ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 8

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

METAKAOLIN VA ALYUMINIY OKSIDI ASOSIDA SEOLITLARNING STRUKTURAVIY SINTEZI

B.A.Turabov
Andijon davlat texnika instituti assistenti
E-mail: bahodi01011992@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada seolitlarning kristal panjarasi va strukturaviy tuzilishi hamda ularni sintez qilish usullari yoritilgan. Seolitni sintez qilishda suvsiz ingrediyentlardan ($Al_2Si_2O_7$-metakaolin, C-Al_2O_3) foydalanish usullari keltirilgan. Bundan tashqari, seolitlarni sintez qilish jarayonida kristal panjara parametrlari bilan kub va tetragonal kristalli tizimlarning natriy aluminati sintezi talab qilinishi aniqlandi. Seolitning mexanokimyoviy sintez modeli taklif etildi.

Kalit so‘zlar: Seolit, $Al_2Si_2O_7$-metakaolin, kub va tetragonal kristal panjaralar, Al_2O_3, SiO_2, $3Al_2O_3*6SiO_2$.

Аннотация. В данной статье описаны кристаллическая решётка и структурная организация цеолитов, а также методы их синтеза. Представлены способы синтеза цеолитов с использованием безводных ингредиентов ($Al_2Si_2O_7$–метакаолин, C-Al_2O_3). Кроме того, установлено, что в процессе синтеза цеолитов в зависимости от параметров кристаллической решётки требуется синтез алюмината натрия с кубической и тетрагональной кристаллическими системами. Предложена модель механохимического синтеза цеолитов.

Ключевые слова: цеолит, $Al_2Si_2O_7$–метакаолин, кубическая и тетрагональная кристаллические решётки, Al_2O_3, SiO_2, $3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.

Annotation. This article describes the crystal lattice and structural framework of zeolites, as well as their synthesis methods. Methods for synthesizing zeolites using anhydrous ingredients ($Al_2Si_2O_7$–metakaolin, C-Al_2O_3) are presented. Furthermore, it was determined that the synthesis of sodium aluminate with cubic and tetragonal crystal systems is required depending on the crystal lattice parameters during the zeolite synthesis process. A model of the mechanochemical synthesis of zeolites is proposed.

Keywords: zeolite, $Al_2Si_2O_7$–metakaolin, cubic and tetragonal crystal lattices, Al_2O_3, SiO_2, $3Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$.

KIRISH.

So‘nggi paytlarda neft fraksiyalarining sifatini katalitik jarayonlar orqali oshirish, ekologik zararni kamaytirish va toza yoqilg‘i ishlab chiqarish ehtiyoji tufayli asosiy yo‘nalishga aylandi. Gidrogenlash, oltingugurtdan tozalash va dearomatizatsiya kabi texnikalar atrof-muhit talablariga javob beradigan yoqilg‘ilarni olishda muhim rol o‘ynaydi. Bu jarayonlar oltingugurt birikmalari va aromatik uglevodorodlarni tanlab yo‘qotadigan yuqori samarali katalizator va

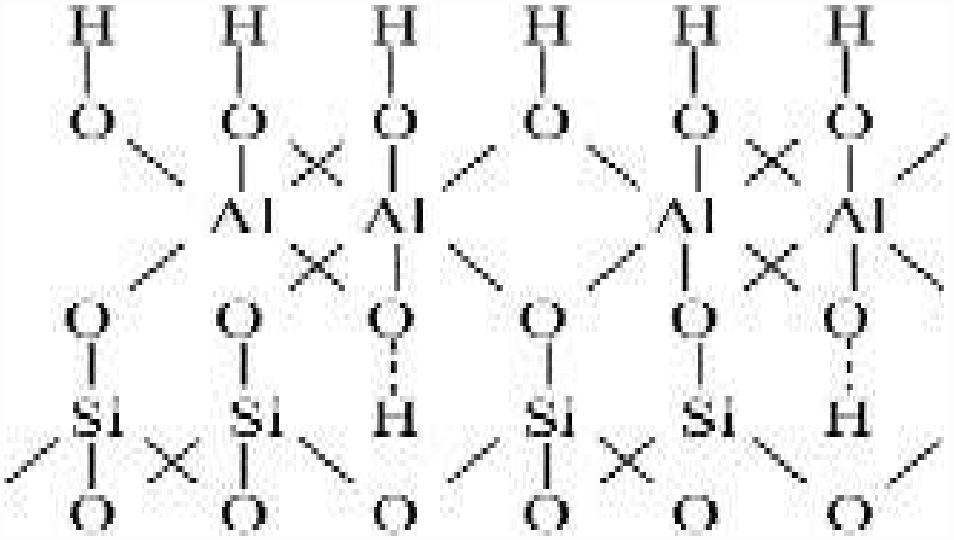
ISSN 3030-3907

sorbentlarni talab qiladi [1]. G‘ovakli materiallar orasida sintetik seolitlari o‘zining aniq kristalli mikrog‘ovak strukturasi, ion almashinish qobiliyati va molekulyar elak xususiyatlari tufayli alohida qiziqish uyg‘otadi. Seolitlar vodorod sulfidi (H_2S), karbonat angidrid (CO_2) va ammiak (NH_3) kabi gazlarni tanlab ushlab qolish uchun samarali hisoblanadi. Seolit sintezida mexanokimyoviy aktivatsiya yoki gidrotermal usullar an’anaviy usullarga qaraganda qisqa vaqt va kam energiya sarfi bilan ajralib turadi [2].

TADQIQOT OB’EKTI VA USULLARI. Global miqyosda zeolit sinteziga qaratilgan intensiv tadqiqotlar davom etmoqda. Alyuminiy oksidi, kremniy oksidi va natriy oksidiga boy bo'lgan kaolinit va bentonit kabi materiallarni tozalash va kristall shakllarga aylantirishga alohida e'tibor beriladi.

Kaolin kristalli tabiiy alyuminosilikat bo‘lib, unda kremniy oksidining alyuminiy oksidiga molyar nisbati 1,0 - 1,15 ni tashkil qiladi. Kaolin kremniy-kislorodli tetraedr va alyuminiy-kislorod oktaedrlarining takroriy qatlamlari natijasida hosil bo‘lgan qatlamli tuzilishga ega (1-rasm).

Ushbu transformatsiyalar ko'pincha g'ovaklikni keltirib chiqarishni va amorf prekursorlarni aniq belgilangan kristalli tuzilmalarga aylantirishni o'z ichiga oladi. Sintez jarayonida alyuminiy oksidi odatda gidroksidi va bosimli sharoitlarda bir nechta reaktsiya bosqichlaridan o'tadi. Mexanik yondashuvlar kaolinni zeolitga aylantirish imkonini ham beradi [3,4].



1-rasm. Kaolin strukturasi

Dastlabki bosqichda kaolin ($Al_2Si_2(OH)_4$) tozalanadi va namlik miqdori taxminan 1% gacha quritiladi, so'ngra strukturaviy suvni olib tashlash va metakaolinga faza o'zgarishini boshlash uchun to'rt soat davomida 700 °C da kalsinlanadi [5].

$$2Al_2Si_2(OH)_4 \rightarrow 2Al_2Si_2O_7 + 4H_2O \uparrow \quad (1)$$

ISSN 3030-3907

Olingan metakaolin amorf, oq kukunga aylanadi. Unga qo'shiladigan natriy aluminat sof shaklda olinishi kerak. Shuning uchun 98,8% sof $2Al(OH)_3$ ning termal parchalanishi talab qilinadi [6].

$$2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O \uparrow (2)$$

Ushbu tajriba 500 ° C haroratda 250 daqiqa davomida o'tkaziladi. Olingan Al_2O_3 oksidi og'irligi bo'yicha 99,9% tozalikka ega bo'lgan NaOH bilan reaksiyaga kirishishi kerak.

$$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2Al_2O_4 + H_2O \uparrow (3)$$

Bu reaksiya 500 °C da 60 daqiqa davomida amalga oshiriladi [7].

Olingan natijalar va muhokamalar. Natijada natriy aluminat ($Na_2Al_2O_4$) hosil bo'ladi. Olingan natriy aluminat oq kristall kukun shaklida ko'rinadi. Seolitini sintez qilish uchun komponentlarini aralashtirish kerak, Sintez jarayonida alyuminiy oksidi, kremniy oksidi va natriy oksidi kabi xomashyolarni kristalli shakllarga o‘tkazishga e’tibor qaratiladi.

1-jadval.

Seolit sintezining optimal rejim parametrlari

Bosqich	**Reaksiya jarayoni**	**Kimyoviy formula**	**Harorat (°C)**	**Davomiyligi**	**Natija/Mahsulot**
1	Kaolin kalsinatsiyasi	$2Al_2Si_2(OH)_4 \rightarrow 2Al_2Si_2O_7 + 4H_2O\uparrow$	700	4 soat	Metakaolin (amorf kukun)
2	Alyuminiy gidroksid parchalanishi	$2Al(OH)_3 \rightarrow Al_2O_3 + 3H_2O\uparrow$	500	250 daqiqa	Toza Al_2O_3 (98,8% sof)
3	Natriy aluminat sintezi	$Al_2O_3 + 2NaOH \rightarrow Na_2Al_2O_4 + H_2O\uparrow$	500	60 daqiqa	$Na_2Al_2O_4$ (oq kukun)
4	Yakuniy seolit hosil bo'lishi	Komponentlar o'zaro ta'siri	-	-	$Na_{12}Al_{12}Si_{12}O_{48}$

Kaolinni tayyorlash: Kaolin ($Al_2Si_2(OH)_4$) tozalanadi va 1% namlikkacha quritiladi, so‘ngra strukturaviy suvni chiqarib yuborish uchun 700 ^{0}C da 4 soat davomida kalsinlanadi va metakaolinga aylantiriladi: Seolitini sintez qilish uchun komponentlar ekvimolar nisbatda aralashtirilishi lozim. Amorf strukturali metakaolin ishqor bilan reaksiyaga kirishadi. 5-6-bosqichlarda g‘ovak strukturasi

ISSN 3030-3907

mono-formadan kvadrupol formaga o‘ta boshlaydi. Sintezning yakuniy mahsuloti $Na_{12}Al_{12}Si_{12}O_{48}$ bosqichida hosil bo'ladi. To'rtinchi bosqichdan keyin olingan mahsulot sodalit katakchalari bilan o'zaro ta'sir qilgan natriy aluminat turiga bog'liq. Sodalit g'ovaklarining kubik yoki tetragonal kristall tuzilmalarining shakllanishiga ularning natriy aluminat bilan o'zaro ta'siri ta'sir qiladi.

2-jadval.

Xomashyo va oraliq mahsulotlarning tavsifi

Material	**Kimyoviy tarkibi**	**Holati / Tozaligi**	**Strukturaviy vazifasi**
Kaolin	$Al_2Si_2(OH)_4$	Namlik < 1%	Asosiy prekursor
Metakaolin	$Al_2Si_2O_7$	Amorf oq kukun	Kremniy va alyuminiy manbai
Natriy ishqori	NaOH	99,9% tozalik	Aktivator va reaktiv
Natriy aluminat	$Na_2Al_2O_4$	Kubik yoki tetragonal	Strukturani yo'naltiruvchi agent (SDA)

Seolitida g'ovak hosil bo'lish ehtimoli mavjud. Shunday qilib, kub yoki tetragonal kristalli tuzilmalarga ega natriy aluminat SDA (strukturani yo'naltiruvchi agent) sifatida ishlashi mumkin. Yuqorida aytib o'tilganidek, kubik va tetragonal natriy aluminat ramkalari tebranish moslamasida bir necha daqiqa ichida shakllanishi mumkin.

XULOSA. Yuqorida tavsiflangan zeolit sintezining tavsiya etilgan boshlang'ich mexanizmlari, shuningdek, zeolit shakllanishiga oid so'nggi mexanik tushunchalar turli reaktsiya tizimlarida kuzatilgan eksperimental dalillarga asoslangan. Tseolitlarning yadrolanishi va kristallanishining turli mexanizmlari taklif qilingan. Ko'rinib turibdiki, bu takliflarning ko'pchiligi bilan bog'liq asosiy jarayonlarning joylashuvi, masalan, yadro hosil bo'lishi va kristallarning o'sishi qattiq fazada yoki eritmada sodir bo'ladimi, ayniqsa seolit yadrolarining shakllanishi bilan bog'liq. Seolitini sintez qilish uchun suvsiz ingredientlar (metakaolin, alumina va natriy aluminat) kerakligi ko'rsatilgan. Xom ashyoda (kaolin, alyuminiy gidroksid va natriy gidroalyuminat) strukturaviy suvning mavjudligi kiruvchi sodalit yoki nefelin fazalarining shakllanishiga olib keladi.

Kubik yoki tetragonal tuzilishga ega natriy aluminatlar - panjara parametrlari seolitlarnikiga yaqin - seolitini sintez qilish uchun qulay degan xulosaga keldi. Ushbu alyuminatlar strukturani boshqaradigan agentlar (SDA) sifatida ishlaydi. Boshqa kristall tuzilmalar va turli panjara parametrlari bilan natriy aluminatlar sodalit hosil qiladi va kristalli natriy aluminat fazalarining mavjudligiga olib keladi. Kristalli natriy aluminat hosil bo'lishi bilan aniqlanadigan optimal sintez vaqti mavjud: kub yoki tetragonal simmetriya bilan

ISSN 3030-3907

yoki boshqa tuzilmalar bo'lmaganda (masalan, ortorombik simmetriya). Bu ikki omil sintez uchun optimal vaqtni belgilaydi.

ADABIYOTLAR

1. H. Van Bekkum, E.M. Flanigen, P.A. Jacobs, J.C. Jansen. Zeolites: Science and Practice, Amsterdam, Stud. Surf. Sci. Catal. 58 (1991).
2. T. Maesen and B. Markus, Introduction to Zeolite Science and Practice, 2nd fully revised and expanded edition, H. Van Bekkum, E.M. Flanigen, P.A. Jacobs, J.C. Jansen (Eds.), Elsevier, Amsterdam, Stud. Surf. Sci. Catal. 137 (2001).
3. D.H. Lauriente and Y. Inoguchi, Chemical Economics Handbook – SRI Consulting, 2005, p. 599,1000 A-599,02 K.
4. R. Glaeser and J. Weitkamp, Fundamentals of Industrial Catalysis, M. Baerns (Ed.), Springer, New York, 2004, 161.
5. K. Pavelic, B. Subotic, and M. Colic, Zeolites and Mesoporous Materials at the Dawn of the 21st Century, A. Galarneau, F. Di Renzo, J. Vedrine (Eds.), Elsevier, Amsterdam, Stud. Surf. Sci. Catal. 135 (2001) 5251.
6. M.G. Clerici, Oil and Gas Purification (Hamburg, Germany) 32 (2006).
7. A. Abdulhaev, O. Ergashev, A. Nodirov, D. Sattarova, Isotherm, Differential Heat, Entropy, and Thermal Equilibrium Time of Hydrogen Sulfide Adsorption on CaA (m-34) Type Zeolite, NamSU Bulletin, No. 6 (2025).

ISSN 3030-3907