



METHODS OF BENEFICIATION OF ANGREN KAOLIN FOR USE IN PORCELAIN PRODUCTION

Jololdinov Muxammadamin Shukrullo o'g'li

Mr.Jololdinov@gmail.com

Erkinov Farrux Botir o'g'li

erkinov_farrux@mail.ru

Tashkent institute of chemical technology, Tashkent,
Uzbekistan

Abstract. Porcelain production is one of the rapidly developing industries worldwide. In this field, it is crucial to identify, enrich, and properly utilize the necessary raw materials. This study investigates the composition and physico-chemical properties of kaoline found in the Angren region. Initially, the chemical composition of the kaolin was determined using XRF spectrometry, revealing that it contains 26% Al_2O_3 , 70% SiO_2 , and 1.59% Fe_2O_3 . Due to this composition, the kaoline is considered unsuitable for porcelain manufacturing and requires beneficiation. This article analyzes several enrichment methods aimed for kaolin of Angren at reducing the iron(III) oxide content and partially increasing the aluminum content. Including methods such as magnetic separation and washing.

Keywords. Porcelain, raw materials, Angren kaoline, beneficiation, XRF spectrometry, magnetic separation, washing.

Аннотация. Производство фарфоровых изделий является одной из широко развивающихся отраслей по всему миру. В данной сфере крайне важно правильно определить, обогатить и эффективно использовать необходимые сырьевые материалы. В ходе данного исследования были изучены состав и физико-химические свойства каолина, встречающегося в Ангренском регионе. Сначала химический состав каолина был определён с помощью рентгенофлуоресцентной спектрометрии (XRF), в результате чего было установлено, что он содержит 26% Al_2O_3 , 70% SiO_2 и 1,59% Fe_2O_3 . Из-за такого состава данный каолин считается непригодным для использования в фарфоровой промышленности и требует обогащения. В статье

проанализированы несколько методов обогащения анренского каолина, направленных на снижение содержания оксида железа (III) и частичное повышение содержания алюминия. В том числе магнитная сепарация и промывка.

Ключевые слова: фарфор, сырьевые материалы, ангренинский каолин, магнитная сепарация, промывка.

Annotatsiya. Chinni mahsulotlarini ishlab chiqarish dunyo bo'ylab keng rivojlanayotgan sohalardan biridir. Bunda kerakli xomashyolarni topish, boyitish va ulardan to'g'ri foydalanish juda muhimdir. Bu tadqiqot davomida angren hududida uchraydigan kaolinning tarkibiva fizik-kimyoviy xususiyatlari o'rganildi. Buning uchun dastlab kaolinning kimyoviy tarkibi XRF spektrometri yordamida aniqlandi va tarkibida 26% Al_2O_3 , 70% SiO_2 va 1,59% Fe_2O_3 borligi ma'lum bo'ldi. Bunday tarkibga ega kaolin xomashyosi chinni sanoatida foydalanishga yaroqsiz hisoblanib, boyitishni talab qiladi. Bu maqolada anren kaolini tarkibidagi temir(III) oksidining miqdorini kamaytirish va aluminiy miqdorini qisman oshirish uchun bir nechta boyitish usullari tahlil qilindi. Jumladan yuvish va magnitlash.

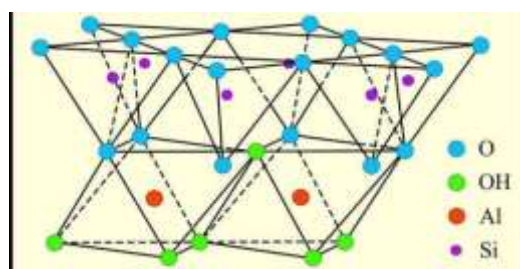
Kalit so'zlar: Chinni, xomashyolar, angren kaolin, boyitish, magnitlash, yuvish.

Kirish. Chinni mahsulotlari bu nafis keramika sinfiga mansub bo'lib, murakkab keramik mahsulot hisoblanadi. Ularga asosan chinni idishlar, turli xildagi suviner va haykallar kiradi. Chinni mahsulotlari ishlab chiqarish yer yuzida keng tarqalayotgan sohalardan biri hisoblanadi. Bu borada Xitoy, yaponiya, Germaniy kabi mamlakatlar jaxoning yetakchi mamlaktlari hisoblanadi. Jumladan bu sohaga O'zbekistonda ham keng e'tibor qaratilgan bo'lib, yillik ishlab chiqarish hajmi 4 ming tonnadan ortiqni tashkil qiladi. Asosiy ishlab chiqarish Toshkent, Farg'ona va Samarqand hududlariga to'g'ri keladi [1-2].

Chinni mahsulotlar ishlab chiqarishda asosiy xomashoylarga dala shpati(20-45%), kvars qumi(20-40%), illit(0-20) va kaolin(15-40%) kiradi. Bundan tashqari

chinnining ayrim xususiyatlarini yaxshilash uchun potash(K_2CO_3), dolomit, bentonit kabi minerallar ishlatilishi mumkin. Bundan ko‘rinib turibdiki kaolin chinni mahsulotlarini ishlab chiqarishda eng muhim xomashyolardan biri hisoblanadi. U chinni massasiga plastiklik, shaklni ushlash xossasi va oq rangni beradi. Bundan tashqari chinni massasini termik bardoshlilikini va kimyoviy barqarorligini oshiradi, pishish jarayonida o‘z shaklini yo‘qotmasligini ta‘minlaydi va pishish jarayonidan so‘ng ham oqligini saqlab qolishini ta‘minlaydi [3-5].

Kaolin – asosan oq rangli bo‘lib, alyuminiy silikat loy minerali hisoblanadi. Tarkibi asosan kaolinit mineralidan tashkil topgan bo‘lib, kimyoviy fo‘rmulasi va strukturasi (1-rasm) quyidagicha: $Al_2Si_2O_5(OH)_4$. Kaolin minerali yumshoq, mohs shkalasi bo‘yicha qattiqligi 2-2.5 oralig‘ida, suvni o‘ziga yaxshi yutadi, issiqlikka bardoshli va kimyoviy jihatdan inert hisoblanadi. Chinni ishlab chiqarishdan tashqari keramikaning boshqa sohalarida ham ishlatiladi. Bundan tashqari qog‘oz ishlab chiqarishda, bo‘yoqlar va qoplamalarda, farmatsevtikada va kosmetikada ham keng qo‘llaniladi. Dunyo bo‘ylab kaolinning asosiy ta‘minotchilari AQSH(yiliga 6-7mln tonna), Braziliya(2-3mln tonna), Xitoy(3-4mln tonna) va Buyuk Britaniya(1-2mln tonna) mamlakatlari hisoblanadi. O‘zbekiston xududida esa asosan Angren, Farg‘ona, Qoraqalpog‘iston va Surxandaryo xududlaridan qazib olinadi [6-9].



1-rasm. Kaolinit mineralining strukturali ko‘rinishi

Kaolin mineralidan chinni mahsulotlarini ishlab chiqarishda xomashyo sifatida foydalanish uchun unga qoyiladiagan ayrim talablar mavjud. Misol uchun tarkibida temir(III)-oksidi va titan oksidining miqdori 0.5% dan yuqori bo‘lmasligi kerak. Aks holda bu chinni mahsulotlarining rangi va sifatida yo‘qotilishlarga sabab bo‘lishi mumkin. Aluminiy oksidining miqdori yuqori bo‘lishi(35-40) kerak. Bu

chinnidagi mexanik va termik bardoshlilik uchun juda muhim factor hisoblanadi. Kuydirilgandagi yo'qotish 12-15% oralig'ida bo'lishi kerak. Bundan tashqari tarkibida kaolinit mineraling miqdori 90% yuqori bo'lishi kerak. Bundan kam bo'lgan hollarda chinni massasi ko'zlangan kimyoviy va mineralogik tarkibda xosil bo'lmashligi mumkin [10-12].

Kaolin minerali bu talablarga javob bermagan xollarda boyitish ishlari amalga oshiriladi. Bunday jarayonlar asosan xomashyo tarkibidagi temir va boshqa ogir metallar tozalash uchun amalga oshiriladi. Boyitish jarayoni bir necha xil usulda amalga oshirilishi mumkin. Bulardan eng ko'p qo'llaniladiganlari magnitlash, yuvish va elash, kislotali yuvish va juda yuqori sifatli xomashyo kerak bo'lgan xollarda kimyoviy flotatsiya usullari hisoblanadi. Magnitlash – magnit yordamida xomashyolarni metall oksitlaridan, asosan temir oksidlaridan tozalash usuli bo'lib quruq va suyuq usulda amalga oshirilishim mumkin. Yuvish va elashda esa xomashyo qum zarrachalaridan ajratib olinadi va buning hisobiga tarkibidagi metall oksidlari miqdorida ham sezilarli kamayishlar yuz berishi mumkin. Kimyoviy yuvish usulida esa kislota xomashyo tarkibidagi metall oksidlari bilan reaksiyaga kirishib, ularni o'zi bilan olib chiqib ketadi. Bunda organik va noorganik kislotalardan foydalanilishi mumkin [13-18].

Bu tadqiqot davomida biz daslab angren kaolining kimyoviy tarkibini XRF spektrometri yordamida aniqlab oldik. Natijalar shuni ko'rsatdiki, xomashyo tarkibida Fe_2O_3 ning miqdori normadan yuqori. Bundan tashqari Al_2O_3 miqdori 26%ni tashkil qilib, odatda 35-40% oralig'ida bo'lishi chinni ishlab chiqarishda maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bu muammolarga yechim topish maqsadida laboratoriya sharoitida xomashyoni boyitishning bir nechta usullari amalga oshirildi. Magnitlash va yuvish jumlasidandir.

Tadqiqot usullari. Dastlab Angren hududida uchraydigan kaolin xomashyosi quritgich yordamida quritildi. Quritilgan xomashyo maydalandib, kerakli miqdorda olinib(1-1.5g), XRF spektrometrga qo'yildi. Olingan natijalar tahlil qilindi va ular

asosida boyitish ishlari amalga oshirildi. Buning uchun 250 gr tabiiy kaolin na'munasi suvda eritildi va o'lchamlari 0.2 mm va 0.08 mm bo'lgan elaklardan o'tkazildi. Olingan xar bir fraksiyalar quritgich yordamida 100°C temperaturada bir necha soat davomida suvsizlantirildi va kimyoviy tarkibi qaytadan aniqlandi. Boyitishning ikkinchi bosqichida 0.08 mm elakdan o'tgan na'muna suyuq usulda 15-20 daqiqa davomida magnitlandi. Suvsizlantirilgandan so'ng yana qaytadan kimyoviy tarkibi o'rganildi va tegishli xulosalar berildi.

Tadqiqot natijalari. Boshlang'ich xomashyoning aniqlangan kimyoviy tarkibi asosida quyidagi tegishli jadval tuzildi (1-jadval).

1-jadval

Dastlabki kaolinning kimyoviy tarkibi

Xomashyolar	Oksidlarning massa ulushi, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	SO ₃
Kaolin	70	26	1.59	0.211	0.283	0.19	1.25

Jadvaldan ko'rinib turibdiki Angren kaolini tarkibida temir(III) oksidining miqdori yuqori bo'lib 1.59% ni, Al₂O₃ ning miqdori esa keragidan kam 26% ni tashkil etadi. Bu turdagi kaolin chinni mahsulotlari ishlab chiqarishda foydalanish uchun yaroqsiz hisoblanib, o'z navbatida boyitishni talab qiladi.

Boyitishning birinchi bosqichida 250 gr tabiiy kaolin na'munasi suvda eritildi. Xosil bo'lgan suspenziya teshiklari o'lchamlari mos ravishda 0.2 mm va 0.08mm bo'lgan elaklardan o'tkazildi. Bunda suspenziyamiz tarkibidagi zarrachalari o'lchamlariga ko'ra ja'mi 3 ta fraksiyaga ajratildi va >0.08 mm va <0.08 mm bo'lgan qismidan na'muna olib quritildi va qaytadan kimyoviy tarkibi aniqlandi. Olingan natijalar asosida quyidagi jadval (2-jadval) tuzildi va tegishli xulosalar berildi.

2-jadval

Yuvilgandan keyingi kaolinning kimyoviy tarkibi

Xomashyolar	Oksidlarning massa ulushi, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	SO ₃
Kaolin, >0.08 mm	66.4	21.2	5.42	0.772	1.35	0,71	1.92
Kaolin, <0.08 mm	59.9	34.84	1.58	0.55	0.56	0.57	1.12

Natijalar shuni ko'rsatdiki elash jarayonida temir(III) oksidining katta qismi 0.2 va 0.08 mm li elaklar orasida qolishi ma'lum bo'ldi. Bundan tashqari o'lchami 0.08 mm bo'lgan elakdan o'tgandan so'ng garchi kaolin tarkibidagi temir miqdori kamaymagan bo'lsada, Al₂O₃ miqdorida sezilarli o'sish kuzatildi. Bundan tashqari SiO₂ miqdorining 10% ga kamaygani kaolin tarkibidagi qumning miqdori sezilarli kamayganini ko'rsatadi.

Boyitishning keyingi bosqichi magnit yordamida amalga oshirildi. Bunda suspenziyaning 0.08 mm li elakdan o'tgan qismi 15-20 daqiqa davomida magnit yordamida metallardan tozalandi. Xosil bo'lgan so'ngi suspenziya quritgich yordamida suvsizlantirilib, kimyoviy tarkibi aniqlandi (3-jadval).

3-jadval

Magnitlangan kaolinning kimyoviy tarkibi

Xomashyolar	Oksidlarning massa ulushi, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	SO ₃
Kaolin	62	34.43	1.05	0.877	0.276	0.5	0.365

Bundan ko'rinib turibdiki aluminij oksidining miqdori deyarli o'zgarishsiz qoldi. Lekin temir(III) oksidining miqdorida sezilarli o'zgarish kuzatildi.

Xulosa. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki tabiiy bentonit tarkibidagi Fe₂O₃ ning miqdori yuqori va Al₂O₃ ning miqdori esa aksincha kam bo'lgani uchun

foydalanishga yaroqsiz ekan. Bu muammolarni bartaraf etish uchun olib borilgan eksperimentlar natijasi shuni ko'rsatdiki, yuvish orqali kaolinni qumdan tozalash va Al_2O_3 ning miqdorini kerakli darajaga chiqarish mumkin ekan. Magnitlash jarayonida esa Fe_2O_3 miqdori 1.59% dan 1.05% gacha kamaygani kuzatildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Matkarimov Z.T, Taganov D.R, Yo'ldashev B, Qoraqalpoq kaolinini yuqori sifatli chinni materillar olishda qo'llash, Зелёная химия и устойчивое развитие, 2023, 1(1), 275. <https://inlibrary.uz/index.php/green-chemistry/article/view/21053>
2. Carty W. M, Senapati U, Porcelain—raw materials, processing, phase evolution, and mechanical behavior. Journal of the American Ceramic Society, 1998, 81(1), 3-20. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1998.tb02290.x>
3. Rahimov R.A, Keramika va olovbardosh materiallar, O'zbeskin faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2008, ISBN: 978-9943-319-69-1
4. Carine Lourenco Alves, Vasyl Skorych, Agenor De Noni Jr, Dachamir Hotza, S. Y. Gómez González, Stefan Heinrich, Optimizing raw material composition to increase sustainability in porcelain tile production: A simulation-based approach, Journal of the American society, 107(4), 2110-2117. <https://doi.org/10.1111/jace.19581>
5. Zanelli C, Raimondo M, Guarini G, Dondi M. The vitreous phase of porcelain stoneware: composition, evolution during sintering and physical properties. Non-Cryst Solids. 2011, 357, 3251–3260. <https://doi.org/10.1016/j.jnoncrysol.2011.05.020>
6. Thomas Juettner, Heinrich Moertel, V. Svinka, R. Svinka, Structure of kaoline–alumina based foam ceramics for high temperature applications, Journal of the European ceramic society, 2007, 27(2), 1435-1441. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2006.04.029>
7. <https://world-mining-data.info>

8. Kuo-Chung Liu, G. Thomas, A. Caballero, J.S. Moya, S. De Aza, Mullite formation in kaolinite- α -alumina, *Acta metallurgica et materialia*, 1994, 42(2), 489-495. [https://doi.org/10.1016/0956-7151\(94\)90503-7](https://doi.org/10.1016/0956-7151(94)90503-7)
9. Kenzhaliyev B, Imangalieva L, Manapova A, Azlan M, Kaolinite clays as a source of raw materials for the aluminum industry of the Republic of Kazakhstan, *Комплексное использование минерального сырья*, 2021, 319(4), 5-12. <https://doi.org/10.31643/2021/6445.34>
10. Murray H. H. Kaolin applications, *Developments in clay science*, 2006, 2, 85-109. [https://doi.org/10.1016/S1572-4352\(06\)02005-8](https://doi.org/10.1016/S1572-4352(06)02005-8)
11. Nkoumbou C, Njoya A, Njoya D, Grosbois C, Njopwouo D, Yvon J, Martin F, Kaolin from Mayouom (Western Cameroon): industrial suitability evaluation, *Applied Clay Science*, 2009, 43(1), 118-124. <https://doi.org/10.1016/j.clay.2008.07.019>
12. Saikia N.J, Bharali D.J, Sengupta P, Bordoloi D, Goswamee R.L, Saikia P.C, Borthakur P.C, Characterization, beneficiation and utilization of a kaolinite clay from Assam, India. *Applied clay science*, 2003, 24(1-2), 93-103. [https://doi.org/10.1016/S0169-1317\(03\)00151-0](https://doi.org/10.1016/S0169-1317(03)00151-0)
13. V.R Ambikadevi, M Lalithambika, Effect of organic acids on ferric iron removal from iron-stained kaolinite, *Applied Clay Science*, 2000, 16(3-4), 133-144. [https://doi.org/10.1016/S0169-1317\(99\)00038-1](https://doi.org/10.1016/S0169-1317(99)00038-1)
14. L.M.S. de Mesquita, T. Rodrigues, S.S. Gomes, Bleaching of Brazilian kaolins using organic acids and fermented medium, *Minerals Engineering*, 1996, 9(9), 965-971. [https://doi.org/10.1016/0892-6875\(96\)00087-8](https://doi.org/10.1016/0892-6875(96)00087-8)
15. F. Veglio, L. Toro, Process development of kaolin pressure bleaching using carbohydrates in acid media, *International Journal of Mineral Processing*, 1994, 41(3-4), 239-255. [https://doi.org/10.1016/0301-7516\(94\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0301-7516(94)90031-0)
16. Plouffe B.D, Murthy S.K, Lewis L.H, Fundamentals and application of magnetic particles in cell isolation and enrichment: a review. *Reports on Progress in*

17. Bhargava S.K, Ram R, Pownceby M, Grocott S, Ring B, Tardi J, Jones L,
A review of acid leaching of uraninite. Hydrometallurgy, 2015, 151, 10-24.
<https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2014.10.015>
18. Wang Y. H, Siu W. K, Structure characteristics and mechanical properties of
kaolinite soils: Surface charges and structural characterizations. Canadian
Geotechnical Journal, 2006, 43(6), 587-600. <https://doi.org/10.1139/t06-026>
19. Melo V.D.F, Singh B, Schaefer C.E, Novais R.F, Fontes M.P, Chemical and
mineralogical properties of kaolinite-rich Brazilian soils. Soil Science Society of
America Journal, 2001, 65(4), 1324-1333.
<https://doi.org/10.2136/sssaj2001.6541324x>
20. Aripova M.K, Mkrtchyan R.V, Érkinov F.B, On the Possibility of Enriching
Quartz Raw Materials of Uzbekistan for the Glass Industry. Glass and Ceramics,
2021, 78, 120-124. <https://doi.org/10.1007/s10717-021-00359-z>