Sifatli ta’lim – yorqin kelajak

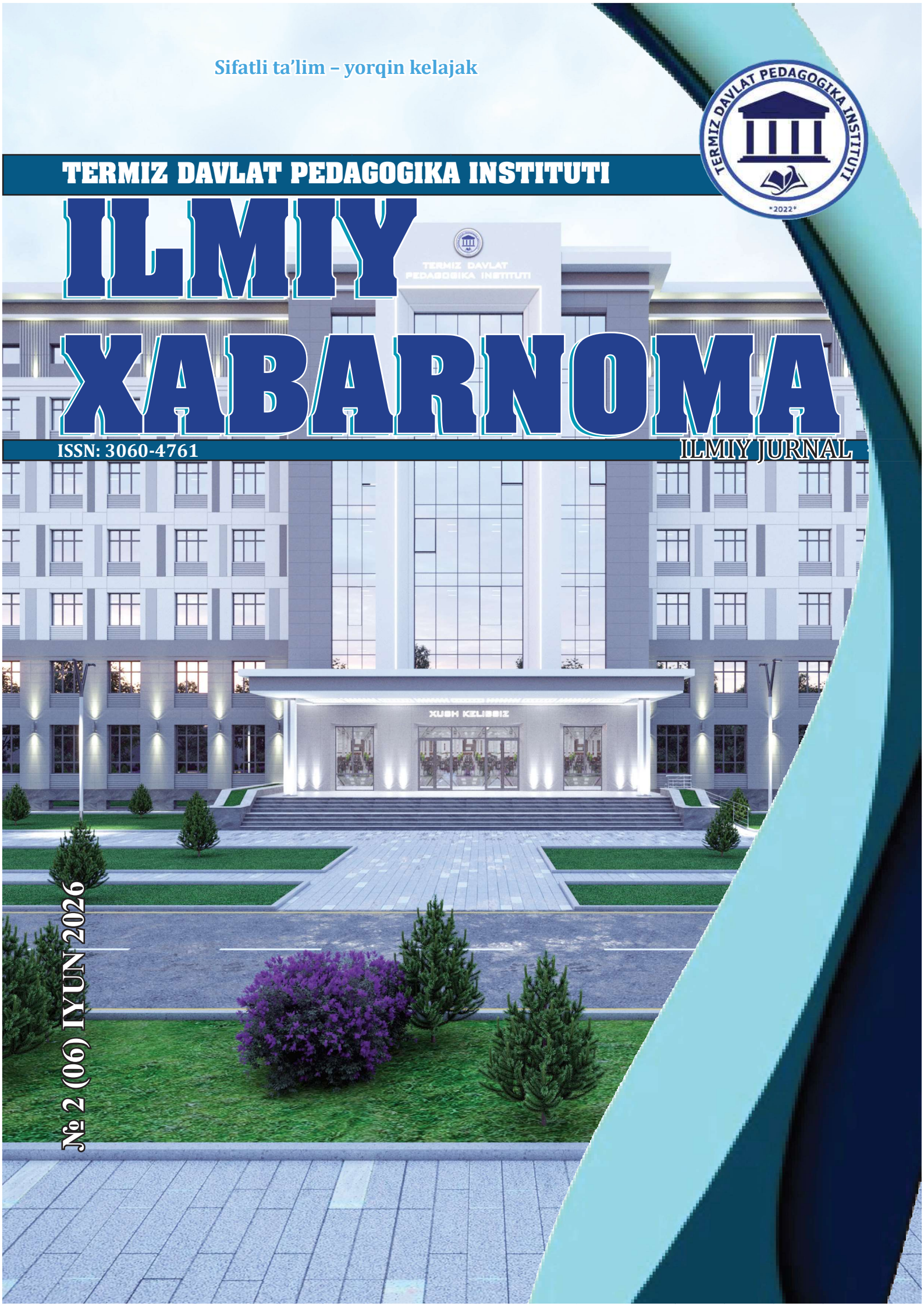
TERMIZ DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

ILMIY XABARNOMA

ISSN: 3060-4761

ILMIY JURNAL

№ 2 (06) IYUN 2026



SIFATLI TA'LIM – YORQIN KELAJAK

ISSN: 3060-4761

TerDPI ILMIY XABARNOMASI / SCIENTIFIC BULLETIN OF THE TerSPI / НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТерГПИ

TERMIZ DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI
ILMIY XABARNOMASI

SCIENTIFIC BULLETIN OF TERMEZ STATE
PEDAGOGICAL INSTITUTE

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТЕРМЕЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

TERDPI ILMIY XABARNOMASI

2026/ № 2



O'zR OAK ning 2025-yil 24-sentabrdagi
375/5-sonli qarori bilan milliy ilmiy nashrlar
ro'yxatiga kiritilgan

Termiz – 2026

ISSN: 3060-4761

Muassis:
Termiz davlat pedagogika instituti

TERMIZ DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI ILMIY XABARNOMASI

ILMIY-USLUBIY JURNAL
Jurnal bir yilda bosma va elektron (o'zbek, rus, ingliz tillarida) shaklda chop etiladi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan 2024-yil 6-iyundagi № 303723-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Matnlarda foydalanilgan manba, ko'chirma, mazmun va ma'lumotlar aniqligi uchun mualliflar javobgar. Jurnaldan ko'chirib bosilganda manba qayd etilishi shart.

Bosishga ruxsat etildi: 12.06.2026
Qog'oz bichimi: 70x85
Bosma tabog'i: 26,25
Ofset bosma. Ofset qog'ozi.
Adadi: 100 nusxa
Bahosi kelishilgan narxda.
Buyurtma: 174
Tahririyat manzili: Termiz tumani "Yangiobod" MFY, At-Termiziy ko'chasi 1-A uy.
"TerDU bosmaxonasi"da chop etildi.
Bosmaxona manzili: Termiz shahri, A.Navoiy ko'chasi, 42 uy.

BOSH MUHARRIR:
Xasanov Azizbek, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

BOSH MUHARRIR O'RINBOSARI:
Kuldasheva Shaxnoza, kimyo fanlari doktori (DSc), professor

TEXNIK MUHARRIR:
Qurbanov Abdimalik, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

MAS'UL KOTIB:
To'rayev Ro'ziboy, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

TAHRIR HAY'AT A'ZOLARI:
Bernd Müller-Jacquier,f.f.d, professor (Germaniya)
Ponomaryova Lyudmila, p.f.d, professor (Rossiya)
Gerasyov Aleksandr, p.f.d, professor (Rossiya)
Buligina Yelena, f..f.d, professor (Rossiya)
Eshmetov Izzat, t.f.d, professor (O'zbekiston)
Abdikamalova Aziza, k.f.d, professor (O'zbekiston)
Salixanova Dilnoza, t.f.d, professor (O'zbekiston)
Jumaeva Dilnoza, t.f.d, professor (O'zbekiston)
Sagdullayeva Dilafruz, t.f.d, professor (O'zbekiston)
Turamuratov Ulug'bek, PhD, dotsent (O'zbekiston)
Norbo'tayev Xo'shboq, p.f.d,(DSc) professor (O'zbekiston)
To'rayev Rasul, f.m.f.n, professor (O'zbekiston)
Shamuratova Nagima, q.x.f.d. (DSc), professor (O'zbekiston)
Saidov Chorixon, f.m.f.d, professor (O'zbekiston)
Bozorov Lutfulla, k.f.d., (DSc) (O'zbekiston)
Mahmudov Yusup, p.f.d, professor (O'zbekiston)
Xudoyqulov Xol, p.f.d, professor (O'zbekiston)
Alimov Parda, f.f.d, professor (O'zbekiston)
Xoliqnazarov Begali, b.f.n, dotsent (O'zbekiston)
Qodirov Baxtiyor, PhD, dotsent (O'zbekiston)
Tojiyev Panji, t.f.d,(DSc), dotsent (O'zbekiston)
Qosimov Shavkat, PhD, professor (O'zbekiston)
Saidaxmatov Sharifbek, t.f.f.d., PhD,dotsent (O'zbekiston)
Xudoyberdiyev Shuxrat, PhD,dotsent (O'zbekiston)
Umarov Aziz, PhD (O'zbekiston)
Abduraxmonov Eldor, k.f.d, ,(DSc), professor (O'zbekiston)
Shabbazova Dilfuza, PhD, dotsent (O'zbekiston)
Nuritdinova Xurshida, PhD (O'zbekiston)
Quvvatova Mohira, PhD (O'zbekiston)
Mardonova Lobar, PhD, dotsent (O'zbekiston)
Nurmatov Norqobil, q.x.f.d, (DSc), professor (O'zbekiston)
Ismailov Botir, PhD, (O'zbekiston)
Sattorov Sardor, PhD (O'zbekiston)
Allamuradov Anvar, PhD, dotsent (O'zbekiston)
Kabilova Sayyora, PhD (O'zbekiston)
Ismailov Murodulla, PhD, dotsent (O'zbekiston)
Eshmuradov Olmosbek, PhD,dotsent (O'zbekiston)
Isayev Oybek, Phd (O'zbekiston)
Norliyev Rustam, f.f.n, dotsent (O'zbekiston)
Berdiyeva Muhabbat, Phd, professor (O'zbekiston)
Shirnazarova Zamira, Phd,dotsent (O'zbekiston)
Narbasheva Mexri, p.f.n, professor (O'zbekiston)
Kuzimurotova Dinara, Tahririy-nashriyot bo'limi muharriri (O'zbekiston)

ISSN: 3060-4761

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:
Хасанов Азизбек, доктор педагогических наук (DSc), профессор.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:
Кулдашева Шахноза, доктор химических наук (DSc), профессор

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР:
Курбанов Абдималик, доктор философии по техническим наукам (PhD)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ:
Тураев Рузибой, доктор философии по педагогическим наукам (PhD)

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:
Бернд Мюллер-Жакье, д.ф.н., профессор (Германия)
Пономарева Людмила, д.п.н., профессор (Россия)
Герасёв Александр, д.п.н., профессор (Россия)
Булыгина Елена, д.ф.н., профессор (Россия)
Эшметов Иззат, д.т.н, профессор (Узбекистан)
Абдикамалова Азиза, д.к.н., профессор (Узбекистан)
Салиханова Дильноза, д.т.н, профессор (Узбекистан)
Джумаева Дильноза, д.т.н, профессор (Узбекистан)
Сагдуллаева Дилафруз, д.т.н, профессор (Узбекистан)
Турамурадов Улугбек, д.ф.п.н, доцент (Узбекистан)
Норбутаев Хушбок, д.п.н, профессор (Узбекистан)
Тураев Расул, к.ф.м.н, профессор (Узбекистан)
Шамуратова Нагима, д.с.н, профессор (Узбекистан)
Саидов Чорихон, д.ф.м.н, профессор (Узбекистан)
Бозоров Лутфулла, д.т.н. (Узбекистан)
Махмудов Юсуп, д.п.н, профессор (Узбекистан)
Худойкулов Хол, д.п.н, профессор (Узбекистан)
Алимов Парда, ф.ф.н, профессор (Узбекистан)
Халикназаров Бегали, к.б.н, доцент (Узбекистан)
Кодиров Бахтиёр, д.ф.п.н, доцент (Узбекистан)
Таджиев Панджи, д.т.н., доцент (Узбекистан)
Касимов Шавкат, д.ф.п.н, профессор (Узбекистан)
Саидахматов Шарифбек, д.ф.и.н, доцент (Узбекистан)
Худойбердиев Шухрат, д.ф.п.н, доцент (Узбекистан)
Умаров Азиз, д.ф.п.н, (Узбекистан)
Абдурахманов Эльдор, д.х.н., профессор (Узбекистан)
Шаббазова Дилфуза, д.ф.п.н, доцент (Узбекистан)
Нуритдинова Хуршида, д.ф.п.н (Узбекистан)
Кувватова Махира, д.ф.п.н (Узбекистан)
Мардонова Лобар, д.ф.ф.н, доцент (Узбекистан)
Нурматов Норкабил, д.с.н., профессор (Узбекистан)
Исмаилов Ботир, д.ф.п.н (Узбекистан)
Сатторов Сардор, д.ф.п.н (Узбекистан)
Алламурадов Анвар, д.ф.п.н. доцент (Узбекистан)
Кабилова Сайёра, д.ф.ф.н, (Узбекистан)
Исмаилов Муродулла, д.ф.п.н, доцент (Узбекистан)
Эшмурадов Олмосбек, д.ф.п.н, доцент (Узбекистан)
Исаев Ойбек, д.ф.и.н (Узбекистан)
Норлиев Рустам, к.ф.н., доцент (Узбекистан)
Бердиева Мухаббат, д.ф.п.н, профессор (Узбекистан)
Ширназарова Замира, д.ф.ф.н, доцент (Узбекистан)
Нарбашева Мехри, к.п.н. профессор (Узбекистан)
Кузимуротова Динара, редактор редакционно-издательского отдела, (Узбекистан).

Основатель:
Термезский государственный педагогический институт

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТЕРМЕЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

Журнал издается в печатном и электронном виде (на узбекском, русском, английском языках) в течение одного года.

Зарегистрировано Агентством информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан свидетельством № 303723 от 6 июня 2024 года.

Авторы несут ответственность за достоверность источников, выдержек, содержания и информации, используемых в текстах. При копировании из журнала необходимо указывать источник.

Разрешение получено: 12.06.2026.
Размер бумаги: 70x85.
Печатная форма: 26,25.
Офсетная печать.
Офсетная бумага.
Количество: 100 экз.
Цена указана по договорённой цене.
Заказ: 174
Адрес редакции: Термезский район, «Янгиабад» МФМ, улица Ат-Термизи, дом 1-А.
Отпечатано в типографии «ТерГУ».
Адрес типографии: город Термез,улица А.Навоий, дом 42.

ISSN: 3060-4761

Founder:
Termiz State Pedagogical Institute

SCIENTIFIC BULLETIN OF TERMEZ STATE PEDAGOGICAL INSTITUTE

SCIENTIFIC-METHODICAL JOURNAL

The magazine is published in printed and electronic form (in Uzbek, Russian, English) in one year.

Registered by the Information and Mass Communications Agency under the Presidential Administration of the Republic of Uzbekistan with certificate No. 303723 dated June 6, 2024.

The authors are responsible for the accuracy of the sources, excerpts, content and information used in the texts. When copying from a journal, the source must be noted.

Permission to print: 12.03.2026
Paper size: 70x85
Printing plate: 26.25
Offset printing.
Offset paper.
Quantity: 100 copies
Price at the agreed price.
Order: 174
Editorial address: Termez district, «Yangiabad» MCK, At-Termiziy street, 1-A.
Printed at the "TerSU printing house". Address: Termez city, A.Navoiy street, 42.

THE EDITOR-IN-CHIEF:
Xasanov Azizbek, Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Professor

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF:
Kuldasheva Shakhnoza, Doctor of Chemical Sciences (DSc), Professor

TECHNICAL EDITOR:
Qurbanov Abdimalik, Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences

RESPONSIBLE SECRETARY:
Turaev Ruziboy, Doctor of Philosophy (PhD) in Pedagogical Sciences

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD:
Bernd Müller-Jacquier, Doctor of Philological Sciences, Professor (Germany)
Ponomaryova Lyudmila, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia)
Gerasyov Aleksandr, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Russia)
Buligina Yelena, Doctor of Philological Sciences, Professor (Russia)
Eshmetov Izzat, Doctor of Technical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Abdikamalova Aziza, Doctor of Chemical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Salikhanova Dilnoza, Doctor of Technical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Jumaeva Dilnoza, Doctor of Technical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Sagdullayeva Dilafruz, Doctor of Technical Sciences, Professor (Uzbekistan)
To'ramuratov Ulug'bek, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Norbo'tayev Xo'shboq, Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Prof. (Uzbekistan)
To'rayev Rasul, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Prof. (Uzbekistan)
Shamuratova Nagima, Doctor of Agricultural Sciences (DSc), Prof. (Uzbekistan)
Saidov Chorikhon, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Prof. (Uzbekistan)
Bozorov Lutfulla, Doctor of Technical Sciences (DSc), (Uzbekistan)
Mahmudov Yusup, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Khudoyqulov Khol, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Parda Alimov, Candidate of Philological Sciences, Professor (Uzbekistan)
Xoliqnazarov Begali, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, (Uzbekistan)
Qodirov Baxtiyor, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Tojiyev Panji, Doctor of Technical Sciences (DSc), Associate Professor (Uzbekistan)
Qosimov Shavkat, PhD, Professor (Uzbekistan)
Saidakhmatov Sharifbek, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Khudoyberdiyev Shuxrat, PhD (Uzbekistan)
Umarov Aziz, PhD (Uzbekistan)
Abduraxmonov Eldor, Doctor of Chemical Sciences, Professor (Uzbekistan)
Shabbazova Dilfuza, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Nuritdinova Khurshida, PhD (Uzbekistan)
Quvvatova Mohira, PhD (Uzbekistan)
Mardonova Lobar, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Nurmatov Norqobil, Doctor of Agricultural Sciences (DSc), Profess. (Uzbekistan)
Ismailov Botir, PhD (Uzbekistan)
Sattorov Sardor, PhD (Uzbekistan)
Allamuradov Anvar, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Kabilova Sayyora, PhD, (Uzbekistan)
Ismailov Murodulla, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Eshmuradov Olmosbek, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Isayev Oybek, PhD (Uzbekistan)
Norliyev Rustam, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor (Uzbekistan)
Berdiyeva Muhabbat, PhD, Professor (Uzbekistan)
Shirnazarova Zamira, PhD, Associate Professor (Uzbekistan)
Narbasheva Mexri, Candidate of Psychological Sciences, Professor (Uzbekistan)
Kuzimurotova Dinara, Editor, Editorial-Publishing Department (Uzbekistan)

ISSN: 3060-4761
TerDPI ILMIY XABARNOMASI / SCIENTIFIC BULLETIN OF THE TerSPI / НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТерГПИ

UDK: 541.183:536.658
ORCID 0000-0001-5562-4564

I.A.KARIMOV
Termiz davlat pedagogika instituti tayanch doktaranti
SH.A KULDASHEVA,
kimyo fanlari doktori (DsC), professor
E.B.ABDURAXMONOV
TerDPI o'qituvchisi kimyo fanlari doktori (DSc).
O.T.PARDAYEV
Toshkent davlat Tibiyot uneversiteti Termiz filiali o'qituvchisi(PhD)
islomkarimov9304@gmail

TABIIY GIL MINERALLARI ASOSIDA NANOG'OVAKLI MATERIALLARNI SINTEZ QILISH VA ULARNING FIZIK-KIMYOVIY HAMDA STRUKTURAVIY XOSSALARINI TADQIQ ETISH

ANNOTATSIYA: Ushbu bobda turli xil gil minerallari asosida nanog'ovakli materiallarni sintez qilish usullari, ularning hosil bo'lish mexanizmlari hamda fizik-kimyoviy xossalari tahlil qilingan. Nanog'ovakli materiallar selektiv eritish usuli yordamida olinib, bunda gil minerallarining qatlamli kristall tuzilishi va tarkibiy komponentlarining turli eruvchanlik darajasidan samarali foydalaniladi. Gil minerallarining 1:1 va 2:1 tipdagi qatlamli silikat tuzilmalari hamda amorf fazalari nanog'ovakli tuzilmalarni shakllantirish uchun muhim strukturaviy asos bo'lib xizmat qiladi. Tadqiqotlarda selektiv eritish jarayonining harorat, muhit kislotaliligi va dastlabki aktivatsiya sharoitlariga bog'liqligi o'rganilgan. Aniqlanishicha, minerallarni oldindan amorf holatga o'tkazish selektiv eritish samaradorligini oshirib, yuqori solishtirma sirt maydoni va rivojlangan g'ovak tuzilishga ega materiallar hosil bo'lishiga imkon yaratadi. Olingan natijalar turli gil minerallari asosida sintez qilingan nanog'ovakli materiallarning strukturaviy va adsorbsion xossalari boshlang'ich mineralning kristall tuzilishi hamda kimyoviy tarkibiga bevosita bog'liq ekanligini ko'rsatdi. Ushbu materiallar adsorbentlar, katalizator tashuvchilar va funksional nanomateriallar sifatida qo'llash uchun istiqbolli xususiyatlarga ega.

KALIT SO'ZLAR: *tabiiy gil minerallari, nanog'ovakli materiallar, qatlamli silikatlar, selektiv eritish, kalsinatsiya, termik aktivatsiya, g'ovak tuzilma, solishtirma sirt maydoni, adsorbsiya, fizik-kimyoviy xossalar.*

СИНТЕЗ НАНОПОРОХОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ И ИЗУЧЕНИЕ ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ

АННОТАЦИЯ: В этой главе рассматриваются последние научные работы, проведенные нашей исследовательской группой по получению и характеристике нанопористых материалов на основе различных глинистых минералов методом селективного плавления. Эти нанопористые материалы синтезируются с использованием уникальной кристаллической структуры слоистых силикатных минералов. В зависимости от периодичности слоистой структуры глинистые минералы делятся на несколько основных групп: тип 1:1 (каолинит, антигорит и др.), тип 2:1 (монтмориллонит, вермикулит, пирофиллит, тальк и др.) и минералы с аморфной структурой (например, аллофан и др.). Различные комбинации тетраэдрических слоев Si_2O_5 и октаэдрических слоев $Al_2(OH)_4$ или $Mg_2(OH)_4$ в этих минералах приводят к формированию сложных и уникальных кристаллических архитектур. Нанопористые материалы в основном получают простым методом селективного плавления. Этот процесс использует различия в растворимости глинистых компонентов при разных значениях pH для селективного растворения определенных компонентов, что приводит к образованию пористой структуры. Процесс селективного растворения обычно проводится при умеренных температурах (80–90 °C). Получение нанопористых материалов из глинистых минералов позволяет контролировать размер и морфологию пор. Во многих случаях предварительная активация глинистых минералов повышает эффективность процесса селективного растворения. Однако некоторые минералы, такие как вермикулит, также могут быть обработаны непосредственно кислотой. В результате получается пористый диоксид кремния с высокой удельной поверхностью. Для сравнения, материалы на основе талька, как сообщается, имеют самую низкую удельную поверхность.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *нанопористые материалы, глинистые минералы, прокаливание (термическая обработка), механическое измельчение, селективное плавление, свойства пористой структуры*

SYNTHESIS OF NANOPORROSE MATERIALS BASED ON NATURAL CLAY MINERALS AND STUDY OF THEIR PHYSICOCHEMICAL AND STRUCTURAL PROPERTIES

ABSTRACT. This chapter reviews the recent scientific work carried out by our research group on the preparation and characterization of nanoporous materials based on various clay minerals by selective melting. These nanoporous materials are synthesized by effectively utilizing the unique crystal lattice structure of layered silicate minerals.

According to the periodicity of the layer structure, clay minerals are divided into several main groups: 1:1 type (kaolinite, antigorite, etc.), 2:1 type (montmorillonite, vermiculite, pyrophyllite, talc, etc.) and minerals with an amorphous structure (e.g. allophane, etc.). Various combinations of tetrahedral Si_2O_5 and octahedral $Al_2(OH)_4$ or $Mg_2(OH)_4$ layers in these minerals lead to the formation of complex and unique crystal architectures. Nanoporous materials are mainly obtained by a simple selective melting method. This process exploits the differences in solubility of clay components at different pH conditions to selectively dissolve certain components, resulting in a porous structure. The selective dissolution process is usually carried out at moderate temperatures (80–90°C).

The preparation of nanoporous materials from clay minerals allows for control of the size and morphology of the pores. In many cases, pre-activation of clay minerals increases the efficiency of the selective dissolution process. However, some minerals, such as vermiculite, can also be processed directly by acid treatment. The result is porous silica with a high specific surface area. In comparison, talc-based materials have been reported to have the lowest surface area (~15 m^2/g).

KEYWORDS: nanoporous materials, clay minerals, calcination (thermal treatment), mechanical grinding, selective melting, pore structure properties

KIRISH. G'ovakli materiallar zamonaviy materialshunoslik va kataliz sohalarida keng qo'llanilib, ular asosan katalizatorlar, katalizator tayanchlari, filtr membranalari, ion almashinuvchilari, adsorbentlar hamda namlikni tartibga soluvchi vositalar sifatida xizmat qiladi [1]. Ushbu materiallarning funksional xususiyatlari ularning sirt kimyosi (gidrofil yoki gidrofob tabiati) hamda geometrik parametrlari, jumladan g'ovak o'lchami, shakli, solishtirma sirt maydoni va g'ovak hajmi bilan bevosita bog'liqdir.Xalqaro Sof va Amaliy Kimyo Ittifoqi (IUPAC) tavsiyasiga ko'ra, g'ovaklar o'lchamiga qarab uch asosiy toifaga ajratiladi [2]:

mikrog'ovaklar (< 2 nm),
mezog'ovaklar (2–50 nm),
makrog'ovaklar (> 50 nm).

Mikrog'ovakli materiallarga seolitlar va faollashtirilgan uglerodlar misol bo'lsa, turli kserogellar hamda mezog'ovakli materiallar odatda organik shablonlar yordamida sintez qilinadi. Katta g'ovak o'lchamiga ega materiallar, jumladan keramik membranalar, asalari uyasi strukturalari, ko'pikli keramika va turli filtrlar makrog'ovakli materiallar sifatida tasniflanadi. Shuni ta'kidlash lozimki, ushbu bobda "mezog'ovak" atamasi o'rniga "nanog'ovak" atamasi qo'llaniladi.Umuman olganda, g'ovakli materiallarni olishning ikkita asosiy yondashuvi mavjud [1,3]:

(I) yig'ish (sintez) usuli — bunda materiallar boshlang'ich reagentlardan bevosita sintez qilinadi;

(II) sintezdan keyingi qayta ishlash yoki selektiv eritish usuli — bunda tayyor material tarkibidagi ayrim komponentlar olib tashlanadi.

Birinchi yondashuv gel tizimlari, γ-Al_2O_3, seolitlar va ustunli gil materiallarini sintez qilishda qo'llaniladi. Ikkinchi yondashuv esa gil minerallari asosida faollashtirilgan uglerod, kremniy dioksid (SiO_2) hamda γ-Al_2O_3 kabi g'ovak materiallarni olishda keng qo'llaniladi.Gil minerallari g'ovak materiallar olishda ham sintez, ham selektiv eritish usullari uchun muhim xomashyo hisoblanadi. Ular gidratlangan alyuminosilikatlar yoki magniy silikatlari bo'lib, qatlamli kristall tuzilishga ega. Ushbu qatlamli tuzilma ularni g'ovak materiallar sintezida tabiiy shablon sifatida qo'llash imkonini beradi.

Tarixiy jihatdan, ustunli gidroksil-alyuminiy bilan modifikatsiyalangan beidellit sintezi 1977-yilda birinchi marta qayd etilgan [4]. Keyinchalik selektiv eritish yoki kislota bilan faollashtirilgan gil minerallari dastlab oqartiruvchi tuproq sifatida qo'llanilgan bo'lsa [5], vaqt o'tishi bilan ular asosida g'ovak kremniy [6] va mezog'ovakli γ-Al_2O_3 [7] kabi yuqori qiymatli materiallar olish yo'lga qo'yilgan.

Gil minerallari katalizator sifatida qo'llanganda ularning kislotalilik darajasi muhim parametr hisoblanadi. Shu bilan birga, olingan g'ovak kremniy va alyuminiy oksidlarining solishtirma sirt maydoni, g'ovak shakli hamda sirt kimyoviy xususiyatlari ularning amaliy qo'llanilish samaradorligini belgilovchi asosiy omillardir.Ushbu bobda gil minerallarining qatlamli kristall panjara tuzilishidan foydalanish orqali nanog'ovakli materiallar olish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarimiz ilmiy jihatdan tahlil qilinadi.

Tadqiqot metodikasi: Tadqiqotda asosiy xomashyo sifatida montmorillonitga boy tabiiy bentonit gilidan foydalanildi. Dastlab gil namunasi mexanik aralashmalardan tozalandi, quritildi va laboratoriya maydalagichida maydalanib, 0,1 mm dan kichik fraksiyaga elandi. Tayyorlangan namuna 105 °C haroratda 4 soat davomida quritilib, doimiy massa holatiga keltirildi.Nanog'ovakli materiallar selektiv eritish usuli yordamida olindi. Mazkur usul gil minerali tarkibidagi alumiiy yoki kremniy komponentlarini maqsadli ravishda eritmaga o'tkazishga asoslangan. Jarayon ikki bosqichda amalga oshirildi:

Ishqoriy ishlov berish orqali nanog'ovakli SiO_2 olish.

5 g quritilgan bentonit namunasi 100 ml hajmdagi 3 M NaOH eritmasiga solindi. Suspenziya magnit aralashtirgich yordamida 90–95 °C da 6 soat davomida aralashtirildi. Ushbu sharoitda mineral tarkibidagi alyuminiyli komponentlarning bir qismi eritmaga o'tib, kremniy skeleti saqlanib qoldi.

Jarayon yakunlangach suspenziya vakuum filtrlash orqali ajratildi va qoldiq distillangan suv bilan pH≈7 ga qadar yuvildi. Olingan mahsulot 105 °C da quritildi va keyinchalik 500 °C da 3 soat davomida termik ishlov berildi. Natijada rivojlangan g'ovak tuzilishga ega nanog'ovakli kremniy oksidi hosil qilindi.

Kislotali ishlov berish orqali nanog'ovakli Al_2O_3 olish.

Ikkinchi bosqichda 5 g bentonit namunasi 100 ml hajmdagi 4 M HCl eritmasida 80 °C da 5 soat davomida ishlov berildi. Jarayon davomida tetraedral qatlamdagi kremniy birikmalarining qisman eritmaga o'tishi hamda oktaedral qatlamning qayta tashkil topishi kuzatildi.Reaksiya tugagach mahsulot filtrlanib, xlorid ionlari to'liq yo'qolguncha distillangan suv bilan yuvildi. Namuna 110 °C da quritildi va 550–600 °C haroratda 4 soat davomida kalsinatsiya qilindi. Kalsinatsiya natijasida γ-Al_2O_3 fazasi shakllanib, nanog'ovakli alyuminiy oksidi olindi.

Adabiyotlar tahlili:Nanog'ovakli materiallar sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalarini boshqarish zamonaviy materialshunoslik, kataliz va adsorbsiya texnologiyalarining dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda tabiiy gil minerallari asosida yuqori solishtirma sirt maydoniga ega bo'lgan g'ovakli materiallar olish bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan.

Okada va MacKenzie [1] tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda mineral va organik shablonlardan foydalanib nanog'ovakli materiallar sintez qilishning nazariy asoslari ishlab chiqilgan. Mualliflar tabiiy aluminosilikatlarning qatlamli tuzilishi g'ovakli materiallar hosil qilish uchun tabiiy matrisa vazifasini bajarishini ko'rsatganlar. Ularning fikricha, gil minerallarining kristall panjarasi selektiv kimyoviy ishlov berish natijasida yuqori g'ovaklilikka ega bo'lgan kremniy va alyuminiy oksidlarini olish imkonini beradi.G'ovakli materiallarning tasnifi va ularning strukturaviy parametrlarini aniqlash bo'yicha fundamental

tadqiqotlar Sing va hammualliflar [2] tomonidan amalga oshirilgan. Ular tomonidan ishlab chiqilgan IUPAC tasnifiga ko'ra g'ovaklar mikrog'ovak (<2 nm), mezog'ovak (2–50 nm) va makrog'ovak (>50 nm) turlariga ajratilgan. Mazkur tasnif hozirgi kunda g'ovakli materiallar sohasidagi barcha ilmiy tadqiqotlarda asosiy standart sifatida qo'llaniladi. Groen va hammualliflar [3] modifikatsiyalangan mikro va mezog'ovakli materiallarning g'ovak o'lchamlarini aniqlash usullarini tadqiq qilganlar. Tadqiqotchilar gaz adsorbsiyasi ma'lumotlarini tahlil qilishda yuzaga keladigan xatoliklar va cheklovlarni ko'rsatib berishgan. Ularning ishlarida BET va BJH usullarining afzalliklari hamda kamchiliklari batafsil yoritilgan bo'lib, bu usullar hozirgi vaqtda nanog'ovakli materiallarning teksturaviy tavsiflarini aniqlashda keng qo'llanilmoqda.Gil minerallarini ustunli strukturalarga aylantirish bo'yicha dastlabki tadqiqotlar Brindley va Sempels [4] tomonidan amalga oshirilgan. Ular birinchi marta gidroksialyuminiy bilan modifikatsiyalangan beydellitni sintez qilgan va natijada qatlamlararo masofaning ortishini hamda yangi g'ovak tizimining shakllanishini aniqlaganlar. Ushbu ish keyinchalik ustunli gil materiallari (pillared clays) sintezi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar uchun asos bo'lib xizmat qilgan.Gil minerallarining kislota bilan faollashtirilishi va adsorbsion xossalarini o'rganish bo'yicha Mokaya va hammualliflar [5] tomonidan muhim tadqiqotlar olib borilgan. Mualliflar xlorofill molekulalarining kislota bilan faollashtirilgan gil minerallari yuzasida adsorbsiyalanish mexanizmini o'rganib, kislota ishlovi natijasida sirt maydoni va adsorbsion markazlar sonining ortishini ko'rsatganlar. Bu natijalar gil minerallarining oqartiruvchi tuproq va adsorbent sifatidagi qo'llanilishini ilmiy asoslashga xizmat qilgan.

Gil minerallari asosida g'ovakli kremniy olish bo'yicha muhim natijalar Okada va hammualliflar [6] tomonidan olingan. Ular metakaolinitni selektiv eritish usuli bilan qayta ishlash orqali yuqori sirt maydoniga ega mikrog'ovakli SiO_2 sintez qilganlar. Tadqiqot natijalari ishqoriy eritmalar yordamida alyuminiy komponentlarini selektiv ravishda chiqarib tashlash orqali rivojlangan g'ovak struktura hosil qilish mumkinligini ko'rsatgan.Okada va hammualliflar [7] tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda selektiv eritish usuli yordamida mezog'ovakli γ-Al_2O_3 olishning yangi texnologiyasi ishlab chiqilgan. Mualliflar kislotali ishlov va keyingi termik ishlov berish natijasida yuqori solishtirma sirt maydoni hamda yaxshi rivojlangan g'ovak tizimiga ega γ-Al_2O_3 hosil bo'lishini aniqlaganlar. Olingan materiallar katalizator tayanchlari sifatida yuqori samaradorlik ko'rsatgan.Gil minerallarining sirt xossalarini o'rganishda Theng va hammualliflar [8] ning ishlari alohida ahamiyatga ega. Ular allofan, galoyzit va imogolit minerallarining sirt xossalari, gidrofilligi hamda adsorbsion faolligini tadqiq qilganlar. Tadqiqot natijalari amorf aluminosilikatlarning yuqori reaktivligi va nanog'ovakli materiallar sintezi uchun istiqbolli xomashyo ekanligini ko'rsatgan.

Saito [9] γ-Al_2O_3 ning g'ovak xossalari va termik barqarorligini chuqur tadqiq qilgan. Muallif γ-Al_2O_3 ning sirt maydoni, g'ovak hajmi va termik ishlov harorati orasidagi bog'liqlikni aniqlagan hamda yuqori haroratlarda g'ovak strukturaning qisman yemirilishini ko'rsatgan. Ushbu natijalar alyuminiy oksidli adsorbent va katalizatorlar ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.Keyingi tadqiqotlarda Okada va hammualliflar [10] selektiv eritish usuli bilan olingan γ-Al_2O_3 ning suv bug'ini adsorbsiyalash xossalarini o'rganganlar. Tadqiqot natijalari g'ovak strukturaning rivojlanganligi materialning namlikni yutish qobiliyatini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatgan. Bu esa olingan materiallarning adsorbent va qurituvchi vosita sifatida qo'llanish istiqbollarini ochib bergan.Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, gil minerallari asosida nanog'ovakli materiallar sintezi bo'yicha qator fundamental va amaliy tadqiqotlar amalga oshirilgan bo'lsa-da, tabiiy bentonitlarning mahalliy xomashyo sifatidagi imkoniyatlari, selektiv eritish sharoitlarining ta'siri hamda olingan nanog'ovakli SiO_2 va γ-Al_2O_3 materiallarining fizik-kimyoviy xossalarini kompleks tadqiq qilish masalalari hali ham dolzarb bo'lib qolmoqda. Shu sababli bentonit asosida nanog'ovakli materiallar sintez qilish, ularning strukturaviy parametrlari, sirt xossalari va adsorbsion imkoniyatlarini o'rganish ushbu tadqiqot ishining asosiy ilmiy yo'nalishini tashkil etadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Gil minerallarining tuzilishi.

Gil minerallari kristall-kimyoviy tuzilishiga ko'ra 1:1 tipdagi qatlamli silikatlar (kaolinit, antigorit va boshqalar), 2:1 tipdagi qatlamli silikatlar (montmorillonit, vermikulit, pirofillit, talk va boshqalar), shuningdek amorf tuzilishga ega minerallar (allofan va boshqalar) guruhlariga ajratiladi. Ushbu minerallarning kristall panjarasi tetraedral kremniy-kislorod qatlamlari (Si_2O_5) hamda oktaedral alyuminiy yoki magniy gidroksid qatlamlarining turli kombinatsiyalaridan tashkil topgan bo'lib, bu holat ularning strukturaviy va fizik-kimyoviy xususiyatlarining xilma-xilligini ta'minlaydi.

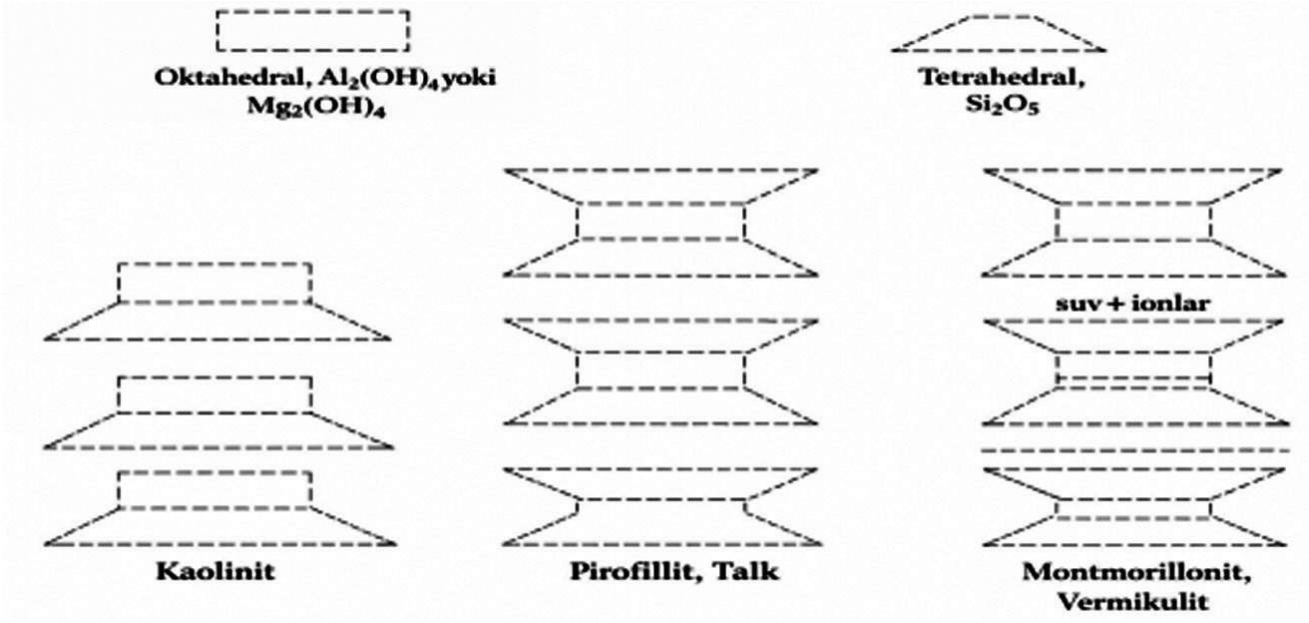
Kaolinit 1:1 tipdagi qatlamli silikatlar guruhining eng muhim vakillaridan biri hisoblanadi. Uning kristall tuzilishi bitta tetraedral kremniy-kislorod qatlami va bitta oktaedral alyuminiy gidroksid qatlamining muntazam almashinib joylashishidan iborat. Qatlamlar orasidagi bazal masofa taxminan 0,72 nm ni tashkil etadi. Kaolinitda izomorf almashinish hodisasi deyarli kuzatilmaganligi sababli qatlamlararo ortiqcha zaryad hosil bo'lmaydi. Natijada qatlamlararo fazoda kompensatsiyalovchi kationlar mavjud bo'lmaydi va mineral nisbatan barqaror kristall tuzilishga ega bo'ladi.

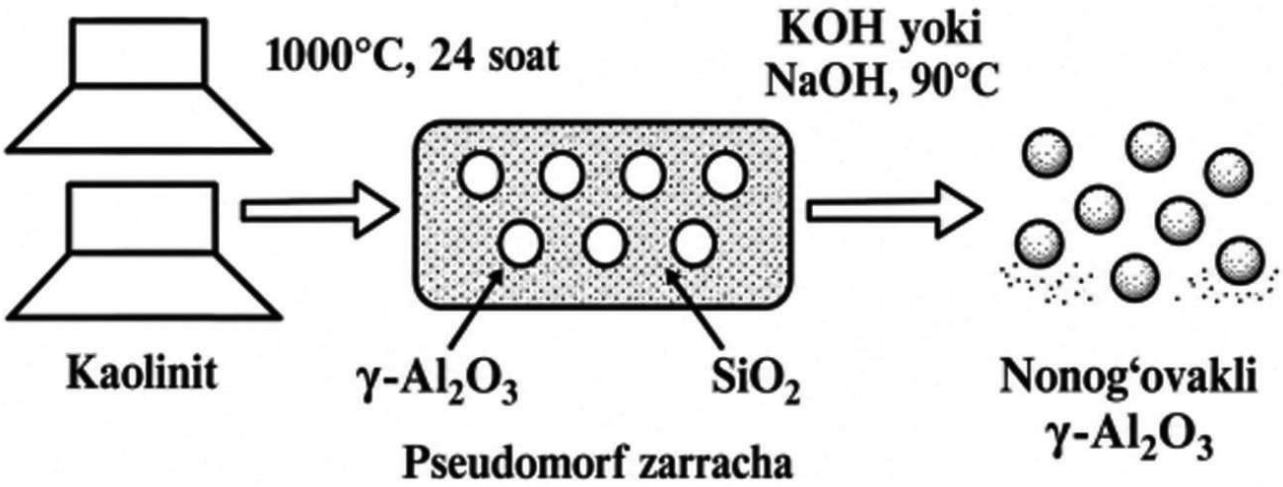
2:1 tipdagi gil minerallari esa ikki tetraedral qatlam va ular orasida joylashgan bitta oktaedral qatlamdan tashkil topgan. Ushbu guruhga mansub montmorillonit va vermikulit minerallari qatlamlararo fazoda almashinuvchi kationlar hamda suv molekulalarini saqlash qobiliyati bilan tavsiflanadi. Shu sababli ular yuqori ion-almashinish sig'imi, shishish xususiyati va adsorbsion faollikka ega bo'lib, turli

ISSN: 3060-4761
TerDPI ILMIY XABARNOMASI / SCIENTIFIC BULLETIN OF THE TerSPI / НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК ТерГПИ

funksional materiallar olish uchun istiqbolli xomashyo hisoblanadi [8].

Shunday qilib, gil minerallarining kristall tuzilishi, qatlamlararo fazoning mavjudligi va izomorf almashinish darajasi ularning fizik-kimyoviy xossalarini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi. 1-rasmda 1:1 va 2:1 tipdagi gil minerallarining soddalashtirilgan sxematik tuzilmalari keltirilgan.





2-rasm. Selektiv ishqoriy eritish usuli yordamida nanog'ovakli γ-Al_2O_3 hosil bo'lishining sxematik tasviri

Montmorillonit 2:1 tipdagi qatlamli silikatlar guruhiga mansub bo'lib, uning kristall tuzilishi ikki tetraedral kremniy-kislorod qatlami orasida joylashgan bitta oktaedral alyuminiy gidroksid qatlamidan tashkil topgan[9]. Bunday uch qatlamli struktura mineralga yuqori adsorbsion faollik va ion-almashinish xususiyatlarini beradi. Montmorillonit tuzilishida oktaedral qatlamdagi Al^{3+} ionlarining Mg^{2+} ionlari bilan izomorf almashinishi natijasida qatlamlarda manfiy zaryad yuzaga keladi. Hosil bo'lgan zaryad qatlamlararo fazoda joylashgan Na^+, Ca^{2+} va boshqa almashinuvchi kationlar tomonidan kompensatsiyalanadi. Ayrim hollarda tetraedral qatlamdagi Si^{4+} ionlarining Al^{3+} ionlari bilan qisman almashinishi ham kuzatiladi va bu jarayonda ham zaryad muvozanati qatlamlararo kationlar hisobiga ta'minlanadi.

Pirofillit va talk kabi 2:1 tipdagi minerallarda izomorf almashinish darajasi juda past bo'lib, ular amalda qatlamlararo kompensatsiyalovchi kationlarni saqlamaydi. Shu sababli ushbu minerallar nisbatan neytral qatlam tuzilishi bilan tavsiflanadi. Allofan esa aniq kristall panjaraga ega bo'lmagan rentgen-amorf aluminosilikat mineral bo'lib, odatda diametri 3,5–5 nm bo'lgan tartibsiz

sferik zarrachalardan tashkil topadi[10].

Gil minerallarining strukturaviy xususiyatlari ulardan nanog'ovakli materiallar olish imkonini yaratadi. Xususan, tetraedral yoki oktaedral qatlam komponentlarini qatlam tuzilishini sezilarli darajada buzmasdan selektiv ravishda eritmaga o'tkazish natijasida mos ravishda g'ovakli kremniy (SiO_2) yoki g'ovakli alyuminiy oksidi (Al_2O_3) hosil bo'ladi. Mazkur jarayon selektiv eritish deb ataladi va uning asosini mineral tarkibidagi komponentlarning turli pH muhitlarida eruvchanlik darajasidagi farqlar hamda kristall va amorf fazalarning erish kinetikasidagi tafovutlar tashkil etadi. Natijada yuqori solishtirma sirt maydoni va rivojlangan g'ovak tuzilishga ega nanog'ovakli materiallar sintez qilinadi.

XULOSA: Ushbu tadqiqotda tabiiy gil minerallari asosida nanog'ovakli materiallarni sintez qilishning ilmiy asoslari hamda ularning fizik-kimyoviy va strukturaviy xossalari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari gil minerallarining qatlamli kristall tuzilishi nanog'ovakli materiallar hosil qilish uchun samarali tabiiy matritsa vazifasini bajarishini ko'rsatdi. Kaolinit, montmorillonit, vermikulit, pirofillit va allofan kabi minerallarning kristall-kimyoviy xususiyatlari selektiv eritish jarayonida rivojlangan g'ovak tuzilmalarning shakllanishiga imkon yaratishi aniqlandi.

Selektiv eritish usulining g'ovakli kremniy (SiO_2) va nanog'ovakli γ-Al_2O_3 materiallarini olishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi tasdiqlandi. Jarayon samaradorligi mineralning tarkibi, kristall tuzilishi, eritish muhitining pH qiymati hamda dastlabki termik va mexanik aktivatsiya sharoitlariga bevosita bog'liq ekanligi aniqlandi. Minerallarning amorflanish darajasining ortishi selektiv eritish kinetikasini tezlashtirib, yuqori solishtirma sirt maydoniga ega g'ovakli materiallar hosil bo'lishini ta'minlaydi.Tadqiqot natijalari montmorillonit va vermikulit kabi 2:1 tipdagi gil minerallarining yuqori ion-almashinish sig'imi va adsorbsion faolligi sababli nanog'ovakli materiallar sintezi uchun istiqbolli xomashyo ekanligini ko'rsatdi. Shu bilan birga, talk asosida olingan materiallarning solishtirma sirt maydoni boshqa gil minerallariga nisbatan past qiymatlarga ega ekanligi aniqlandi.

Olingan nanog'ovakli materiallar rivojlangan g'ovak tuzilishi, yuqori solishtirma sirt maydoni va barqaror fizik-kimyoviy xossalari bilan ajralib turadi. Mazkur materiallardan kataliz, adsorbsiya, ion-almashinish jarayonlari, membrana texnologiyalari hamda ekologik tozalash tizimlarida samarali foydalanish mumkin. Shuning uchun tabiiy gil minerallari asosida nanog'ovakli materiallar yaratish va ularning xossalarini boshqarishga qaratilgan tadqiqotlar zamonaviy materialshunoslik, nanokimyo va funksional materiallar kimyosining muhim va istiqbolli yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Okada, K. & MacKenzie, K. J. D. (2006). Nanoporous materials from mineral band organic templates, in Nanomaterials from research to applications, edited by In: H., Hosono, Y., Mishima, H., Takezoe, K. J. D., MacKenzie, 349-382, Elsevier, San-Diego, (2006)

2. Sing, K. S. W., Everett, D. H., Haul, R. A. W., Moscou, L., Pietotti, R. P., Rouquerol, J. & Siemieniewska, T. (1985). Reporting physisorption data for gas/solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity, Pure & Appl. Chem., 57, 603-619. 230 J. Temuujin, K.J.D. MacKenzie, Ts. Jadambaa et al.

3. Groen, J. C., Peffer, L. A. A. & Perez-Ramirez, J. (2003). Pore size determination in modified micro- and mesoporous materials. Pitfalls and limitations in gas adsorption data analysis, Micropor. Mesopor. Mater., 60, 1-17.

4. Brindley, G. W. & Sempels, R. E. (1977). Preparation and properties of some hydroxylaluminium beidellites, 12, 229-237.

5. Mokaya, R., Jones, W., Davies, M. E. & Whittle, M. E. (1994). The mechanism of chlorophyll adsorption on-acid activated clays, J.Solid State Chem., 111, 157-163.

6. Okada, K., Shimai, A., Takei, T., Hayashi, S., Yasumori, A. & MacKenzie, K. J. D. (1998). Preparation of microporous silica from metakaolinite by selective leaching method, Microporous Mesoporous Mater., 21,289-296.

7. Okada, K., Kawashima, H., Saito, Y., Hayashi, S. & Yasumori, A. (1995). A new preparation method of mesoporous y-alumina. J.Mater. Chem., 5, 1241-1245.

8. Theng, B. K. G., Russell, M., Churchman, G. J. & Parfitt, R. L. (1982). Surface properties of allophone, halloysite and imogolite, Clays and Clay Miner., 30, 143-149.

9. Saito, Y. (1997). Porous properties and thermal stability of y-Alumina. PhD thesis. Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan

10.Okada, K., Saito, Y., Hiroki, M., Tomita, T. & Tomura, S. (1997). Water vapor sorption on mesoporous gamma-alumina prepared by the selective leaching method J. Por.Mater., 4, 253-257.