer osti suvlarining ta’siri natijasida hosil bo‘ladi.

Sun’iy seolitlar: Zeolit A (LTA tuzilma), Zeolit X va Y (FAU tuzilma), ZSM-5 (MFI tuzilma), SAPO-34 (fosfoaluminosilikatlar)dir. Sun’iy seolitlar tuzilmasi, pora hajmi va kislotali xossalari bo‘yicha maxsus maqsadlarga yo‘naltirilgan holda sintez qilinadi.

1-jadval.

Seolit sintez usullarining taqqoslanishi

Sintez usuli	Afzalliklari	Kamchiliklari
Gidrotermal sintez	Yuqori kristallik, nazoratli tuzilma	Ko‘p vaqt va energiya talab qiladi
Sol-Gel usuli	Nanozarrachalar olish mumkin, bir jinsli tuzilma	Qimmat reagentlar, murakkab texnologiya
Termal sintez	Energiyani tejaydi, oddiy usul	Past katalitik faollik
Mikroto‘lqinli sintez	Tez kristallanish, kam energiya sarfi	Maxsus uskuna talab etadi

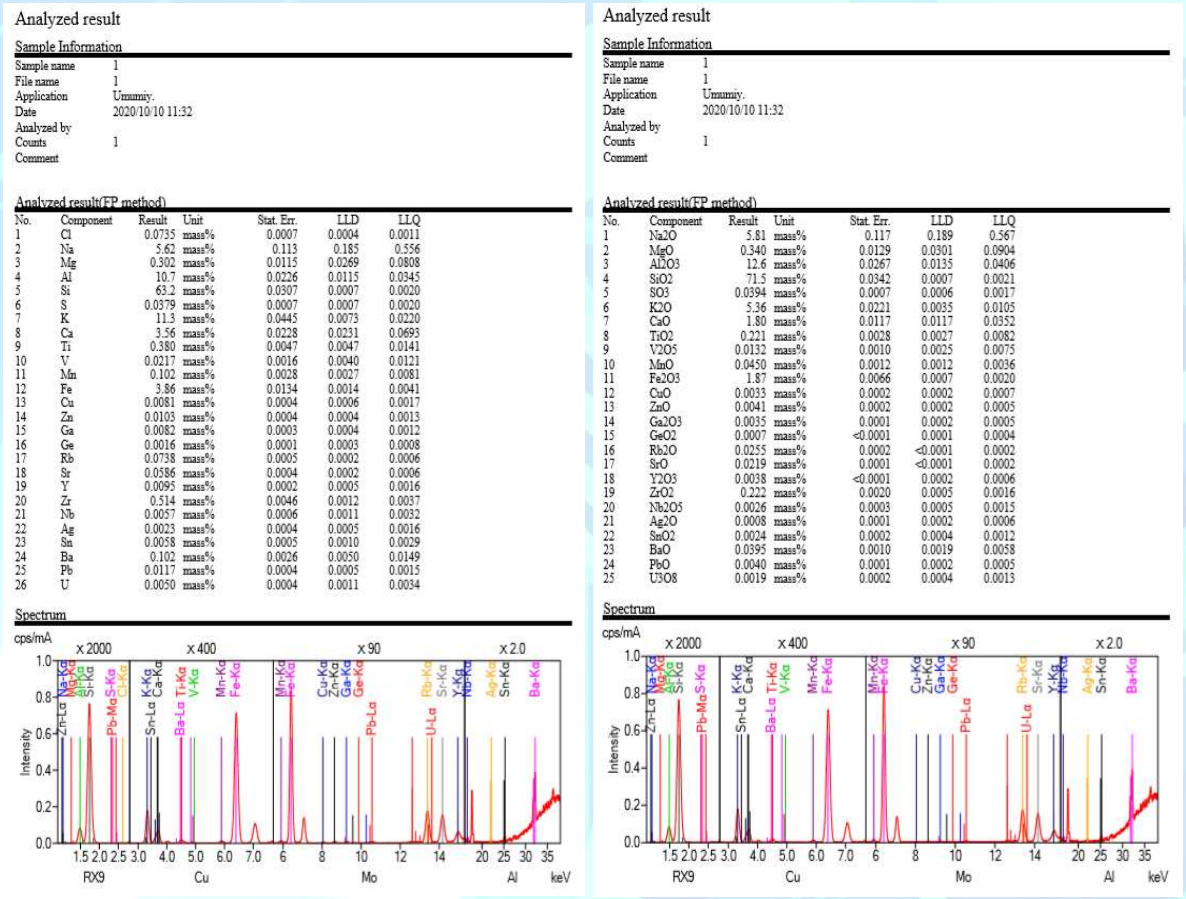
2-jadval.

Seolit sinteziga ta’sir qiluvchi omillar

Omil	Optimal sharoit	Ta’siri
pH darajasi	10–14	Kristallanish jarayoniga sezilarli ta’sir qiladi
Harorat	100–250°C	Tuzilmaning shakllanishiga ta’sir qiladi
Bosim	1–20 atm	Reaksion tezlik va fazani belgilaydi
Kristallanish vaqti	12–168 soat (mikroto‘lqin usulida: 30–60 daqiqa)	Seolit shakllanishining davomiyligini belgilaydi

Seolit sintezi uchun dastlab mahalliy noruda materiallar namunalari olinib turli kimyoviy tahlillar o’tkazildi. Samarqand viloyati Langar granit konidan to’rt xil rangdagi granit namunalari kimyoviy tarkibi element analizi o’tkazildi. Element tahlili rentgenofluoressent analizatorida bajarildi. Langar koni granitlari rangiga qarab turlarga ajratib tahlil qilingan.

ISSN 3030-3907



Analyzed result

Sample Information

Sample name	1
File name	1
Application	Umumiy.
Date	2020/10/10 11:32
Analyzed by	
Counts	1
Comment	

Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Cl	0.0735	mass%	0.0007	0.0004	0.0011
2	Na	5.62	mass%	0.113	0.185	0.556
3	Mg	0.302	mass%	0.0115	0.0269	0.0808
4	Al	10.7	mass%	0.0226	0.0115	0.0345
5	Si	63.2	mass%	0.0307	0.0007	0.0020
6	S	0.0379	mass%	0.0007	0.0007	0.0020
7	K	11.3	mass%	0.0445	0.0073	0.0220
8	Ca	3.56	mass%	0.0228	0.0231	0.0693
9	Ti	0.380	mass%	0.0047	0.0047	0.0141
10	V	0.0217	mass%	0.0016	0.0040	0.0121
11	Mn	0.102	mass%	0.0028	0.0027	0.0081
12	Fe	3.86	mass%	0.0134	0.0014	0.0041
13	Cu	0.0081	mass%	0.0004	0.0006	0.0017
14	Zn	0.0103	mass%	0.0004	0.0004	0.0013
15	Ga	0.0082	mass%	0.0003	0.0004	0.0012
16	Ge	0.0016	mass%	0.0001	0.0003	0.0008
17	Rb	0.0738	mass%	0.0005	0.0002	0.0006
18	Sr	0.0586	mass%	0.0004	0.0002	0.0006
19	Y	0.0095	mass%	0.0002	0.0005	0.0016
20	Zr	0.514	mass%	0.0046	0.0012	0.0037
21	Nb	0.0057	mass%	0.0006	0.0011	0.0032
22	Ag	0.0023	mass%	0.0004	0.0005	0.0016
23	Sn	0.0058	mass%	0.0005	0.0010	0.0029
24	Ba	0.102	mass%	0.0026	0.0050	0.0149
25	Pb	0.0117	mass%	0.0004	0.0005	0.0015
26	U	0.0050	mass%	0.0004	0.0011	0.0034

Spectrum

Analyzed result

Sample Information

Sample name	1
File name	1
Application	Umumiy.
Date	2020/10/10 11:32
Analyzed by	
Counts	1
Comment	

Analyzed result(FP method)

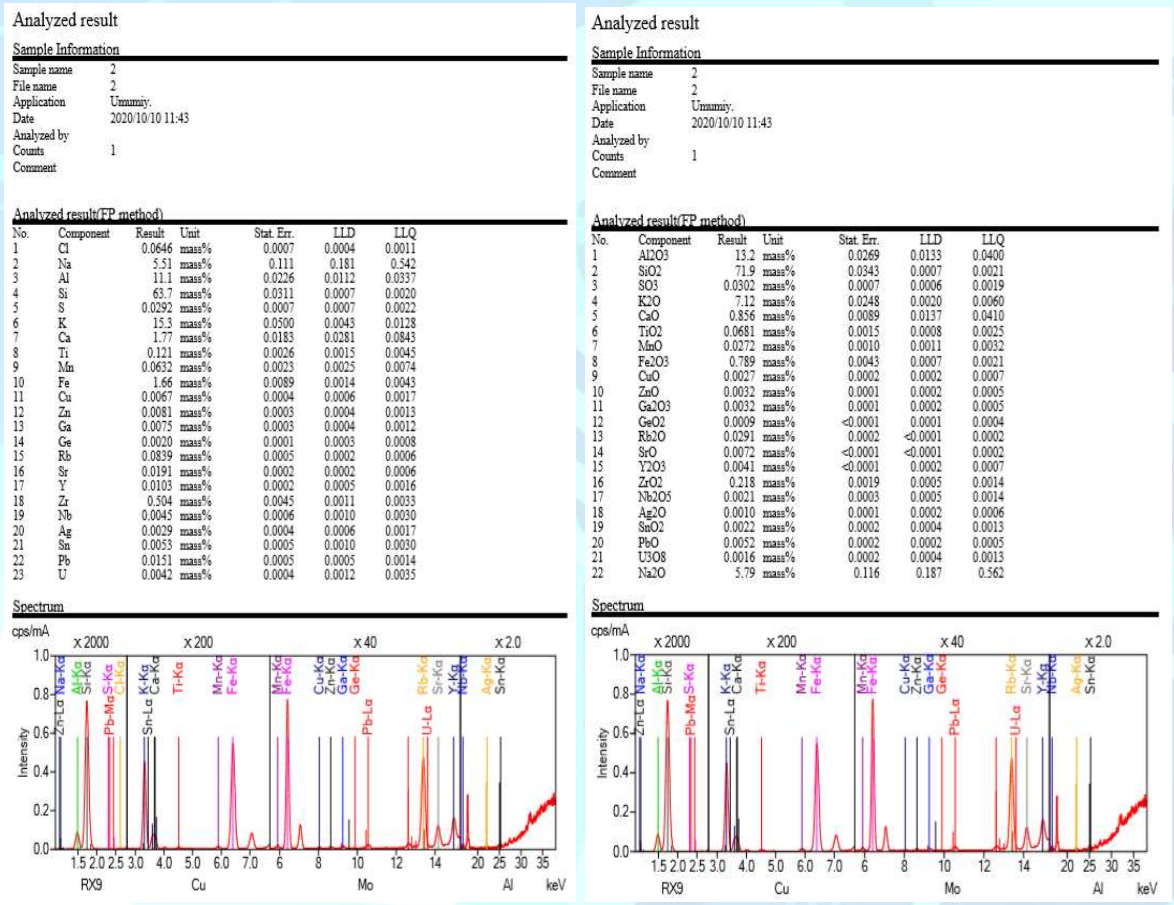
No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Na2O	5.81	mass%	0.117	0.189	0.567
2	MgO	0.340	mass%	0.0129	0.0301	0.0904
3	Al2O3	12.6	mass%	0.0267	0.0135	0.0406
4	SiO2	71.5	mass%	0.0342	0.0007	0.0021
5	SO3	0.0394	mass%	0.0007	0.0006	0.0017
6	K2O	5.36	mass%	0.0221	0.0035	0.0105
7	CaO	1.80	mass%	0.0117	0.0117	0.0352
8	TiO2	0.221	mass%	0.0028	0.0027	0.0082
9	V2O5	0.0132	mass%	0.0010	0.0025	0.0075
10	MnO	0.0450	mass%	0.0012	0.0012	0.0036
11	Fe2O3	1.87	mass%	0.0066	0.0007	0.0020
12	CuO	0.0033	mass%	0.0002	0.0002	0.0007
13	ZnO	0.0041	mass%	0.0002	0.0002	0.0005
14	Ga2O3	0.0035	mass%	0.0001	0.0002	0.0005
15	GeO2	0.0007	mass%	<0.0001	0.0001	0.0004
16	Rb2O	0.0255	mass%	0.0002	<0.0001	0.0002
17	SrO	0.0219	mass%	0.0001	<0.0001	0.0002
18	Y2O3	0.0038	mass%	<0.0001	0.0002	0.0006
19	ZrO2	0.222	mass%	0.0020	0.0005	0.0016
20	Nb2O5	0.0026	mass%	0.0003	0.0005	0.0015
21	Ag2O	0.0008	mass%	0.0001	0.0002	0.0006
22	SnO2	0.0024	mass%	0.0002	0.0004	0.0012
23	BaO	0.0395	mass%	0.0010	0.0019	0.0058
24	PbO	0.0040	mass%	0.0001	0.0002	0.0005
25	U3O8	0.0019	mass%	0.0002	0.0004	0.0013

Spectrum

1-rasm. Langar koni graniti sariq rangli namuna rentgenofluoressent element analizi natijasi

Tahlil natijalaridan ko’rinib turibtiki sariq rangli granit namunasida kremniy oksidi 71,5%, alyuminiy oksidi 12,6%, natriy va kaliy oksidlari 11,15% ni tashkil qilmoqda, shundan kelib chiqib kremniy va alyuminiy oksidlari nisbatini to’ғrilab olish maqsadida kaolindan foydalanish seolit olish uchun etarli bo’ladi va ushbu granit namunasi seolit sintezi uchun xom ashyo sifatida qo‘llansa bo‘ladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Langar koni graniti zarғaldoq rangli namuna rentgenofluoressent element analizi natijasi

Tahlil natijalaridan ko'rinib turibtiki zarg'aldoq rangli granit namunasida kremniy oksidi 71,9%, alyuminiy oksidi 13,2%, natriy va kaliy oksidlari 12,62% ni tashkil qilmoqda, shundan kelib chiqib kremniy va alyuminiy oksidlari nisbatini to'ғrilab olish maqsadida kaolindan foydalanish seolit olish uchun etarli bo'ladi va ushbu granit namunasini ham seolit sintezi uchun xom ashyo sifatida qo'llansa bo'ladi.

Gidrotermal sintez usuli: Eng ko'p qo'llaniladigan sintez usuli bo'lib, bunda reaktivlar yopiq idishda yuqori harorat (100–200°C) va bosim ostida eritma shaklida reaksiyaga kirishadi. Bu jarayon suyuq-gaz fazasida olib boriladi. Bu usulning afzalliklari kristallik yuqori va tuzilmaning nazoratidadir, kamchiligi esa, ko'p vaqt talab qilishi va energiya sarfi yuqoriligidir.

Sol-Gel sintez usuli - bu usulda Si va Al manbalari spirtda yoki boshqa suyuqlikda eritiladi va gel holatiga o'tkaziladi. So'ngra bu gel qizdirilib kristall holga keltiriladi. Bu usulning afzalliklari nano zarrachalar olish mumkinligi va tuzilma bir jinsligida, kamchiliklari esa jarayon murakkab va qimmat kimyoviy reagentlar talab etiladi.

Termal sintez usuli - bu usulda SiO_2 va Al_2O_3 kukunlari aralashtirilib, yuqori haroratda (400–1000°C) qizdiriladi. Katalitik faolligi pastroq, lekin bu usul

ISSN 3030-3907

energiya jihatidan tejamli bo‘lishi mumkin. Qurilish materiallari va o‘g‘itlar uchun tashuvchi substratlar sifatida qo‘llaniladi.

Mikroto‘lqinli sintez usuli – bu usulda mikrotolqinli energiya yordamida gidrotermal reaksiya tezlashtiriladi. Bu usul zamonaviy laboratoriyalarda keng qo‘llanilmoqda. Usulning afzalligi kristallanish vaqti 10 baravargacha qisqaradi va energiya sarfi kamligida hisoblanadi.

Sintezga ta’sir etuvchi omillar:

— Reaksion muhitning ishqoriyligi kristallanish jarayonining borishiga ta’sir etadi. Odatda 10–14 pH oralig‘ida olib boriladi.

— Harorat: 100–250°C va bosim: 1–20 atm

— Kristallanish vaqti - jarayon odatda 12–168 soat davom etadi. Mikroto‘lqin usulida 30–60 daqiqagacha qisqartiriladi.

Tabiiy seolitlar har doim ham toza va yuqori faollikka ega bo‘lmaydi. Ularni quyidagicha modifikatsiya qilish mumkin:

Ion almashinish: Na^+, K^+ kationlarini H^+, NH_4^+, Cu^{2+} kationlariga almashtirish orqali seolitning katalitik yoki antibakterial xossasi oshiriladi.

Kislota bilan ishlov: HCl, H_2SO_4 eritmalari bilan ishlov berish orqali seolit sirtidagi ifloslanishlar ketkaziladi va kislotali markazlar faollashtiriladi.

Termik ishlov: Seolitni 400–700°C da qizdirish orqali suvdan xalos bo‘lish va faollashtirish mumkin.

Xulosa: Seolitlar — zamonaviy sanoat va ekologik muammolarni hal etishda asosiy materiallardan biri. Ularning sintezi uchun turli xil usullar mavjud bo‘lib, har biri o‘zining afzallik va kamchiliklariga ega. Gidrotermal sintez eng keng qo‘llaniladigan usul bo‘lsa-da, innovatsion texnologiyalar (mikrotolqinli sintez, bio-usullar) orqali samaradorlik oshirilmoqda. Kelajakda ekologik toza va energiya tejamkor usullar rivojlanishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Breck, D.W. *Zeolite Molecular Sieves*. Wiley, 1974.
2. Cundy, C.S., Cox, P.A. “The Hydrothermal Synthesis of Zeolites: Precursors, Intermediates and Reaction Mechanism.” *Microporous and Mesoporous Materials*, 2005.
3. Auerbach, S.M., Carrado, K.A., Dutta, P.K. *Handbook of Zeolite Science and Technology*. Marcel Dekker, 2003.
4. Uzbekov, K.I. “Seolitlar kimyosi va ularning qo‘llanilishi.” Toshkent: O‘zbekiston milliy entsiklopediyasi, 2018.

ISSN 3030-3907