ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 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.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

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

MAHALLIY ALYUMINOSILIKAT XOMASHYOLARINI KISLOTA BILAN PARCHALASH ORQALI ALYUMINIY OKSIDINING OLINISHSH JARAYONINI O‘RGANISH

I.A. Olimjanov
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
M.E. Kenjayev
Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Annotatsiya. Mahalliy alyuminosilikat xomashyolar alyuminiy tuzlari, koagulyantlar va alyuminiy oksid (Al_2O_3) ishlab chiqarishda istiqbolli alternativ manba hisoblanadi. Mazkur ishda kaolin tipidagi xomashyoni termik faollashtirish va keyinchalik kislota bilan parchalash asosidagi texnologik yo‘l o‘rganildi; asosiy e’tibor “Chilpig‘ tog‘” kaolinlaridan alyuminiy nitrat eritmalarini olish uchun nitrat kislotali yuvishga qaratildi. Natijalar alyuminiy silikatlarni xlorid kislota bilan yuvib alyuminiy xlorid/polixlorid koagulyantlar olish yo‘nalishi bilan ham bog‘lab tahlil qilindi. Kuydirish (faollashtirish) bosqichining ahamiyati Angren kaolinlari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar hamda suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasi haqidagi klassik ma’lumotlar bilan asoslandi. Adabiyotlar bo‘yicha taqqoslashda kaolindan alyuminiy ajratib olishning gidrometallurgik usullari, suvsizlantrilgan aluminniy oksidli chiqindilarni HCl bilan yuvish va past navli alyuminiy rudalarini kislota bilan parchalashdagi mineralogik omillar keltirildi. Umumiy tendensiya sifatida alyuminiy ajralishi dastlab tez ortib, keyinchalik sekinlashib to‘yinish holatiga yaqinlashishi jarayonning amaliy parametrlarini tanlashga asos bo‘ldi.

Kalit so‘zlar: alyuminiy silikatlar, kaolin, termik faollashtirish, metakaolin, nitrat kislota, alyuminiy nitrat, aluminniy oksid, alyuminiy xlorid, polixlorid (PAC).

Аннотация. Местные алюмосиликатные виды сырья рассматриваются как перспективный альтернативный источник для получения солей алюминия, коагулянтов и оксида алюминия (Al_2O_3). В данной работе изучен технологический подход, основанный на термической активации каолинового сырья и последующем кислотном разложении; основное внимание уделено азотнокислотному выщелачиванию каолинов месторождения “Chilpig‘ tog‘” с целью получения растворов нитрата алюминия. Полученные результаты также проанализированы в контексте направления выщелачивания алюмосиликатов соляной кислотой для получения хлорида алюминия и полихлоридных коагулянтов (PAC). Значимость стадии обжига (активации) обоснована как исследованиями по каолинам Ангренского месторождения, так и классическими данными о кинетике выщелачивания прокалённого каолина в различных кислотах. В

ISSN 3030-3907

рамках сопоставления с литературными источниками рассмотрены гидрометаллургические методы извлечения алюминия из каолина, выщелачивание прокалённых алюмооксидсодержащих отходов соляной кислотой, а также влияние минералогических факторов при кислотном разложении низкосортных алюминиевых руд. В качестве общей тенденции установлено, что извлечение алюминия характеризуется быстрым ростом на начальной стадии процесса с последующим замедлением и приближением к состоянию насыщения, что служит основой для выбора рациональных технологических параметров.

Ключевые слова: алюмосиликаты, каолин, термическая активация, метакаолин, азотная кислота, нитрат алюминия, оксид алюминия (Al_2O_3), хлорид алюминия, полихлорид (ПАХ).

Abstract. Local aluminosilicate raw materials are considered a promising alternative feedstock for producing aluminum salts, coagulants, and alumina (Al_2O_3). This study investigates a process route based on thermal activation of kaolin-type material followed by acid decomposition, with a primary focus on nitric acid leaching of kaolin from the “Chilpig‘ tog‘” deposit to obtain aluminum nitrate solutions. The results are also interpreted in relation to hydrochloric acid leaching of aluminosilicates aimed at producing aluminum chloride and polyaluminum chloride (PAC) coagulants. The importance of the roasting (activation) step is supported by studies on Angren kaolins as well as classical literature on the leaching kinetics of calcined kaolin in various acids. A comparative literature assessment covers hydrometallurgical approaches for aluminum recovery from kaolin, hydrochloric acid leaching of calcined alumina-bearing wastes, and the role of mineralogical factors in acid treatment of low-grade aluminum ores. Overall, aluminum extraction is shown to increase rapidly at the initial stage and then gradually slow down as it approaches a quasi-saturation regime, providing a basis for selecting practical process parameters.

Keywords: aluminosilicates, kaolin, thermal activation, metakaolin, nitric acid, aluminum nitrate, alumina (Al_2O_3), aluminum chloride, polyaluminum chloride (PAC).

1. KIRISH.

Alyuminiy asosidagi mahsulotlarga (alyuminiy tuzlari, koagulyantlar, alyuminiy oksidlariga) bo‘lgan talab ortib borayotgani mahalliy xomashyolardan foydalanishga asoslangan texnologiyalarni rivojlantirishni talab qiladi. Kaolin tarkibida Al_2O_3 mavjud bo‘lgan keng tarqalgan alyuminiy silikatlar bo‘lib, ularni termik faollashtirish va kislota bilan yuvish orqali alyuminiyli eritmalar hamda qattiq mahsulotlar olish mumkin.

ISSN 3030-3907

Chilpig‘ tog‘ kaolinlari asosida nitrat kislota ishtirokida alyuminiy nitrat eritmalarini olish mumkinligi ko‘rsatilgan [1]. Shuningdek, mahalliy alyuminiy silikatlarni xlorid kislota bilan yuvib alyuminiy xlorid va polixlorid koagulyantlar ishlab chiqarish yo‘nalishi ham amaliy ahamiyatga ega [2]. Alyuminiy silikatlarning dastlabki strukturasida kaolinit kristall fazasi ustun bo‘lgani uchun, ko‘pincha yuvilish samaradorligi kuydirish orqali faollashtirishga kuchli bog‘liq; bu holat Angren kaolinlari bo‘yicha tadqiqotlarda [3] va suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasi bo‘yicha ma’lumotlarda ham tasdiqlangan [8]. Kaolindan alyuminiy ajratib olishning turli gidrometallurgik yo‘llari tizimli solishtirilgan ishlar ham mavjud [4]. Bundan tashqari, HCl bilan yuvishning samaradorligi suvsizlantrilgan aluminniy oksidli chiqindilarda [5] hamda past navli rudalarda [6] ko‘rsatilgan bo‘lib, bu natijalar mahalliy xomashyo uchun ham taqqoslovchi baza bo‘lib xizmat qiladi. Silikat (SiO_2) ulushi yuqori bo‘lgan alyuminiyli tizimlarda esa SiO_2 ni boshqarish va ajratish masalasi muhimligi qayd etiladi [7,11].

Mazkur ishning maqsadi — mahalliy aluminosilikat xomashyolarni termik faollashtirishdan so‘ng kislota bilan parchalash jarayonini ilmiy asoslash hamda amaliy parametrlarni tanlashdir.

Tajribalarda mahalliy kaolin/aluminosilikat (Chilpig‘ tog‘ koni kaolini kabi) xomashyosi qo‘llaniladi, bu [1] ishida ko‘rsatilgan yo‘nalish bilan uyg‘un. Kimyoviy tarkib XRF/ICP usullarida aniqlanadi va natijalar 1-jadvalda keltiriladi. Mineralogik tarkibni XRD, termik o‘zgarishlarni TG/DTG/DSC orqali baholash maqsadga muvofiq (kuydirish haroratini tanlash uchun) [3,8].

1-jadval.

Aluminosilikat xomashyoning kimyoviy tarkibi (XRF/ICP).

Namuna	Aluminosilikat xomashyoning kimyoviy tarkibi. % da										
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	TiO_2	GeO_2	S	Cl⁻
Kuydirilmagan (xom)	54.30	23.45	0.47	0.081	0.38	0.30	0.167	0.35	0.196	0.150	–
Kuydirilgan	57.55	25.15	0.50	0.090	0.40	0.32	0.180	0.33	0.208	0.159	–

Termik faollashtirish (suvsizlantrilgan)**.** Xomashyo reaktivligini oshirish uchun kuydiriladi. Kuydirish haroratini tanlashda Angren kaolinlari bo‘yicha “kuydirish–ajralish” bog‘lanishi [3,11] va kaolinning degidroksillanishi natijasida metakaolin hosil bo‘lishi hamda yuvilish kinetikasiga ta’siri [8] e’tiborga olinadi. Amaliyotda 600–750 °C oralig‘i reaktiv metakaolin olish uchun qulay sharoit hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

2-jadval.

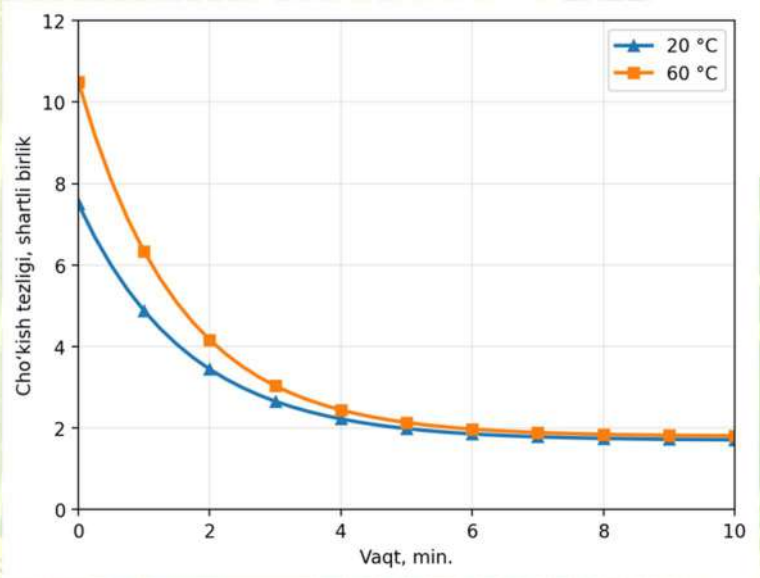
Kuydirish haroratining massa yo‘qotish va xossalarga ta’siri.

№	T, °C	Massa yo‘qotish, %	SiO_2, %	Al_2O_3, %	Fe_2O_3, %	Na_2O, %	K_2O, %	CaO, %	MgO, %
1	400	1.000	54.85	23.74	0.475	0.082	0.384	0.303	0.169
2	500	1.000	54.85	23.74	0.475	0.082	0.384	0.303	0.169
3	600	5.675	57.57	24.91	0.498	0.086	0.403	0.318	0.177
4	650	5.999	57.55	25.15	0.501	0.086	0.404	0.319	0.178
5	700	6.008	57.55	25.15	0.500	0.086	0.404	0.319	0.178
6	750	6.216	57.90	25.июн	0.501	0.086	0.405	0.320	0.178
7	800	6.600	58.14	25.16	0.503	0.087	0.407	0.321	0.179

Kislota bilan yuvish tajribalari va hisoblash. Nitrat kislota (HNO_3) bilan yuvish alyuminiy nitrat eritmalarini olishga yo‘naltiriladi [1]. Tajribalarda harorat, vaqt, kislota konsentratsiyasi va kislota me’yori (ortiqcha sarf) o‘zgartiriladi. Eritmadagi alyuminiy miqdori ICP/AAS/titrimetrik usullar bilan aniqlanadi. Alyuminiy ajralish darajasi:

$$\eta Al(\%) = \frac{mAl, eritma}{mAl, xomashyo} * 100$$

Kinetik baholash uchun ajralish (yoki tezlik)ning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi turli haroratlarda grafikda ifodalanadi.



1-rasm. Turli haroratlarda (masalan, 20 °C va 60 °C) vaqt bo‘yicha ajralish/tezlik grafigi.

Kaolin tipidagi xomashyo odatda SiO_2 ulushi yuqori, Al_2O_3 esa sezilarli miqdorda bo‘ladi. Bu holat alyuminiyni eritmaga o‘tkazish uchun potensial yaratadi, biroq SiO_2 ning ko‘pligi yuvish va keyingi bosqichlarda (filtrlash,

ISSN 3030-3907

eritmani tozalash) muayyan qiyinchiliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Kaolindan alyuminiy ajratib olish bo‘yicha gidrometallurgik jarayonlarni solishtirgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, jarayonning iqtisodiyligi va samaradorligi ko‘p jihatdan faollashtirish sharoitlari va kislota tanloviga bog‘liq [4]. Shu sababli 1-jadvaldagi tarkib natijalari texnologik parametrlarni tanlash uchun asos hisoblanadi.

Kaolinit kristall fazasi kislotalarda nisbatan sust parchalanadi. Kuydirish jarayonida strukturaviy suv ajralib chiqib, kaolinit metakaolinga aylanadi va reaktivlik ortadi. Angren kaolinlarida kuydirishning Al_2O_3 ajralishiga ijobiy ta’siri qayd etilgan [3]. Suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasi bo‘yicha ham reaktivlik oshishi va ajralishning tezlashishi ko‘rsatilgan [8]. Shunday qilib, 2-jadval natijalari orqali optimal faollashtirish diapazonini tanlash jarayonning keyingi bosqichlarini barqarorlashtiradi.

Nitrat kislota (HNO_3) bilan yuvish: kinetika va amaliy parametrlar. Nitrat kislota bilan yuvishning afzalligi — maqsad mahsulot sifatida alyuminiy nitrat eritmasi hosil bo‘lishi va undan keyin $Al(OH)_3$ cho‘ktirish hamda suvsizlantrish orqali aluminniy oksid olish imkoniyatidir [1]. 1-rasmdagi kinetik egri chiziqlar odatda ikki bosqichli tendensiyani ko‘rsatadi: jarayon boshida ajralish tez ortadi, keyin esa asta-sekin sekinlashadi. Bu xususiyat suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasida ham kuzatilgan bo‘lib, dastlab sirt reaksiyasi faol, keyin esa diffuziya cheklovlari kuchayishi bilan izohlanadi [8,11].

Amaliy yondashuvda ajralishning uzoq vaqt davom ettirilishi ma’lum bir nuqtadan so‘ng katta qo‘shimcha foyda bermaydi; shu sababli yuvish vaqtini “to‘yinish”ga yaqin, lekin iqtisodiy jihatdan maqbul intervalda tanlash maqsadga muvofiq. Bu [1] natijalarining umumiy mantiqiy xulosasi bilan mos keladi.

Xlorid kislota (HCl) yo‘nalishi bilan integratsiya ($AlCl_3$/PAC mahsulotlari). Agar mahsulotlar qatorida alyuminiy xlorid yoki polixlorid koagulyantlar (PAC) ko‘zda tutilsa, HCl bilan yuvish yo‘nalishi maqsadga muvofiq bo‘ladi. Mahalliy alyuminiy silikatlarni HCl bilan yuvish orqali $AlCl_3$ va polixloridlar olish masalasi [2] da ko‘rsatilgan. HCl yuvish samaradorligi suvsizlantrilgan aluminniy oksidli chiqindilarda ham yuqori ekanligi ko‘rsatilgan [5]; past navli alyuminiy rudalarida esa ajralish darajasi xomashyoning mineralogik tarkibiga kuchli bog‘liqligi ta’kidlanadi [6]. Bu taqqoslashlar shuni anglatadiki, mahalliy alyuminiy silikatlar uchun HNO_3 yo‘li (alyuminiy nitrat → aluminniy oksid) va HCl yo‘li ($AlCl_3$/PAC) bir-birini to‘ldiruvchi, mahsulotga yo‘naltirilgan ikki alternativ platforma sifatida qaralishi mumkin [1,2,5,6,9,10].

ISSN 3030-3907

Silikat ulushi yuqori bo‘lgan alyuminiyli xomashyolarda SiO_2 ni boshqarish masalasi umumiy muammo bo‘lib, silikatni ajratish va jarayonni barqarorlashtirish usullari yirik tizimlarda ham muhim ekani qayd etiladi [7].

Ushbu tadqiqotda mahalliy aluminosilikat xomashyolarni termik faollashtirish va keyingi kislotali yuvish asosida alyuminiy birikmalari hamda aluminniy oksid (Al_2O_3) olishning texnologik yondashuvi asoslandi. Tajriba va tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kuydirish bosqichi xomashyo reaktivligini oshirib, alyuminiyning eritmaga o‘tish darajasini sezilarli yaxshilaydi hamda jarayon barqarorligini ta’minlaydi. Nitrat kislota (HNO_3) bilan yuvish alyuminiy nitrat eritmalarini olish va keyinchalik aluminniy oksid ishlab chiqarish uchun qulay yo‘l ekanligi tasdiqlandi. Shu bilan birga, xlorid kislota (HCl) bilan yuvish alyuminiy xlorid va polixlorid (PAC) mahsulotlari olishda samarali alternativ yechim sifatida baholandi. Jarayon parametrlarini tanlashda xomashyo tarkibi, ayniqsa silikat ulushi bilan bog‘liq texnologik cheklovlarni hisobga olish va faollashtirish–yuvish sharoitlarini optimal diapazonda ushlab turish zarur.

ADABIYOTLAR

1. I.A. Olimjanov, M. Kenjayev, and E.D. Eminov, “Researching on the process of obtaining aluminum nitrate solutions from kaolins of the Chilpig‘ tog‘ deposit,” *Educational Research in Universal Sciences*, vol. 3, no. 6, pp. 175–180, 2024. doi: 10.5281/zenodo.11254317. Available:

2. I.A. Olimjanov and M.E. Kenjayev, “Study of hydrochloric acid leaching of Uzbek aluminosilicates for aluminum chloride and polychloride production,” 2025. Available:

3. M.E. Kenjayev, X.Ch. Mirzakulov, and M.Sh. Islamova, “Issledovanie vliyaniya protsessa prokalki na izvlechenie okisi alyuminiya iz Angrenskikh kaolinov,” *Universum: Tekhnicheskie nauki*, no. 4(37), 2017. Available:

4. K. Kyriakogona, I. Giannopoulou, and D. Panias, “Extraction of Aluminium from Kaolin: A Comparative Study of Hydrometallurgical Processes,” in *Proc. MCM’17*, Rome, Italy, 2017. doi: 10.11159/mmme17.133. Available:

5. F. Cheng, L. Cui, J.D. Miller, and X. Wang, “Aluminum Leaching from Calcined Coal Waste Using Hydrochloric Acid Solution,” *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, vol. 33, no. 6, pp. 391–403, 2012. doi: 10.1080/08827508.2011.601700. Available:

6. A.G. Suss, A.A. Damaskin, A.S. Senyuta, A.V. Panov, and A.A. Smirnov, “The influence of the mineral composition of low-grade aluminum ores on aluminium extraction by acid leaching,” in *Light Metals 2014*. Cham: Springer, 2014. doi: 10.1007/978-3-319-48144-9_18. Available:

ISSN 3030-3907

7. Y. Jiang, H. Xie, L. Huang, and S. He, “A novel technology study of separation silicon from a high silicon bauxite by direct flotation,” *Advanced Materials Research*, vols. 524–527, pp. 924–929, 2012. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.524-527.924. Available:
8. S.F. Hulbert and D.E. Huff, “Kinetics of alumina removal from a calcined kaolin with nitric, sulphuric and hydrochloric acids,” *Clay Minerals*, vol. 8, no. 3, pp. 337–345, 1970. doi: 10.1180/claymin.1970.008.3.11. Available:
9. Olimjonov I.A., Kenjayev M.E., Nabiev U.I. Izuchenie protsessa polucheniya oksida alyuminiya razlozheniem kaolinovykh glin Angrenskogo mestorojdeniya pod vozdeystviem temperatury. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Toshkent, 2017, 89–94-s.
10. Olimjonov I.A., Nabiev U.I., Kenjayev M.E. Mahalliy alyuminiyli xomashyolarni kislotali parchalab alyuminiy oksidi olish jarayonini o‘rganish. *Toshkent kimyo-texnologiya instituti ilmiy ishlari*, 2017, 45–52-b.
11. Olimjonov I.A., Nabiev U.I., Kenjayev M.E. Angren koni kaolinli gillardan alyuminiy oksidi olish jarayonini tadqiq etish. *Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari*, Toshkent, 2018, 112–116-b

ISSN 3030-3907