

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02
RAQAMLI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

ANVAROV AKBARJON BAXROM O‘G‘LI

**YUQORI KREMNEZYOMLI XOMASHYONI BOYITISH VA ULAR
ASOSIDA XOSSALARI YAXSHILANGAN SHAFFOF SHISHA IDISH
OLISH TEXNOLOGIYALARINI ISHLAB CHIQISH**

**02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi
02.00.15 - Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi**

**TEXNIKA FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent-2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Anvarov Akbarjon Baxrom o'g'li

Yuqori kremnezyomli xomashyoni boyitish va ular asosida xossalari yaxshilangan shaffof shisha idish olish texnologiyalarini ishlab chiqish.....3

Анваров Акбаржон Бахром угли

Разработка технологий обогащения высоко-кремнеземистого сырья и получение на его основе прозрачного тарного стекла с улучшенными свойствами.....21

Anvarov Akbarjon Baxrom ugli

Development of technology for producing transparent glass with improved properties based on the obtained concentrate by enriching high-silica raw materials.....39

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ

List of published works.....43

**UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02
RAQAMLI BIR MARTALIK ILMIY KENGASH**

UMUMIY VA NOORGANIK KIMYO INSTITUTI

ANVAROV AKBARJON BAXROM O'G'LI

**YUQORI KREMNEZYOMLI XOMASHYONI BOYITISH VA ULAR
ASOSIDA XOSSALARI YAXSHILANGAN SHAFFOF SHISHA IDISH
OLISH TEXNOLOGIYALARINI ISHLAB CHIQISH**

**02.00.13 – Noorganik moddalar va ular asosidagi materiallar texnologiyasi
02.00.15 - Silikat va qiyin eriydigan nometall materiallar texnologiyasi**

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Тошкент-2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/T5032 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Doktorlik dissertatsiyasi O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) ilmiy kengash veb-sahifasida (ionx.uz) va "Ziyonet" axborot ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Qodirova Zulayxo Raimovna
kimyo fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Namazov Shafiq Sattarovich
texnika fanlari doktori, professor, akademik

Yunusov Mirjalil Yusupovich
texnika fanlari doktori, professor

Yetakchi tashkilot:

**Navoiy davlat konchilik va
texnologiyalar universiteti**

Dissertatsiya ishi himoyasi O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti huzuridagi DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 raqamli bir martalik Ilmiy kengashning "10" iyul 2025 yil soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100170, Toshkent shahar, Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 77-a. Tel: + (998)71 2625660, faks:+(998)71 2627990, e-mail: ionx@academy.uz)

Dissertatsiya ishi bilan Umumiy va noorganik kimyo institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№75-raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 100170, Toshkent shahar, Mirzo Ulug'bek ko'chasi, 77-a. Tel: + (998)71 2625660, faks:+(998)71 2627990)

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil "26" iyun kuni tarqatildi.
(2025-yil "26" iyundagi №75-raqamli reestr bayonnomasi).



N.X. Usanbaev

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash raisi, t.f.d., prof.

J.S. Shukurov

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash kotibi, t.f.d., prof.

Sh.S. Namazov

Ilmiy darajalar beruvchi bir martalik
ilmiy kengash qoshidagi bir martalik ilmiy
seminar raisi, t.f.d., prof., akademik

Kirish (Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati. Jahonda xo‘jalik-maishiy, qurilish va texnik maqsadlarga mo‘ljallangan shisha materiallarga bo‘lgan talabning jadal ravishda ortishi natijasida yuqori kremnezyomli xomashyolar asosida ularning samarali tarkiblarini tuzish hamda ishlab chiqarishning innovatsion texnologiyalarini rivojlantirishga katta e‘tibor qaratilmoqda. Sababi, shisha buyumlar ishlab chiqarish sohasining muvaffaqiyati, asosan, foydalanilayotgan istiqbolli yuqori kremnezyomli xomashyo resurslarining sifati bilan bevosita bog‘liq. Shu munosabat bilan an‘anaviy yuqori sifatli kremnezyomli xomashyo zahiralarning tobora kamayib borishi shisha sanoatining barqaror rivojlanishi va yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarilishini ta‘minlash uchun yangi ilmiy izlanishlar hamda innovatsion yondashuvlarni talab etmoqda. Ta‘kidlash joizki, kremnezyomli mineral xomashyo jinslarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini chuqur o‘rganish, mahalliy sifati past xomashyo resurslarini qayta ishlash va boyitishning ilg‘or texnologiyalarini ishlab chiqish hamda amaliyotga tatbiq etish dolzarb vazifalardan biri sanaladi. Bundan tashqari, tayyor mahsulot tannarxini optimallashtirish maqsadida asosiy kremnezyom xomashyosiga muqobil materiallarni izlash yoki ularning funksional o‘rnini bosuvchi komponentlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega.

Dunyoda bugungi kunda energiya va resurs tejamkor texnologiyalar asosida yuqori sifatli shisha buyumlar va materiallarning tarkibini tuzish hamda ularni ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish bo‘yicha keng ko‘lamli ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu jarayonda, shisha sanoati uchun xomashyo bazasini kengaytirish maqsadida noan‘anaviy xomashyo konlarini o‘zlashtirish, xomashyoni boyitishning optimal usullarini ishlab chiqish, shisha omuxtasining yuqori haroratli qaynash jarayonlarini chuqur o‘rganish hamda suyuqlanma hosil bo‘lishiga harorat ta‘sirini ilmiy asoslash masalalariga, shuningdek, shisha materiallarning fizik-texnik xossalarining ularni olishning texnologik rejimiga bog‘liqligini aniqlash bo‘yicha izlanishlarga ham alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda past haroratda eriydigan shisha suyuqlanmasidan foydalanish asosida turli maqsadlarga mo‘ljallangan shisha materiallar ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish, olingan shisha buyumlarning fizik-texnik va maxsus xossalarini, jumladan, shisha tara, banka, rangsiz, rangli, qoraytirilgan va boshqa turdagi shisha materiallarning rang gammasini aniqlash yo‘nalishi bo‘yicha keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. Shuningdek, 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning Taraqqiyot Strategiyasida noan‘anaviy noruda xomashyo resurslarini jalb etish hisobiga xomashyo bazasini kengaytirish va «Yashil iqtisodiyot»¹ doirasida chiqindisiz texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish ta‘kidlangan. Bu borada sifatsiz kremnezyom xomashyosini boyitish va past haroratli texnologiya asosida shisha buyumlarini olish muhim ahamiyat kasb etadi.

¹ O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60 sonli “ 2022-2026 yillarda Yangi O‘zbekistonning Taraqqiyot Strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF 60 sonli “Yangi O‘zbekistonning 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Taraqqiyot Strategiyasi” to‘g‘risidagi Farmoni, 10.10.2022 yildagi PQ-388 sonli “Kimyo va gaz-kimyo sanoatini strategik rivojlantirishning maqsadli dasturini tasdiqlash to‘g‘risida”, 07.07.2022 yildagi PQ-307 sonli “2022-2026 yillarda O‘zbekiston Respublikasining innovatsion rivojlanish strategiyasini amalga oshirish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”, 22.04.2021 yildagi PQ-5083 sonli “Geologiya sohasiga investitsiyalarni faol jalb etish, tarmoq korxonalarini transformatsiya qilish va respublika mineral-xom ashyo bazasini kengaytirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”, 29.10.2020 yildagi PF-6097 sonli “Ilm-fanni 2030 yilgacha rivojlantirish kontseptsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”, hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi. Mazkur tadqiqot respublikada fan va texnologiyalarni rivojlanishining VII “Kimyoviy texnologiya va nanotexnologiya fanlari” ustuvor yo‘nalishiga muvofiq holda bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Nashr etilgan adabiyot manbalarida yuqori kremnezyomli xomashyolarni boyitish, turli strukturali shisha materiallarining sintezi va ularning fizik-texnik xususiyatlarini yaxshilash masalalari keng yoritilgan. Kvars xomashyosini boyitish va ular asosida shisha buyumlar ishlab chiqarishning nazariy asoslarini ochib beruvchi manbalar sifatida I.I. Kitaygorodskiy, D. Shelbi, E. Burxis, A. Guangtong, G. Rabot, S.F. Xolder, Y.Shimotsuma, D.V. Gerber, A.V. Kornilov, N.K. Gaynutdinov, L.M. Sulimenko, Y.M. Guloyan, S.G. Vlasova, O.G. Galustyan, O.V. Kazmina, V.S. Rimkevich, L.F. Papko, N.I. Minko, I.M. Tereshenko, R.G. Melkonyan, G.A. Seylxanova, N.Y. Mixaylenko, A.P. Kravchuk, A.D. Afanasyev, T.B. Shalaeva va boshqa ko‘plab olimlar asarlari asosiy manbalar xisoblanadi.

Respublikamizda A.A. Abdurazzokov, N.A. Sirojiddinov, S.S. Kasimova, A.A. Ismatov, D.U. Tulyaganov, A.P. Irkaxodjaeva, M.Y. Yunusov, Z.R.Kadirova, Z.K. Babaev, Sh.Y. Azimov, M.X. Aripova, G.A. Kasimova, B.Sh. Tuymetov, M.T. Muxamedjanova, X.A. Adinaev va boshqa yetakchi olimlar shisha sanoati uchun yuqori kremnezyomli xomashyo materiallarini boyitish texnologiyalarini ishlab chiqish, shisha tushunchasi, ishlab chiqarishda shisha materiallarining o‘rni, shisha materiallar turlari, shishaning fizik-kimyoviy xususiyatlari, maxalliy xomashyolar asosida shisha idishlar sintezi kabi tushunchalar atroflicha ko‘rib chiqilgan.

Ammo, bir qator erishilgan ijobiy natijalarga qaramasdan, mahalliy xomashyo resurslari asosida ilmiy-amaliy, iqtisodiy va ekologik omillarni hisobga olgan holda past haroratlarda eruvchi shisha idishlar olishda amaldagi talablarga javob beradigan shisha materiallarni erish jarayoni bo‘yicha asoslangan ilmiy ma‘lumotlar yetarli emas.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan muassasa ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Umumiy va noorganik kimyo institutining “Qurilish va texnik maqsadlarda silikat va funktsional materiallar olishda energiya va resurs tejovchi tarkiblar va texnologiyalarni ishlab chiqish” (2020-2024 yy.) byudjet mavzusi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi yuqori kremnezyomli xomashyoni boyitish va uning asosida xossalari yaxshilangan shaffof shisha idish olish texnologiyalarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot ishining vazifalari:

Oynaqum kvarts qumi va Tulakul tomirsimon kvarts konlari, hamda «Ingichka» uchastkasi dala shpatining kimyoviy-mineralogik tarkiblari va fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash;

yuqori kremnezyomli xomashyoning yuqori haroratdagi fazaviy o‘tish jarayonlarini hamda xomashyo komponentlarining komponentlarining fizik-kimyoviy xossalari o‘rganish;

kvarts qumi va tomirsimon kvarts larni boyitish texnologiyasini ishlab chiqish, hamda olinayotgan shishaning fizik-texnik va texnologik xossalari dala shpatining ta’sirini o‘rganish;

shisha massasini qaynash jarayonida kechadigan fizik-kimyoviy o‘zgarishlarni aniqlash bo‘yicha kompleks tadqiqotlar o‘tkazish, tajriba namunalarining fizik-texnik ko‘rsatkichlarini tahlil qilish hamda olingan shishaning qaynash harorati o‘zgarishi bilan uning «tarkib-struktura-xossa» funktsional bog‘liqligini aniqlash.

yorug‘lik o‘tkazuvchanligi-shaffofligi yaxshilangan shisha olish maqsadida shisha qaynash jarayonida hosil bo‘ladigan suyuqlanmasining maqbul tarkiblari va texnologik rejim parametrlarini aniqlash;

ishlab chiqilgan tarkiblar asosida olingan shisha tajriba namunalarini ishlab chiqarish sharoitida tajriba sinovi yo‘li bilan aprobatsiyadan o‘tkazish.

Tadqiqotning obyekti sifatida Oynaqum kvarts qumi va Tulakul tomirsimon kvarts konlari, “Ingichka” uchastkasi dala shpati, shuningdek, olingan kvarts kontsentrati va sintez qilingan tajriba shisha namunalari olingan.

Tadqiqotning predmeti sifatida kvarts kontsentrati olish va fizik-kimyoviy jarayonlarni o‘rganish, xususan, fazaviy o‘zgarishlar, kremnezyomning polimorfizmi, tajribaviy shisha namunalarining fizik-kimyoviy va texnologik xossalari hamda shisha pishirishda texnologik rejim parametrlarini aniqlash va o‘rnatishdan iborat.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiya ishida fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari (kimyoviy, rentgenofluoresent, rentgenofazaviy, differensial-termik, IQ-spektroskopik, optik) va shisha texnologiyalarining ana’anaviy tadqiqot usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

fizik-texnik xossalari yaxshilangan shisha olish uchun Oynaqum kvarts qumi, Tulakul tomirsimon kvarts konlarining va «Ingichka» uchastkasi dala shpatlarining yaroqliligi asoslangan;

yuqori kremnezyomli xomashyoni boyitishda yuvish, ishqalab yuvish va termik ishlov berish bilan keyingi magnit separatsiyasidan o'tkazish jarayonlarini qo'llash xisobiga Fe_2O_3 va TiO_2 ko'rinishidagi salbiy qo'shimchalardan tozalashning nisbatan yuqori samaradorligiga erishilganligi, buning natijasida Fe_2O_3 miqdori 0,025 mas.% gacha kamayganligi va kvarts qumi sifatining «OBC-025-1» markagacha yaxshilanganligi aniqlangan;

shisha omuxtasini boshlang'ich komponentlariga 1400-1450°C harorat oralig'ida termik ishlov berish rejimiga bog'liq ravishda shisha hosil bo'lishdagi fizik-kimyoviy jarayon qonuniyatlari ilmiy isbotlangan;

boshlang'ich komponentlarning miqdori, turlari, shisha omuxtasiga 0,5-1,0 mas.% oralig'ida qo'shilayotgan premikslarning shisha material namunalarning fizik-texnik va texnologik xossalriga ta'sir etish qonuniyatlari aniqlangan;

to'liq shisha hosil bo'lish jarayoni 1400-1420°C harorat oralig'ida yakunlanishi, bu esa amaldagi shisha ishlab chiqarish jarayoniga nisbatan 20-30°C past haroratda kechishi aniqlangan;

yorug'lik o'tkazuvchanligi-shaffofligi 81,1-88,5% ga ega bo'lgan xo'jalik-maishiy maqsadlardagi shisha materiallar olish uchun ishlab chiqilgan tarkibdagi shisha massasidan foydalanish imkoniyatlari asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

oynaqum kvarts qumi, Tulakul tomirsimon kvarts konlari va «Ingichka» uchastkasi dala shpatlari hamda zaruriy qo'shimchalardan foydalangan holda ishlab chiqilgan tarkiblar asosida, yorug'lik o'tkazuvchanligi 81,1-88,5% bo'lgan, xo'jalik-maishiy maqsadlarga mo'ljallangan yuqori sifatli shisha materiallarini olish imkoniyati ilmiy jihatdan asoslangan;

mahalliy xomashyo komponentlari asosida, past haroratda qaynaydigan shisha omuxtasining xomashyo tarkiblari maqbullashtirilgan va rangsiz shisha idish olish texnologik rejimining parametrlari ishlab chiqilgan;

shisha massasining yangi retsepturasi asosida ishlab chiqilgan shisha namunalari - shisha idishlarni ishlab chiqarish sharoitida tajriba sinovini o'tkazish orqali olingan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi kimyo-analitik va zamonaviy fizik-kimyoviy (rentgenfazali, differensial-termik, mikroskopik, elektron-mikroskopik, IQ-spektroskopik) tahlil usullari hamda shaffof shisha idish namunalari silikatlar texnologiyasining amaldagi talablariga asosan ishlab chiqarish sharoitida tajriba-sanoat sinovidan o'tkazilganligi bilan tasdiqlangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati yangi tarkib asosida shisha materiallari olish jarayonida xomashyo komponentlariga termik ishlov berish, suyuqlanma hosil bo'lishi, boshlang'ich komponentlar minerallarining fazaviy o'tishlari hamda kremnezyom polimorfizmi chuqur o'rganilgan va olingan kvarts konsentratidan foydalanilgan holda ishlab chiqilgan tarkibga bog'liq ravishda namunalarning fizik-kimyoviy, texnologik ko'rsatkichlarining o'zgarishi orasidagi funktsional bog'liqliklari ilmiy asoslab berilganligi va bu o'z navbatida oliy ta'lim tizimida mazkur sohadagi bakalavr va magistraturada o'qitish jarayonida qollanma sifatida foydalanishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati mahalliy xomashyo komponentlari asosida ilk bor texnologik xossalari yaxshilangan shisha idishlarning yangi energiyatejamkor tarkiblari va past haroratda olinadigan texnologiyasi ishlab chiqilgan hamda maqbullashtirilgan. Shaffof shisha idish olish texnologiyasi maxalliy xomashyo ba'zasini kengaytirish bilan birga, amaldagi standart talablarga mos keladigan yuqori sifatli silikat mahsulotlari ishlab chiqarish imkonini yaratadi, hamda o'z navbatida mazkur ishlab chiqarish texnologik jarayonining iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Oynaqum kvarts qumi, Tulakul tomirsimon kvarts konlari va Ingichka uchastkasi dala shpatidan foydalanib xomashyoni boyitish va ular asosida xossalari yaxshilangan shaffof shisha idish olish texnologiyalarini ishlab chiqish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

Oynaqum kvarts qumi, Tulakul tomirsimon kvarts konlaridan yuqori sifatli kvarts konsentratini olish uchun ishlab chiqilgan boyitish texnologiyasi "ASL OYNA" MChJning "2024-2025 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxati"ga kiritilgan ("O'zsanoatqurilishmateriallari" Uyushmasining 2024 yil 4 dekabrda 04/15-3738-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, amaldagi davlat standartlariga mos keluvchi kvarts konsentratini olish imkonini beradi;

boyitilgan kvarts konsentratini, Ingichka uchastkasi dala shpati hamda boshqa an'anaviy qo'shimchalar asosida shaffof shisha idish olish texnologiyasi "ASL OYNA" MChJning "2024-2025 yillarda amaliyotga joriy etish bo'yicha istiqbolli ishlanmalar ro'yxati"ga kiritilgan ("O'zsanoatqurilishmateriallari" Uyushmasining 2024 yil 4 dekabrda 04/15-3738-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, davlat andozalariga to'liq javob beruvchi shaffof shisha idish ishlab chiqarish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 3 ta halqaro va 5 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 15 ta ilmiy ish chop etilgan. Ulardan 7 tasi ilmiy maqola bo'lib, Scopus bazasiga kiruvchi jurnalda 1 ta, O'zbekiston Respublikasi Oliy Attestatsiya Komissiyasining doktorlik dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 2 ta xorijiy va 4 ta respublika jurnallarda chop etilgan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 110 betni tashkil qilgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi va vazifalari, obyekt va predmetlari tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari O'zbekiston Respublikasi rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiya ishining **“Shisha materiallari ishlab chiqarishning xozirgi xolati tahlili va rivojlanish istiqbollari. Shisha tarkibi, xossalari va olish usullarini ishlab chiqish. Yuqori kremnezyomli xomashyoni boyitish va shisha xosil bo‘lish jarayonlari”** deb nomlangan birinchi bobida ilmiy-texnik adabiyotlarda va elektron manbalardagi mavjud ishlarning tahlil natijalari, oxirgi nashr etilgan ishlar, shuningdek shisha ishlab chiqarishda mineral xomashyo va ikkilamchi resurslardan foydalanishning xozirgi vaqtdagi holati va prognoz ma’lumotlar keltirilgan.

Mavjud yutuqlar bilan bir qatorda, ushbu yo‘nalishdagi noan’anaviy tog‘ jinslari va tarkibida kvarts mavjud bulgan chiqindilarni ajratib olishning energiya va resurslarni tejash texnologiyalari maqsadli tadqiqotlari bilan bog‘liq bo‘lgan muammolar ham ko‘rsatib o‘tilgan.

Turli maqsadlar uchun mo‘ljallangan shisha materiallarini olish texnologiyasi va turli sanoat chiqindilaridan foydalangan holda ishlab chiqilgan shisha eritmaları tarkiblari bo‘yicha ma’lumotlar muhokama qilindi. Nashr etilgan ishlarga tanqidiy tahlil va muhokama asosida ushbu tadqiqotning maqsadi va vazifalari belgilandi.

Dissertatsiyaning **“Shisha materiallar namunalarining fizik-kimyoviy va klassik tadqiqot usullari. Yuqori kremnezyomli xomashyoni boyitish usullari”** deb nomlangan ikkinchi bobida mahalliy kvarts qumlari va Respublikamizdagi mavjud boshqa mineral-resurslarni tadqiq qilish asosida shisha materiallarning birlamchi komponent tarkiblari va tajriba namunalari to‘g‘risida ma’lumotlar keltirilgan. Ularning kimyoviy, granulometrik, mineralogik tarkiblari, fizik-kimyoviy xossalari, shisha xosil bo‘lish jarayonlari zamonaviy fizik-kimyó tahlili va shisha ishlab chiqarishning klassik usullari yordamida tahlil qilingan. Shunday qilib, xomashyo materiallari va shisha namunalarining fizik-kimyoviy va texnologik xossalari tahlil natijalari keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Boshlang‘ich yuqori kremnezyomli xomashyo materiallarining xususiyatlari va ularni turli texnologik usullar bilan boyitish”** deb nomlangan uchinchi qismida O‘zbekistondagi mavjud yuqori kremnezyomli xomashyo resurslarining turli konlari va shisha materiallarining samarali shixta tarkiblarini ishlab chiqish, shuningdek, texnik glinazyomning o‘rnini bosadigan dala shpati konlarining kimyoviy-mineralogik va granulometrik tarkiblari, fizik-kimyoviy xususiyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, kvarts konsentratini olish maqsadida turli texnologik usullar yordamida yuqori kremnezyomli xomashyoni boyitish natijalari keltirilgan.

Kimyoviy tarkibiga ko‘ra O‘zbekistondagi ko‘plab kvarts xomashyo resurslari konlari amaldagi GOST 22551-2019 talablariga to‘liq javob bermaydi. Shu bilan birga, kvarts qumi shisha shixtasining asosiy komponenti hisoblanganligi sababli unga bo‘lgan talab yuqori. Ayniqsa, yuqori sifatli va yuqori yorug‘lik o‘tkazish ko‘rsatkichiga ega bo‘lgan shaffof shisha mahsulotlari ishlab chiqarish uchun kvarts qumini qo‘shimcha boyitish zarurati mavjud.

Shisha tarkiblarini tuzish uchun O‘zbekistonning yangi istiqbolli mineral-xomashyo resurslari sifatida tadqiq etilayotgan Tulakul tomirsimon kvarts, Oynakum kvarts qumi, “Ingichka” uchastkasi dala shpati va Dehqonobod

dolomitining kimyoviy tarkiblari natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Ushbu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, tadqiq etilayotgan kremnezyomli xomashyo resurslari tarkibida kremniy oksidining miqdori 96,3-98,3 mas.% ni tashkil etib, boyitish jarayonidan so‘ng, kremniy oksidining miqdori 98,8-98,9 mas.% ga oshganini ko‘rishimiz mumkin. Bundan tashqari asosiy rang beruvchi oksid(Fe_2O_3 , TiO_2)larning miqdori ham sezilarli darajada kamayganini ko‘rishimiz mumkin.

1-jadval

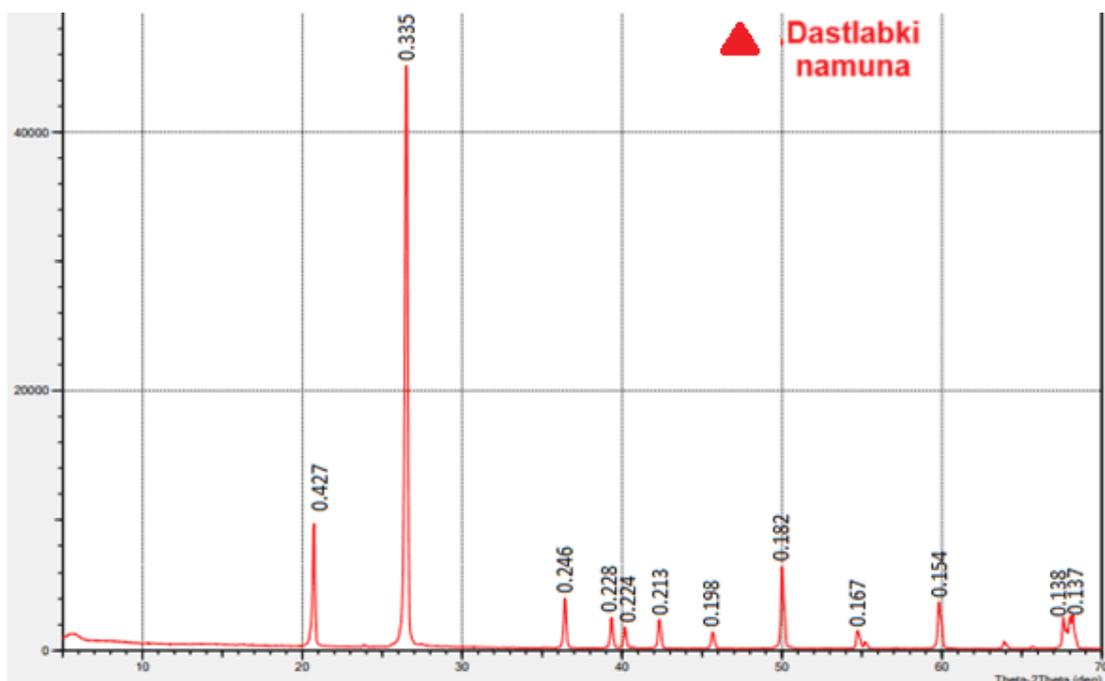
O‘zbekistonning turli konlari yuqori kremnezyomli xomashyo resurslarining dastlabki va boyitilgandan keyingi kimyoviy tarkibi

Xomashyo nomi	Oksidlar nomi, mas. %								k.k.y., mas.%
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	
Tulakul tomirsimon kvarsi	98,3	0,73	0,06	0,01	0,06	-	0,14	0,12	0,58
Tulakul boyitilgan tomirsimon kvarsi	98,9	0,40	0,03	0,001	0,02	-	0,06	0,08	0,51
Oynaqum kvars qumi	96,3	2,55	0,11	0,001	0,30	-	0,12	0,85	0,95
Oynaqum boyit. kvars qumi	98,8	0,45	0,025	0,001	0,05	-	0,08	0,43	0,86
Ingichka uchastkasi dala shpati	69,5	17,3	0,03	-	0,40	iz.	6,30	5,65	0,82
Dehqonobod dolomiti	2,7	0,35	0,07	0,001	33,1	18,7	0,05	0,01	45,0

Izoh: Kuydirishdagi keyingi yo‘qotishlarga (k,k,y.) adsorbsion, gidrat, kristallizatsion suvlar, organik va uchuvchan moddalar, hamda uglerod (IV) oksidi kiradi.

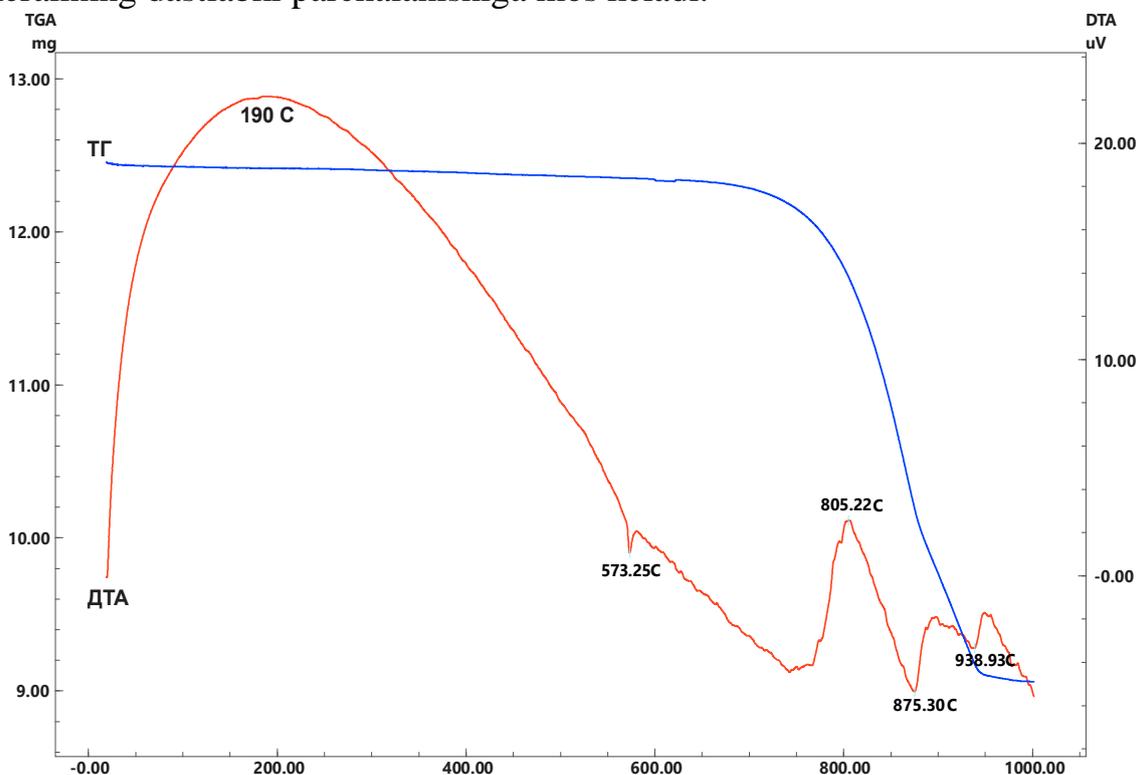
Shuni ta’kidlash lozimki, shisha materiallar ishlab chiqarishda texnik glinazyomdan keng foydalaniladi. Tadqiqot ishida foydalanilgan “Ingichka” uchastkasi dala shpati o‘zining kimyoviy tarkibi va xossalari bilan texnik glinazyom o‘rnini bosishi mumkin, hamda silikat va shisha xosil bo‘lishi, shuningdek tiniqlashtirish jarayonlariga ta’sir o‘tkazib shisha erish xaroratini pasaytiradi. “Ingichka” uchastkasi dala shpati kimyoviy tarkibi jihatidan amaldagi GOST 13451-77 talablariga javob beradi. Dala shpatining mineralogik tarkibi ham an’anaviy dala shpatiga hos bo‘lgan minerallardan tashkil topgan. Dolomitning kimyoviy tarkibi ham asosan kalsiy va magniy oksidlariddan tashkil topgan bo‘lib, amaldagi GOST 23672-2020 shisha sanoati uchun dolomitning texnik talablariga javob beradi.

Xomashyo materiallarining mineralogik tarkibi rentgenofazaviy tahlil yordamida o‘rganilgan. Tulakul tomirsimon kvarsi namunasining rentgenofazaviy tahlil natijalariga ko‘ra (1-rasm) β -kvarsga xos bo‘lgan tekisliklararo masofalardagi difraktsiya maksimumlarini ko‘rishimiz mumkin ($d = 0,427; 0,335; 0,246; 0,228; 0,224; 0,213; 0,198; 0,182; 0,167; 0,137$ nm), bu yerda past intensivlikdagi difraktsiya maksimumlari ($d = 0,138; 0,154$) dala shpati minerallariga tegishliligi aniqlangan.



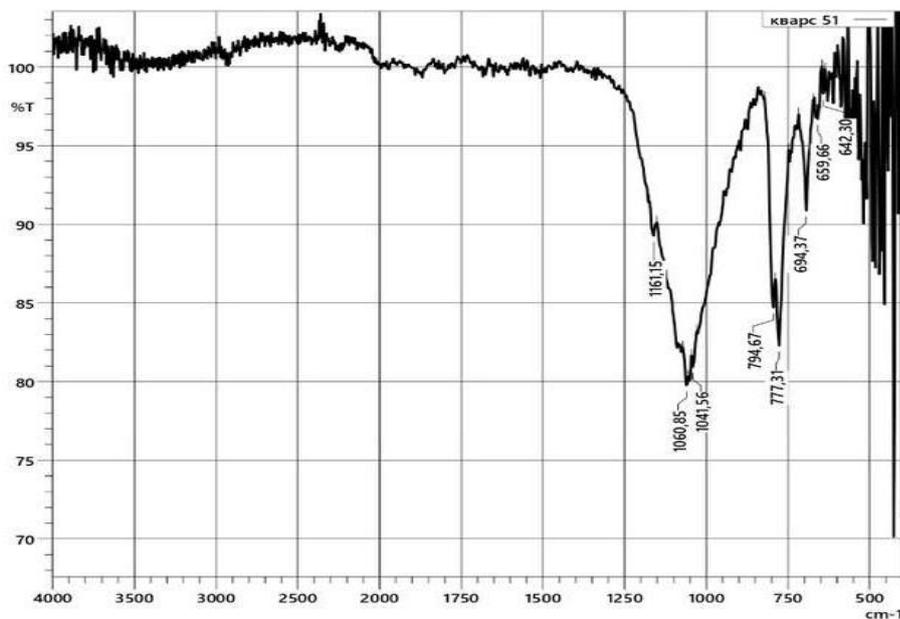
1-rasm. Tulakul tomirsimon kvarts namunasining rentgenofazaviy tahlili

Tulakul tomirsimon kvartsining differentsial-termik tahlili (2-rasm) harorat egri chizig'ida to'rtta endotermik effekt yuzaga kelganini ko'rsatdi. 190°C haroratdagi endoeffekt adsorbtsion va gidrat suvlarning ajralib chiqishi sababli yuzaga kelgan. 573 °C va 875 °C haroratlardagi endoeffekt esa kvartsning yuqori haroratdagi modifikatsiyalariga mos ravishda α -kvarts va α -tridimitga polimorf almashinishlari bilan bog'liqdir. 939 °C haroratdagi endoeffekt esa kremnezyom mineralining dastlabki parchalanishiga mos keladi.



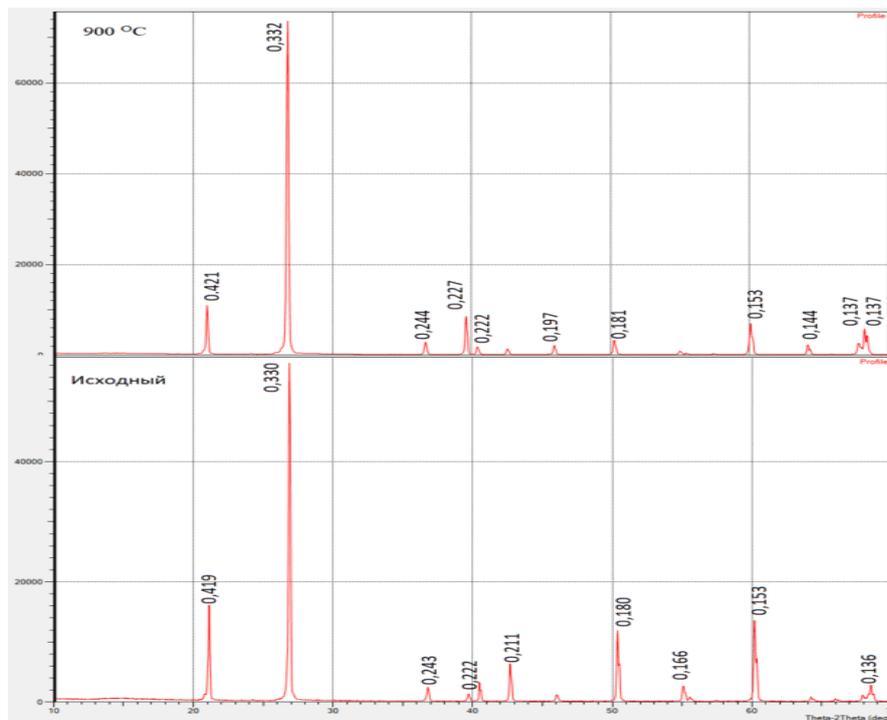
2-rasm. Tulakul tomirsimon kvarts namunasining DTA tahlil natijalari

Tulakul tomirsimon kvarsi namunasining IQ spektroskopik tahlilida (3-rasm) 694, 777 va 1060 sm^{-1} chastotalarda intensiv yutilish chiziqlari kremniy-kislorod tetraedrlarining $[\text{SiO}]^{4+}$ assimetrik va simmetrik valent tebranishlariga mos kelishini kuzatishimiz mumkin. Shuni ta'kidlash lozimki, 777,794 sm^{-1} chastotalardagi yutilish chiziqlari kislorod-kremniy-kislorod (O-Si-O) guruhiga tegishlidir, -Si-O- ga mos keladigan yutilish chiziqlari 1060 sm^{-1} da paydo bo'ladi.



3-rasm. Tulakul tomirsimon kvars namunasining IQ-spektr tahlili

Ma'lumki, texnologik sharoitlarda shisha ishlab chiqarish jarayonida kvars qumlari turli harorat rejimlarida termik ishlov beriladi. Oynaqum konidan olingan kvars qumining fazaviy o'tish jarayonlarini o'rganish hamda uni keyinchalik boyitish maqsadida 900°C haroratda termik ishlov berildi (4-rasm).



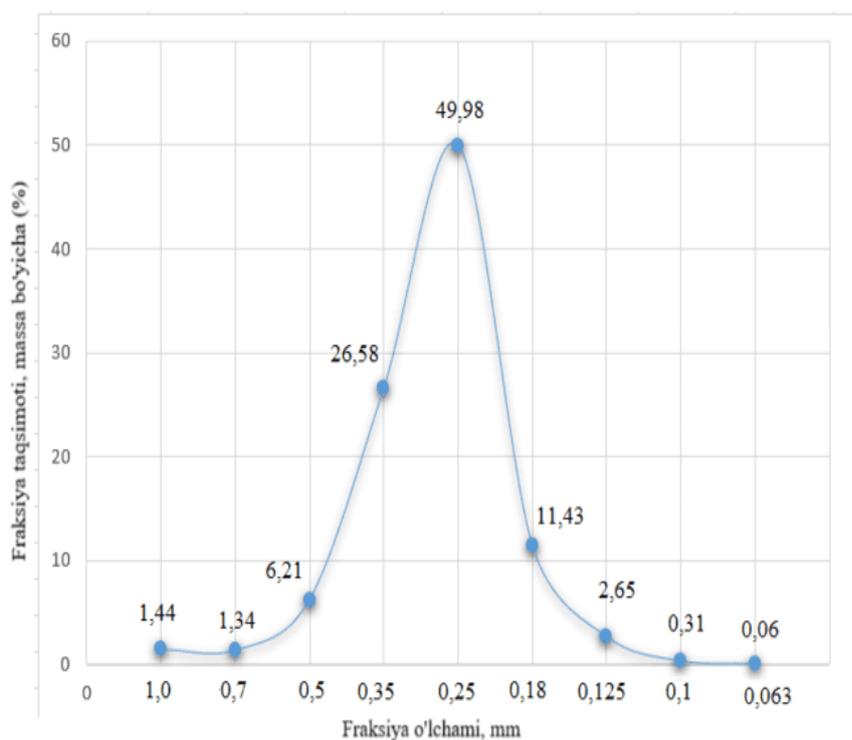
4-rasm. Oynaqum koni kvars qumining kuydirilgandagi (900 °C) va dastlabki rentgenogrammalari

Xomashyo materiallarining mineralogik tarkibi rentgenofazaviy tahlil yordamida o'rganilgan. Oynaqum kvars qumi namunasining rentgenogrammasida

(4-rasm) β -kvarsiga xos bo'lgan difraktsiya maksimumlarini ko'rishimiz mumkin ($d = 0,419; 0,330; 0,243; 0,222; 0,211; 0,197; 0,180; 0,166; 0,153; 0,136$ nm), bunda past intensivlikdagi difraktsiya maksimumlari tuproqsimon-dala shpati va qisman karbonatli minerallarga mos keladi ($d = 0,138, 0,153$).

Kvars qumi namunasining 900°C haroratda kuydirilganda β -kvars diffraktsiya maksimumlarini pasayishini kuzatishimiz mumkin, bunda α -tridimit hossalriga mos bo'lgan diffraktsiya maksimumlarini paydo bo'lganini ko'rishimiz mumkin ($d = 0,421; 0,332; 0,244; 0,227; 0,222; 0,197; 0,181; 0,153; 0,144; 0,137$ nm).

Kvars qumlarining granulometrik tarkibi shisha hosil bo'lish jarayoniga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Kvars qumi namunasining granulometrik tarkibi tahlil qilinganda (5-rasm), uning mayda dispersligi va shisha ishlab chiqarishda foydalanish imkoniyati aniqlangan. Bundan tashqari, uning 85% dan ortiq qismini $0,1\text{--}0,5$ mm o'lchamdagi zarralar tashkil etib, bu esa shisha pishirish jarayoni uchun optimal tarkib hisoblanadi.



5-rasm. Oynaqum koni kvars qumining granulometrik tarkibi

Olingan tajriba natijalariga (1-jadval) asoslanib, Oynaqum kvars qumini, alyuminiy oksidi (Al_2O_3) miqdorining biroz yuqoriligini hisobga olmaganda, "C-070-2" markali kvars qumiga kiritish va uni yarim oq shisha ishlab chiqarishda foydalanish mumkinligi aniqlandi. Biroq, kimyoviy tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, kvars qumi tarkibidagi rang beruvchi oksidlar (Fe_2O_3 va TiO_2) mavjudligi ushbu qumni yuqori sifatli shisha materiallari ishlab chiqarishga yaroqsiz ekanligini ko'rsatadi. Shu sababli, ushbu kvars qumlarini qo'shimcha boyitish tavsiya etiladi.

Ushbu ishda quyidagi boyitish usullari qo'llanilgan: birlamchi magnit separatsiyasi, kvars qumini suvda yuvish, ishqalab yuvish (otirka), yuqori haroratda termik ishlov berish va keyinchalik magnit separatsiyasi jarayonlari

xisoblanadi. Oynaqum koni kvarts qumini boyitish quyidagi texnologik sxema orqali amalga oshirildi:

Birlamchi magnit separatsiyasi qumdagi magnit sezuvchanlik qiymati yuqoriroq bo'lgan aralashmalarni ajratib olish imkonini beradi. Oynaqum kvarts qumining magnit separatsiyasidan keyingi kimyoviy tarkibi (mas. %) SiO_2 – 97,5; Al_2O_3 – 1,70; Fe_2O_3 – 0,07; TiO_2 – 0,02; CaO – 0,14; MgO – 0,06; Na_2O – 0,15; K_2O – 0,35. Magnit separatsiyasidan so'ng olingan kimyoviy taxlil natijalariga ko'ra Oynaqum kvarts qumlarini "C-070-1" markali qumlar sinfiga kiritish mumkin.

Suvda yuvish jarayoni. Kvarts qumi namunalari suvda yuvilganidan so'ng quyidagi kimyoviy tarkibga ega bo'lgan kvarts konsentrati olindi (mas. %): SiO_2 -97,6; Al_2O_3 -1,60; Fe_2O_3 - 0,06; TiO_2 -0,02; CaO -0,09; MgO -0,08; Na_2O -0,15; K_2O -0,40.

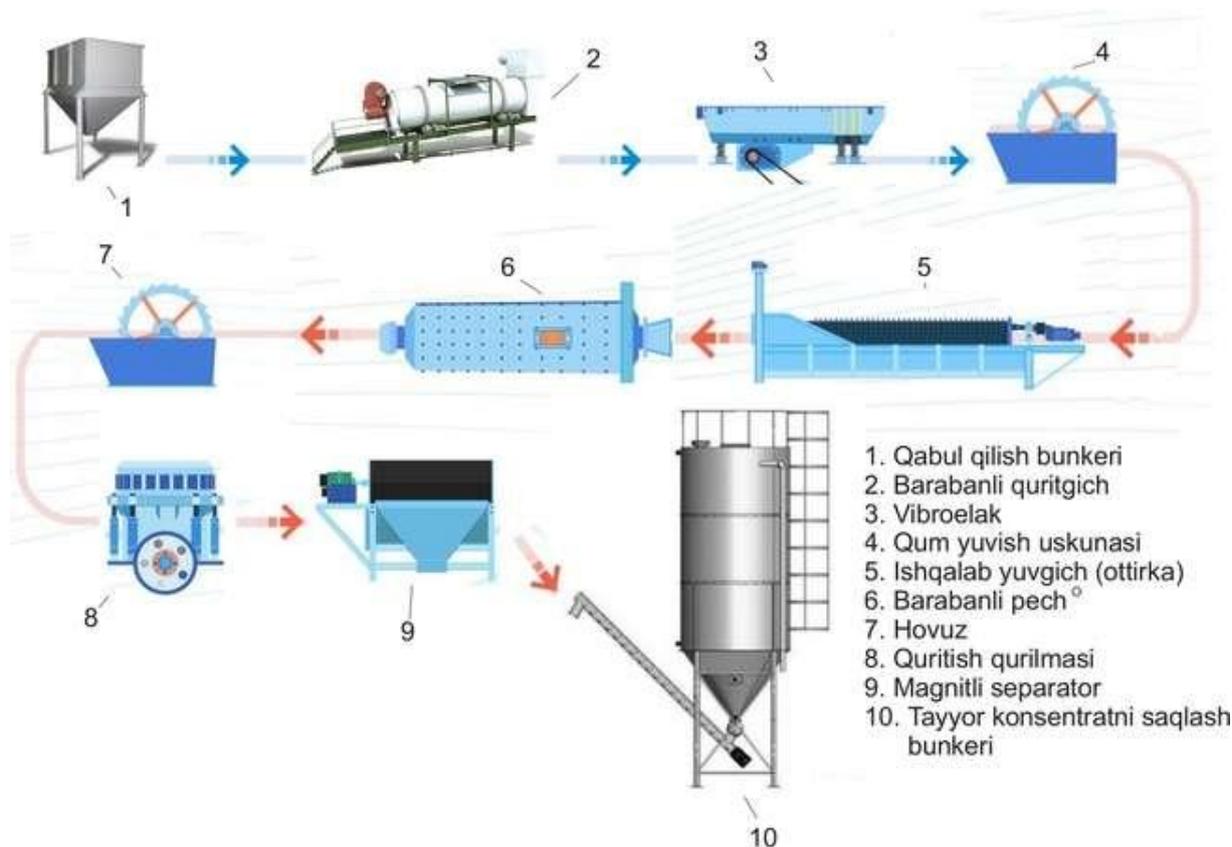
Kvarts qumi suvda yuvilgandan keyin Al_2O_3 miqdori 1,70 dan 1.60 mas. % gacha pasayganini, temir oksidi miqdori esa Fe_2O_3 0,07 dan 0,06 gacha mas.% tashkil etganini ko'rishimiz mumkin. Bunda SiO_2 miqdorining 97,5 dan 97,6 gacha oshganini ko'rishimiz mumkin. Ushbu kvarts konsentrati "C-070-1" markaga to'g'ri kelib, float shishalar, turli xildagi texnik shishalar ishlab chiqarishda qo'llash mumkin.

Ishqalab yuvish (ottirka). Kvarts donalari yuzasini tuproq hamda turli rang beruvchi metall oksidlarini (Fe_2O_3 va TiO_2) o'z ichiga olgan qobiqlar va plyonkalarni yoqotish maqsadida magnit separatsiyasi va yuvish jarayonidan o'tgan namunani ishqalab yuvish jarayonidan o'tkazdik. Bu jarayon 40 daqiqani tashkil qildi, natijada quyidagi kimyoviy tarkibda kvarts konsentrati olindi (mas. %): SiO_2 -97,8; Al_2O_3 -1,50; Fe_2O_3 -0,05; TiO_2 -0,01; CaO -0,06; MgO -0,02; Na_2O -0,15; K_2O -0,40.

Bu usul boyitish jarayonida o'zining samaradorligi ko'rsatdi va olingan kvarts qumi konsentrati nafaqat «flint» va parfyumeriya shishalari olish uchun, balki nur o'tkazish ko'rsatkichi yuqori bo'lgan meditsina, laboratoriya va boshqa maishiy-xo'jalik shishalari ishlab chiqarishda qo'llash mumkin.

Termik ishlov berish. Magnit separatsiyasi, yuvish jarayoni va ishqalab yuvish jarayonlaridan keyin olingan kvarts konsentratini termik ishlov berish uchun mufel pechida 900 °C haroratda kuydirilib kvarts strukturasi yaxlitligini buzish uchun suvda birdaniga sovutildi. Sovutilgan kvarts konsentratini quritish shkafida 120 °C haroratda quritildi. Undan keyin qurigan kvarts qumi namunalari magnit separatsiyasidan o'tkazilgandan keyin quyidagi natijalarga erishildi (mas.%): SiO_2 - 98,8; Al_2O_3 -0,45; Fe_2O_3 -0,025; TiO_2 -0,001; CaO -0,05; MgO - izlari, Na_2O -0,12; K_2O -0,43. Olingan kvarts qumi konsentrati yuqori nur o'tkazish ko'rsatkichiga ega bo'lgan shisha mahsulotlar ishlab chiqarishga yaroqli hisoblanib, «OBC-025-1» va «OBC-025-1A» markaga to'g'ri keladi.

Tadqiqotlar natijasida kvarts qumini boyitishning yangi kombinatsiyalangan texnologik sxemasi ishlab chiqildi (6-rasm).



6-rasm. Kvars qumini boyitishning kombinatsiyalangan texnologik sxemasi

Shuni ta'kidlash lozimki, yuqorida keltirilgan tabiiy kvars qumini boyitish usullari shisha erish haroratini taxminan 20–30°C ga yoki undan ham ko'proq pasaytirish imkonini beradi. Bu esa xomashyoni termik qayta ishlash bilan bog'liq boshlang'ich xarajatlarni qoplashi va ishlab chiqarish jarayonining iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Shu tariqa, yuqorida keltirilgan boyitish usullaridan foydalanish orqali oddiy boyitish jarayoniga nisbatan qumning sifatini yuqoriroq markaga oshirishga yordam beradi. Oynaqum kvars qumini turli usullar bilan boyitish natijalari hamda ularning kvars konsentratni sifatiga ta'siri amaldagi GOST 22551-2019 bilan taqqoslanishi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Ishlab chiqilgan boyitish texnologiyasining kvars qumining kimyoviy tarkibi va sifatiga ta'sirini taqqoslash

Sinov namunalari	Oksid miqdori, mas. %			GOST 22551-2019 muvofiq qum markasi
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	
Dastlabki namuna	98,1	0,72	0,12	C-070-2
Birlamchi magnit ajratish	98,5	0,70	0,07	C-070-1
Yuvilgandan keyin	98,6	0,60	0,06	C-070-1
Ishqalab yuvilgandan keyin	98,6	0,50	0,05	BC-050-1, BC-050-2
Termik ishlov berilgandan keyin	98,8	0,45	0,025	OBC-025-1A, OBC-025-1

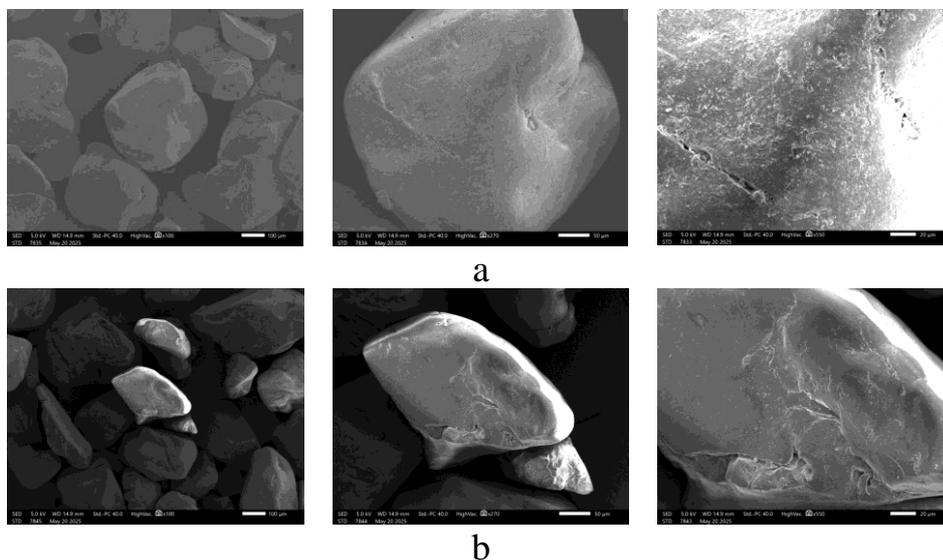
Kimyoviy-mineralogik va granulometrik tarkiblariga asosan shuni xulosa qilish mumkinki, tadqiq qilingan boyitilgan Oynaqum koni kvarts qumi sifatiga asosan shisha ishlab chiqarishning zamonaviy talablariga mos keladi. Oynaqum kvarts qumi koni dastlabki namunasining yuvish va ishqalab yuvish, hamda termik ishlov berilgandan keyingi (900°C) magnit separatsiyasi bilan taqqoslangan mikroskopik tahlil natijalari 7-rasmda keltirilgan.



**7-rasm. Oynaqum kvarts qumi namunalarining mikroskopik tasvirlari:
a- dastlabki, b-yuvilgandan keyingi, d-ishqalab yuvilgandan keyingi,
e-termik ishlov berilgandan keyingi**

Keltirilgan tasvirlardan ko‘rinib turibdiki, boyitilmagan kvarts qumi donalari yuzasini qoplagan sariqlik boyitishning barcha bosqichlaridan so‘ng yo‘qolgan.

Oynaqum kvarts qumi namunasining elektron-mikroskopik (SEM) solishtirma tahlil natijalari (8-rasm) shuni ko‘rsatadiki, dastlabki kvarts qumi namunasi (a) asosan yumaloq shakldagi zarrachalarga ega bo‘lib bu kvarts qumining tabiiy kelib chiqishiga hos shakl hisoblanadi. Kristallar yuzasi silliq va zich shishasimon zarralar, shuningdek kichik yoriqlar hamda mikroporalalar bilan ifodalangan. Biroq, 900 °C haroratda termik ishlov berilib, keyin suvda keskin sovutilgan namunada (b) sezilarli strukturaviy o‘zgarishlar yuzaga keldi. Ushbu o‘zgarishlar kvarts mineralining fazaviy o‘tishlari va tez harorat o‘zgarishi bilan bog‘liqdir. Kristallar yuzasida ko‘plab mikroyoriqlar, yemirilish, shaklning deformatsiyasi va yuzaning strukturaviy buzilishi kuzatiladi, bu esa yoriqlar orasiga yengil eruvchan shixta komponentlarining kirishiga imkon berib, shisha erish haroratining pasayishiga sabab bo‘ladi.



**8-rasm. Kvars konsentratini namunalarining elektron-mikroskopik tasvirlari:
a- dastlabki, b-termik ishlov berilgandan keyingi**

Shunday qilib, Oynaqum koni kvars qumini boyitish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatadiki, temir va titan oksidlari ko'rinishidagi rang beruvchi zararli aralashmalardan tozalashda dastlabki magnit separatsiyasi, yuvish, ishqalab yuvish va termik ishlov berish jarayoni bilan magnit separatsiyasi jarayonlarini qo'llash samara beradi. Ushbu texnologiyani ishlab chiqish natijasida, kvars qumi tarkibidagi temir oksidi miqdori 0.025 mas.%. gacha kamayadi va ushbu kombinatsiyalangan qumni boyitish tarmog'i ishlab chiqaruvchi korxonaga eng toza kvars konsentratini olish imkonini beradi, natijada sifatli shisha va shisha idishlarni ishlab chiqarish imkoniyatini beradi.

Dissertatsiyaning **“Shisha idishlar namunalarining tarkiblari va texnologik xossalari, hamda ularning tajriba-ishlab chiqarish sinovlari. Kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik va ishlab chiqarishda o'tkazilgan tadqiqotlardan olingan natijalar tavsiyasi”** deb nomlangan to'rtinchi qismida kvars konsentratini va kerakli qo'shimchalar-premikslar asosida shisha idish namunalarini olish bo'yicha tadqiqot natijalari keltirilgan. Yuqori shaffoflikka ega bo'lgan shisha namunalarining tarkiblari ishlab chiqilgan. “ASL OYNA” MChJ sharoitlarida ishlab chiqilgan shisha idishlarning tajriba namunalari tarkiblari natijalari keltirilgan. Ishlab chiqilgan texnologiyalardan foydalanishda keladigan iqtisodiy samaradorlik hisoblab chiqilgan va amaldagi standartlarning barcha talablariga to'g'ri keladigan shisha idishlar namunalari aniqlab berilgan.

3-jadvalda sintez qilinayotgan shisha namunalarini kimyoviy tarkibi amaldagi GOST 52022-2003 va O'z DSt 2439:2012 talablariga muvofiq shixta tarkibi 100 gr. shisha uchun hisoblangan. Shu bilan birga, shisha qaynash jarayonida ba'zi xomashyolarning uchuvchanligi va parchalanishlari hisobga olingan.

Shisha olish uchun quyidagi kimyoviy tarkibga ko'ra shixta tarkibi hisoblangan, mas. %: SiO₂ -72,5, Al₂O₃ -1,5, CaO -8,0, MgO -3,5, Na₂O -14,5. Bu maqsadga erishish uchun kvars konsentratini, dolomit, soda (KDD) va boshqa xomashyo komponentlari asosida dastlab shixta tarkibi hisoblab chiqildi.

3-jadval

Rangsiz shisha olish uchun shisha shixtasi tarkibi namunalari

Xomashyo materiallari	Shishalarning tajribaviy tarkiblari, mas. %						
	Namuna	KDD-1	KDD-2	KDD-3	KDD-4	KDD-5	KDD-6
Kvars qumi	55-65	-	-	-	-	-	-
KKOM	-	52	55	50	-	-	-
KKTM	-	-	-	-	52	53	55
Kalsinatsiyalan. soda	19-20	16,8	18	17,7	17,2	18	17,8
Dehqonobod dolomiti	16-17	11,7	12	11,5	11,7	11,3	11,5
Mikrokalsit (mel)	5-6	6,5	6,1	6,7	6,6	7,1	7,3
Dala shpati	-	12,8	10	13,7	12,3	11,3	9,7
Glinazyom	0,5	-	-	-	-	-	-
Premikslar	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Izoh: KKOM- Oynaqum kvars qumi konsentratini, KKTM- Tulakul tomirsimon kvars konsentratini.

Yuqorida ko‘rsatilgan tajriba namunalari asosida shisha mahsulotlari olishda shisha idish ishlab chiqarish uchun mo‘ljallangan "ASL OYNA" MChJ korxonasi tajriba-ishlab chiqarish sinovlari o‘tkazildi.

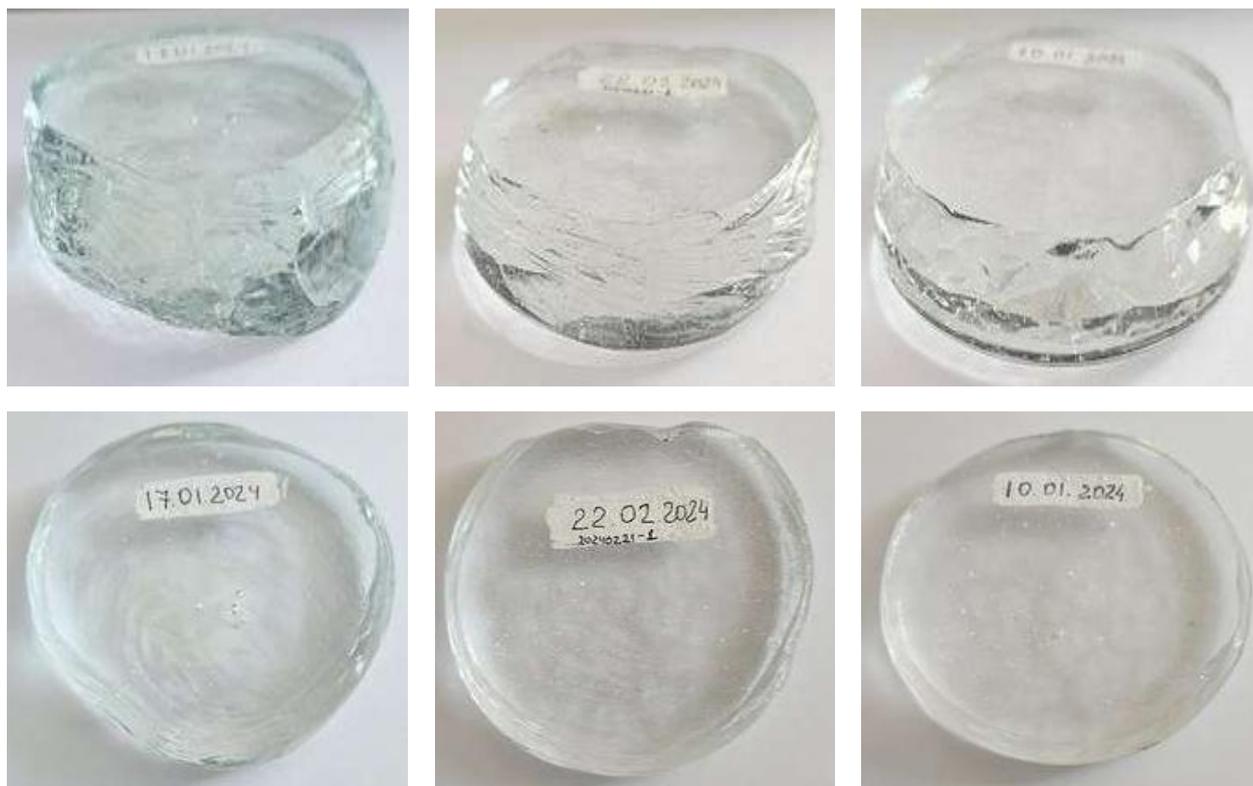
Tadqiq qilinayotgan dala shpati qo‘shimchali namunalarning erish haroratini aniqlashda, ularni ishlab chiqarish namunalari bilan solishtirganda pastroq erish haroratiga ega ekanligi ko‘rsatdi (4-jadval).

4-jadval

Tajriba namunalarning erish haroratlari

Suyuqlanish haroratlari, T°C	Shishalarning tajribaviy tarkiblari						
	Namuna	KDD-1	KDD-2	KDD-3	KDD-4	KDD-5	KDD-6
Erish boshlanishi	1420	1380	1405	1395	1400	1405	1415
Erish tugashi	1510	1450	1470	1460	1475	1465	1495
Harorat farqlari	90	70	65	65	75	60	80

Natijada, 9-rasmda aks ettirilgan amaldagi ishlab chiqarish namunasi (a) hamda tajribalar orqali olingan ichki, tashqi pufakchalarsiz va yoriqlarsiz shaffof shisha namunalari (b,d) olingan.



a

b

d

9-rasm. Shisha tajriba namunalarning fotosuratlarini

“ASL OYNA” MChJ sharoitida har bir tonna shisha olish uchun 2088400 sum qiymatdagi amaldagi ishlab chiqarish shixtasini tannarxi 1830900 sum bo‘lgan ishlab chiqilgan shixta tarkibiga almashtirish orqali 257500 sum yoki 13% iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin.

XULOSA

1. Oynaqum kvars qumi, Tulakul tomirli kvars, Dehqonobod dolomit konlari, «Ingichka» uchastkasi dala shpatlarining kimyoviy-mineralogik va granulometrik tarkiblari, fizik-kimyoviy hususiyatlari, fizik-kimyoviy tadqiqot va shisha texnologiyasining klassik usullaridan foydalanib tadqiq etilgan.

2. Yuvish, ishqalab yuvish va termik ishlov berish bilan keyingi magnit separatsiyasidan o'tkazish jarayonlaridan kompleks foydalanish bilan kremnezyom xomashyosini boyitish texnologiyasi ishlab chiqilgan, uning natijasida kremniy oksidining (SiO_2) miqdori 99,0 mas.% bo'lgan kvars kontsentrati olingan.

3. Yuvish, ishqalab yuvish va termik ishlov berish bilan keyingi magnit separatsiyasidan o'tkazish jarayonlarini qo'llash xisobiga (Fe_2O_3 va TiO_2) ko'rinishidagi salbiy qo'shimchalardan tozalashning nisbatan yuqori samaradorligiga erishilganligi aniqlangan. Bu esa yuqori shaffoflikka ega bo'lgan shisha buyumlari uchun yaroqli bo'lib, Fe_2O_3 miqdori 0,025 mas.% gacha kamayganligi va kvars qumi sifatining «OBC-025-1» markagacha yaxshilash imkonini bergan.

4. Yuqori sifatli shisha materiallari ishlab chiqarish uchun mahalliy yuqori kremnezyomli xomashyo resurslari, jumladan Oynaqum kvars qumi, Tulakul tomirli kvars va «Ingichka» uchastkasi dala shpatlari asosida yuqori yorug'lik o'tkazuvchanligiga ega shisha buyumlarining omuxta tarkiblari va olishning maqbul texnologik rejimlari ishlab chiqilgan.

5. Shisha omuxtasi tarkibiga texnik glinazyom (2000°C dan yuqori) o'rniga dala shpatidan ($1150-1250^\circ\text{C}$) foydalanilganligi sababli, omuxtada kimyoviy jarayonlar nisbatan past haroratda borishi natijasida shisha qaynashi va shisha suyuqlanmasining gomogenlashuvi mos ravishda yaxshilanishi aniqlangan.

6. Nisbatan past haroratda ($1380-1450^\circ\text{C}$), GOST 5717.1-2014 va Oz DST 2439:2012 larning amaldagi talablariga mos bo'lgan, ichki, tashqi pufaklarsiz va yoriqsiz shaffof shisha namunalari olingan.

7. Bajarilgan tadqiqotlar asosida xo'jalik-maishiy maqsadlardagi shisha idish namunalari ishlab chiqilgan va korxonada sharoitida tajriba sinovidan o'tkazilgan. Natijada yangi retseptura asosidagi shisha materiallarning ishlab chiqilgan tarkibini joriy etishdan kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik «ASL OYNA» MChJ sharoitida shisha massasi bir tonnasiga 257 500 so'mni tashkil etishi ko'rsatilgan.

8. Olingan natijalar, kremnezyomli xomashyo resurslarini boyitish va turli maqsadlardagi shisha materiallar tarkiblari va ishlab chiqarish texnologiyalari bo'yicha qo'llanma material sifatida foydalanish mumkinligi, hamda Respublika silikat materiallari sanoati, jumladan, qurilish, texnik va xo'jalik-maishiy maqsadlardagi shisha materiallari ishlab chiqarish uchun xomashyo bazasini kengaytirishga olib kelishi ko'rsatilgan.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/05.05.2023.К/Т.35.02 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ПРИ ИНСТИТУТЕ
ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

АНВАРОВ АКБАРЖОН БАХРОМ УГЛИ

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ
ВЫСОКОКРЕМНЕЗЕМИСТОГО СЫРЬЯ И ПОЛУЧЕНИЕ
НА ЕГО ОСНОВЕ ПРОЗРАЧНОГО ТАРНОГО СТЕКЛА
С УЛУЧШЕННЫМИ СВОЙСТВАМИ**

**02.00.13 - Технология неорганических веществ и материалов на их основе.
02.00.15- Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент-2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2024.4.PhD/T5032 в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Институте общей и неорганической химии АН РУз.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета www.iopx.uz и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziyo.net).

Научный руководитель:

Кадырова Зулайхо Раимовна
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Намазов Шафоат Саггарович
доктор технических наук, профессор, академик

Юнусов Миржалил Юсупович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Навоийский государственный горно-технологический университет

Защита диссертации состоится «10» июля 2025 году в «14⁰⁰» часов на заседании разового Научного совета DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 при Институте общей и неорганической химии АН РУз. по адресу: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (+99871) 262-56-60; e-mail: iopx@academy.uz.

С диссертацией можно ознакомиться в информационно-ресурсном центре Института общей и неорганической химии (указан под № 75). (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77-а. Тел.: (99871) 262-56-60).

Автореферат диссертации разослан «26» июня 2025 года
(реестр протокола рассылки № 75 от «26» июня 2025 года)



Н.Х. Усанбаев
председатель разового научного совета
по присуждению ученой степени, д.т.н., проф.

Ж.С. Шукуров
член разового научного совета
по присуждению ученой степени, д.т.н., проф.

Ш.С. Намазов
председатель разового научного семинара
при разовом научном совете по присуждению
ученой степени, д.т.н., проф. академик

Введение (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире в связи с интенсивным увеличением потребности к востребованным стекольным материалам хозяйственно-бытового, строительного, технического назначения уделяется особое внимание разработке эффективных составов и инновационных технологий их производства. Так как, успешная деятельность отрасли по производству стекольных изделий в основном зависит от качества используемых перспективных высококремнеземистых сырьевых ресурсов. Следует отметить, что с истощением существующих запасов традиционных кремнеземистых сырьевых ресурсов, а также для получения высококачественных изделий и развития производства стекольной промышленности, проведение исследований по комплексному изучению особенностей кремнеземистых минеральных сырьевых пород, разработке и широкому освоению инновационных технологий обогащения отечественных некондиционных сырьевых ресурсов, поиску аналогов или замене основного кремнеземистого сырья на другие компоненты, которые снижают себестоимость готовой продукции, являются актуальными проблемами.

В настоящее время в мире проводятся научно-исследовательские работы по разработке составов и технологии получения высококачественных стекольных изделий и материалов на основе энерго- и ресурсосберегающих технологий. В этом плане уделяется особое внимание расширению сырьевой базы стекольной промышленности путем освоения нетрадиционных месторождений сырьевых ресурсов, разработке способов их обогащения, с минимальными материальными затратами, низкотемпературным процессам варки компонентов стекольных шихт, обоснованию влияния температуры на расплавообразование, установлению зависимости физико-технических свойств стекольных материалов от технологического режима их получения.

В Республике достигнуты определенные научные и практические результаты в этой области исследований и осуществляются широкомасштабные мероприятия по исследованию процессов расплавообразования и технологии получения стекольных материалов различного назначения, с использованием пониженной температурой варки стекольного расплава, определению физико-технических и специфических свойств полученных стекольных изделий, в частности широкой цветовой гамме стеклянных бутылок, банок, бесцветных, цветных, тонированных и т.д. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 гг. отмечено, что расширить сырьевую базу за счет вовлечения нетрадиционных нерудных сырьевых ресурсов, разработать и внедрить безотходную технологию в рамках «Зеленой экономики».¹ В этом плане, приобретает особое значение обогащение некачественного кремнеземистого сырья и получение стекольных изделий на основе низкотемпературной технологии.

¹ Указ Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии Развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы».

Данная диссертационная работа в определенной степени способствует выполнению задач, предусмотренных в Указах Президента Республики Узбекистан УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы», УП № 4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах» и Постановлениями Президента Республики Узбекистан ПП-5083 от 22 апреля 2021 года «О дополнительных мерах по активному привлечению инвестиций в сферу геологии, трансформации предприятий отрасли и расширению минерально-сырьевой базы республики», УП-6097 от 29 октября 2020 года «Об утверждении Концепции развития науки до 2030 года», а также в других нормативно-правовых документах, принятых по данной сфере.

Соответствие исследований с основными приоритетными направлениями развития науки и технологии в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии Республики VII «Химическая технология и нанотехнология».

Степень изученности исследование. В опубликованных литературных источниках широко освещены вопросы обогащения высококремнезёмных сырьевых ресурсов, синтеза стекольных изделий и улучшения их физико-технических свойств. Теоретические основы обогащения кварцевого сырья и получения на его основе стекольных изделий различного назначения раскрыты в работах И.И. Китайгородского, Д. Шелби, Э. Бурхиса, Г. Работа, С.Ф. Холдера, Д.В. Гербера, А.В. Корнилова, Н.К. Гайнутдинова, Л.М. Сулименко, Ю.М. Гулояна, С.Г. Власова, О.Г. Галустяна, О.В. Казьмина, Л.Ф. Папко, В.С. Римкевича, Н.И. Минько, Р.Г. Мелконян, Г.А. Сейлхановой, Н.Ю. Михайленко, А.П. Кравчука, А.Д. Афанасьева, Т.Б. Шалаевой и др.

В Республике проведён ряд исследований по разработке составов и технологии получения стекольных материалов на основе минерально-сырьевых и вторичных ресурсов, а также по технологии обогащения кремнезёмистого сырья. Этими исследованиями занимались ведущие ученые, такие как А.А. Абдураззаков, Н.А. Сиражиддинов, С.С. Касимова, А.А. Исматов, Д.У. Туляганов, М.Ю. Юнусов, З.Р. Кадырова, З.К. Бабаев, Ш.Ю. Азимов, М.Х. Арипова, Г.А. Касимова, М. Мухамеджанова, Х. Адинаев и др.

Однако, несмотря на ряд достигнутых положительных результатов, недостаточно научно обоснованных данных о процессе получения стекольных материалов, соответствующих действующим требованиям при производстве легкоплавких стекольных изделий на основе местного сырья с учётом научно-практических, экономических и экологических факторов.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, выполняемыми в организации, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в Институте общей и неорганической химии АН РУз в рамках бюджетной тематики «Разработка энерго и ресурсосберегающих составов и технологии получения силикатных и

функциональных материалов строительного и технического назначения» (2020-2024 гг.).

Целью исследования является разработка технологии обогащения высококремнеземистых сырьевых ресурсов и получение на его основе прозрачного тарного стекла с улучшенными свойствами.

Задачи исследования:

определение химико-минералогических составов и физико-химических характеристик кварцевых песков Ойнакумского и жильного кварца Тулакулского месторождений, а также полевого шпата участка «Ингичка»;

исследование высокотемпературных фазовых превращений кремнеземистого сырья и физико-химических свойств сырьевых компонентов;

разработка технологии обогащения кварцевого песка и жильного кварца и изучение влияния полевого шпата на физико-технологические свойства получаемых стекол;

проведение комплексных исследований по установлению физико-химических процессов, происходящих при варке стекломассы и определение физико-технических показателей опытных образцов, установление функциональной зависимости «состав-структура-свойство» полученных стекол от изменения температуры варки;

установление оптимальных составов и параметров технологических режимов стекольного расплава, образованного в процессе варки стекол для получения стекла с улучшенной светопрозрачностью;

апробация полученных опытных стекольных образцов на основе разработанных составов, путем проведения опытных испытаний в производственных условиях.

Объектом исследования являются кварцевые пески Ойнакумского, жильный кварц Тулакулского месторождения, полученный на их основе кварцевый концентрат, полевой шпат участка «Ингичка», а также опытные стекольные образцы.

Предметом исследования являются получение кварцевого концентрата и изучение физико-химических процессов, в частности, фазовых превращений кремнезема, физико-технических и технологических свойств опытных стекольных образцов, установление оптимальных составов и параметров технологических режимов расплавообразования и варки стекла.

Методы исследования. В диссертации использованы современные методы физико-химического анализа и традиционные методы исследования производства стекольной технологии.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

обоснована пригодность кварцевого песка Ойнакумского, жильного кварца Тулакулского месторождения и полевого шпата участка «Ингичка» для получения стекол с улучшенными физико-техническими свойствами;

установлено, что при обогащении высококремнеземистого сырья наибольшая эффективность в удалении вредных примесей в виде Fe_2O_3 и TiO_2 достигается за счет применения процессов промывки, оттирки и

термообработки с последующей магнитной сепарацией, в результате чего снижается содержание Fe_2O_3 до 0,025 мас.%, и улучшается качество кварцевого песка до марки «ОВС-025-1»

научно доказаны закономерности физико-химических процессов стеклообразования в интервале температур 1400-1450°C в зависимости от режима термообработки исходных компонентов стекольных шихт;

установлены закономерности влияния количества и вида исходных компонентов, добавляемых необходимых премиксов стекольных шихт на физико-технические и технологические свойства готовых образцов стекольных материалов, которые находятся в пределах 0,5-1,0 мас.%;

установлено, что процесс полного завершения стеклообразования происходит при температуре 1400-1420°C, т.е. на 20-30°C ниже по сравнению действующими процессами получения стекла;

обоснована возможность использования разработанных составов стекломассы для получения стекольных материалов хозяйственно-бытового назначения с светопрозрачностью 81,1-88,5 %.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

обоснована возможность получения стекольных материалов хозяйственно-бытового назначения со светопрозрачностью 81,1-88,5% на основе разработанных рецептур, с использованием обогащенных кварцевых песков Ойнакумского и жильного кварца Тулакулского месторождения, полевого шпата участка «Ингичка» с необходимыми добавками;

оптимизированы сырьевые составы стекольных шихт и разработаны параметры технологических режимов получения бесцветных тарных стекол с пониженной температурой варки на основе местных сырьевых компонентов;

образцы стекла, разработанные на основе новой рецептуры стекломассы, получены в результате проведения экспериментальных испытаний в условиях производства стеклянной тары.

Достоверность результатов исследования подтверждена с использованием химико-аналитических и современных физико-химических методов анализа (рентгенофазовый, дифференциально-термический, микроскопический, сканирующий электронно-микроскопический, ИК-спектроскопический), а также проведением опытно-промышленных испытаний образцов прозрачной стеклянной тары в условиях производства в соответствии с действующими требованиями технологии силикатов.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что в процессе получения стекольных материалов на основе нового состава были тщательно изучены термическая обработка сырьевых компонентов, образование стекломассы, фазовые превращения минералов исходных компонентов и полиморфизм кремнезема, а также научно обоснованы функциональные зависимости между изменениями физико-химических и технологических показателей образцов в зависимости от разработанного состава с использованием полученного кварцевого концентрата, что, в свою

очередь, позволяет использовать полученные результаты в качестве учебного пособия в процессе обучения бакалавров и магистров по соответствующему направлению в системе высшего образования.

Практическая значимость результатов исследования заключается в том, что впервые на основе местных сырьевых компонентов разработаны и оптимизированы новые энергосберегающие составы и технология получения стеклянной тары с улучшенными технологическими свойствами при пониженных температурах. Технология получения прозрачного тарного стекла не только способствует расширению сырьевой базы, но и обеспечивает возможность производства высококачественной силикатной продукции, соответствующей стандартам, что, в свою очередь, способствует повышению экономической эффективности производственного процесса.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по обогащению высококремнеземистого сырья и получению на их основе прозрачной стеклянной тары с улучшенными свойствами с использованием месторождений кварцевого песка Ойнакум, жильного кварца Тулакул и полевого шпата участка Ингичка:

технология обогащения, разработанная для получения высококачественного кварцевого концентрата на основе месторождений кварцевого песка Ойнакум и жильного кварца Тулакул, включен в перечень перспективных разработок, внедряемых в ООО «ASL OYNA» в 2024-2025 годах (Справка 04/15-3738 Ассоциации «O‘zsanoatqurilishmaterillari» от 4 декабря 2024 года). В результате даёт возможность получение кварцевого концентрата, соответствующего действующим стандартам;

технология получения прозрачной стеклянной тары на основе обогащённого кварцевого концентрата, полевого шпата участка Ингичка и других традиционных добавок включена в перечень перспективных разработок ООО "ASL OYNA" на 2024–2025 годы (Справка 04/15-3738 Ассоциации «O‘zsanoatqurilishmaterillari» от 4 декабря 2024 года). В результате даёт возможность производство прозрачной стеклянной тары, полностью соответствующих действующим стандартам.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 3 международных и 5 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 15 научных работ. Из них 7 научные статьи, включая 1 статью в журнале, входящем в базу данных Scopus, 2 статьи в зарубежных научных изданиях и 4 в республиканских журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Объем и структура диссертации. Структура диссертации состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 110 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объекты и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложена научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о состоянии внедрения в практику результатов исследования по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Анализ современного состояния и перспективы развития производства стекольных материалов. Разработка составов, свойства, способы получения стекло. Процессы обогащения высококремнеземистого сырья и стеклообразования»** приведены результаты критического анализа работ, имеющих в научно-технической литературе и электронных источниках, опубликованных последних работах, а также сложившиеся тенденции развития и прогнозные данные использования минерально-сырьевых и вторичных ресурсов в производстве стекла. Показано, что наряду с имеющимися достижениями, в данном направлении существуют проблемы, связанные с целенаправленным исследованием нетрадиционных каменистых пород и кварцсодержащих отходов для разработки составов с энерго- и ресурсосберегающими технологиями их получения. Обсуждены данные по технологии получения стекольных материалов различного назначения, а также составы стекольных расплавов, разработанные с использованием различных промышленных отходов. На основе критического анализа и обсуждения опубликованных работ сформулированы цель и задачи данного исследования.

Во второй главе диссертации **«Физико-химические и классические методы исследования образцов стекольных материалов. Методы обогащения высококремнеземистого сырья»**, представлены данные о способах подготовки исходных компонентов и опытных образцов стекольных материалов, разработанных на основе исследуемых отечественных кварцевых песков и других минерально-сырьевых ресурсов Республики. В рамках исследования были проанализированы их химический, гранулометрический и минералогический составы, а также физико-химические свойства и процессы стеклообразования с применением современных методов физико-химического анализа и традиционных методов производства стекольных материалов.

В третьей главе диссертации **«Характеристика исходных высококремнеземистых сырьевых материалов и их обогащение различными технологическими методами»**, представлены результаты исследования химико-минералогических и гранулометрических составов, а также физико-химических характеристик ряда месторождений высококремнеземистых сырьевых ресурсов Узбекистана и полевого шпата, используемого для замены технического глинозёма при разработке эффективных шихтовых составов стекольных материалов. Также

представлены результаты обогащения высококремнеземистых сырьевых ресурсов с применением различных технологических методов, направленных на получение кварцевого концентрата.

В табл.1 приведены результаты анализа химических составов перспективных месторождений сырьевых ресурсов Узбекистана, использованных для разработки шихтового состава стекольных материалов.

Таблица 1

Химические составы исходных и обогащенных высококремнеземистых сырьевых ресурсов различных месторождений Узбекистана

Наименование сырья	Содержание оксидов, мас. %								п.п.п., мас.%
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	
Жильный кварц Тулакула	98,3	0,73	0,06	0,01	0,06	-	0,14	0,12	0,58
Жильный кварц Тулакула. обогащенный	98,9	0,40	0,03	0,001	0,02	-	0,06	0,08	0,51
Кварцевый песок Ойнакум	96,3	1,55	0,11	0,001	0,30	-	0,12	0,85	0,95
Кварцевый песок Ойнакум. обогащенный	98,8	0,45	0,025	0,001	0,05	-	0,08	0,43	0,86
Полевой шпат участка Ингичка	69,5	17,3	0,03	-	0,40	сл.	6,30	5,65	0,82
Дехканабадский доломит	2,7	0,35	0,07	0,001	33,1	18,7	0,05	0,01	45,0

Примечание: В (п.п.п) входят: адсорбционная, гидратная и кристаллизационная вода, органические и летучие вещества, а также оксид углерода (IV)

В Узбекистане большинство месторождений кварцевых сырьевых ресурсов не соответствуют требованиям действующих стандартов ГОСТ 22551-2019 по химическому составу. Для производства высококачественных стекольных изделий, включая бесцветное стекло с высокой светопрозрачностью, необходимо дополнительно провести обогащение, так как кварцевый песок является основным компонентом стекольной шихты, что обуславливает высокие требования к его качеству. Согласно данным, представленным в таблице 1, содержание кварца в использованных кремнеземистых сырьевых ресурсах варьируется от 96,3 до 98,3 мас.%, при этом после обогащения его содержание увеличивается до 98,8-98,9 мас.%.

Следует отметить, что для производства стекольных материалов широко используется технический глинозём. Полевой шпат, добываемый на участке «Ингичка», по своему химическому составу и свойствам может служить заменой техническому глинозёму, который оказывает значительное влияние на процессы силикатообразования и стеклообразования, а также способствует осветлению и понижению температуры плавления стекломассы. Химический состав образцов полевого шпата с участка «Ингичка» соответствует требованиям действующих нормативов, регулирующих качество сырья, в соответствии с ГОСТ 13451-77. Минералогический состав полевого шпата аналогичен составу традиционного полевого шпата. Химический состав доломита в основном состоит из оксидов кальция и магния, что соответствует

действующего стандарта ГОСТ 23672-2020 доломита для стекольной промышленности.

Минералогический состав сырьевых компонентов был исследован с помощью рентгенофазового анализа. На рентгенограмме образца Тулакульского жильного кварца (рис. 1) наблюдаются дифракционные максимумы с межплоскостными расстояниями, характерными для β -кварца ($d = 0,427; 0,335; 0,246; 0,228; 0,224; 0,213; 0,198; 0,182; 0,167; 0,137$ нм). Дифракционные максимумы с низкой интенсивностью соответствуют полевошатовым минералам ($d = 0,138; 0,154$ нм).

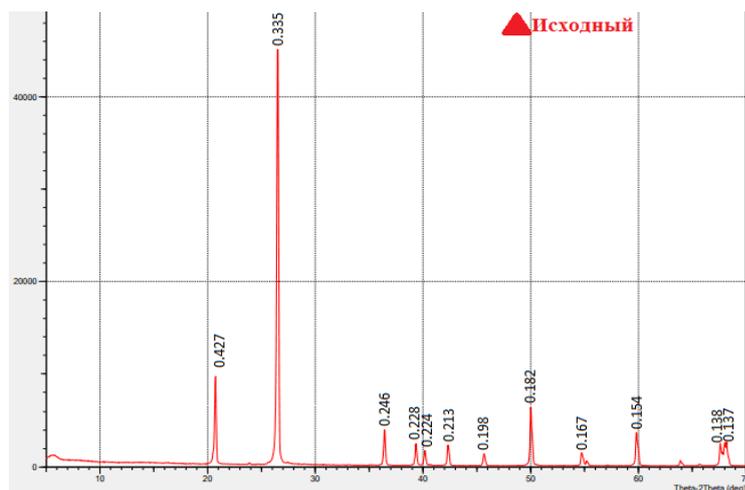


Рис.1. Рентгенофазовый анализ образца жильного кварца Тулакул

Дифференциально-термический анализ образца жильного кварца (рис. 2) показал наличие четырех эндотермических эффектов на кривой нагрева. Эндотермический эффект при температуре 190°C соответствует удалению адсорбционной влаги. Эндотермические эффекты при температурах 573°C и 875°C связаны с полиморфными переходами β -кварца в высокотемпературные модификации α -кварца и α -тридимита соответственно.

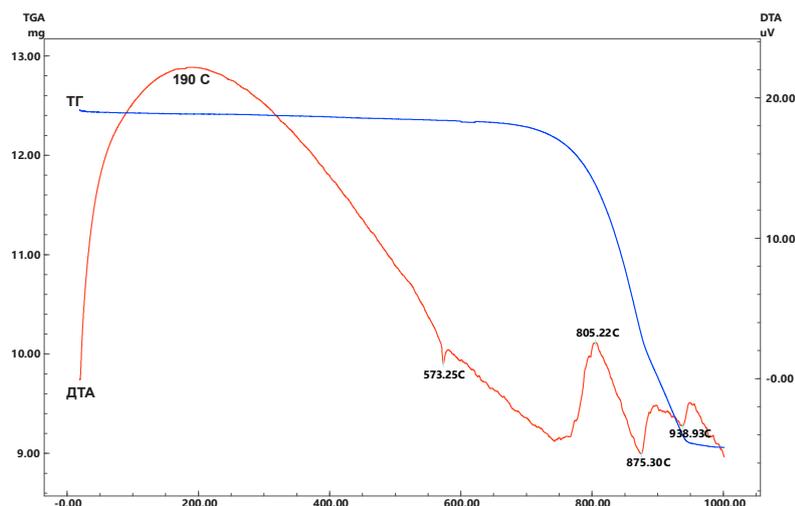


Рис.2. Результаты ДТА анализа образца жильного кварца Тулакул

Эндотермический эффект при температуре 939°C относится к разложению исходной структуры кремнеземистых минералов. Появление единственного экзотермического эффекта при температуре 805°C , вероятно, связано с образованием стеклофазы.

В ИК спектре образца жильных кварцев Тулакульского месторождения

(рис.3) наблюдаются интенсивные полосы поглощения в области частот 694, 777 и 1060 см^{-1} соответствующие асимметричным и симметричным валентным колебаниям кремнекислородных тетраэдров $[\text{SiO}]^{4+}$. Следует отметить, что на кривых ИК спектра полосы поглощения в области частот 777, 794 см^{-1} относятся к группе кислород-кремний-кислород (O-Si-O), полоса поглощения, соответствующая -Si-O-, появляется в области 1060 см^{-1} .

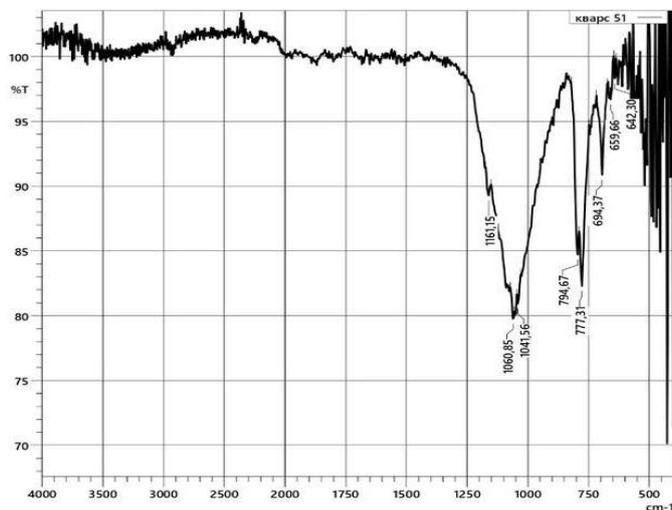


Рис. 3. ИК-спектральный анализ образца жильного кварца Тулакул

Известно, что в процессе получения стекольных изделий в технологических условиях кварцевые пески подвергаются термообработке при различных температурных режимах. Для определения их фазовых превращений и дальнейшего обогащения образцы Ойнакумского кварцевого песка подвергали термообработке при температуре 900 $^{\circ}\text{C}$ (рис.4).

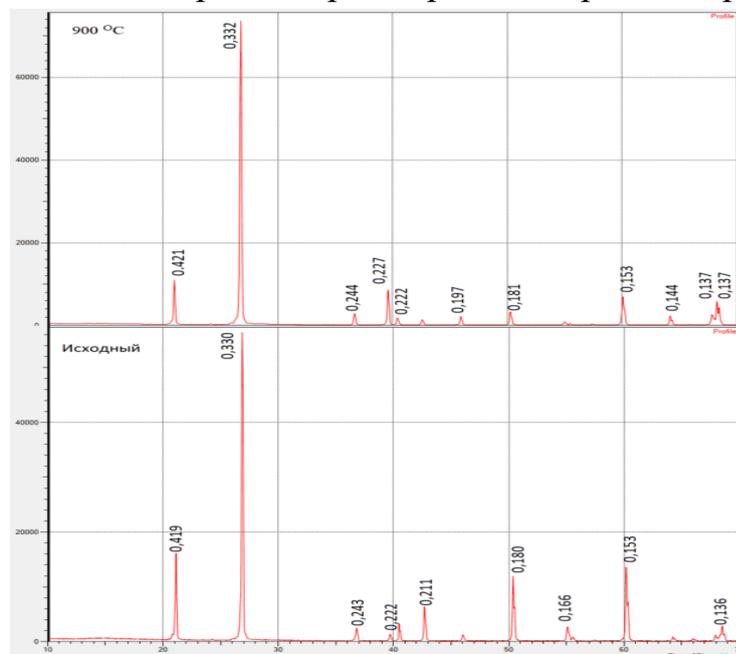


Рис. 4. Рентгенограммы обожженного (900 $^{\circ}\text{C}$) и исходного образца кварцевого песка Ойнакумского месторождения

На рентгенограмме исходного образца (рис.4) Ойнакумского кварцевого песка наблюдается дифракционные максимумы, относящиеся минералом β -кварца ($d = 0,419; 0,330; 0,243; 0,222; 0,211; 0,197; 0,180; 0,166; 0,153; 0,136$ нм), линии с малой интенсивность относятся к глинисто-полевошпатовым

минералом и частично карбонатам ($d = 0,138, 0,153$ нм).

На рентгенограмме обожженного образца при температуре 900°C кварцевого песка отмечается снижение интенсивности дифракционных максимумов α -кварца, о чем свидетельствует появление характерных дифракционных максимумов, соответствующих α -тридимиту ($d = 0,421; 0,332; 0,244; 0,227; 0,222; 0,197; 0,181; 0,153; 0,144; 0,137$ нм).

Гранулометрический состав кварцевых песков также оказывает существенное влияние на процесс стеклообразования. Результаты определения гранулометрического состава образца кварцевого песка показали (рис.5), что они относятся к мелкодисперсным, и могут быть применены в стекловарении. Кроме того, более чем на 85 % он представлен частицами размером 0,1 до 0,5 мм, что является оптимальными для стекловарения.

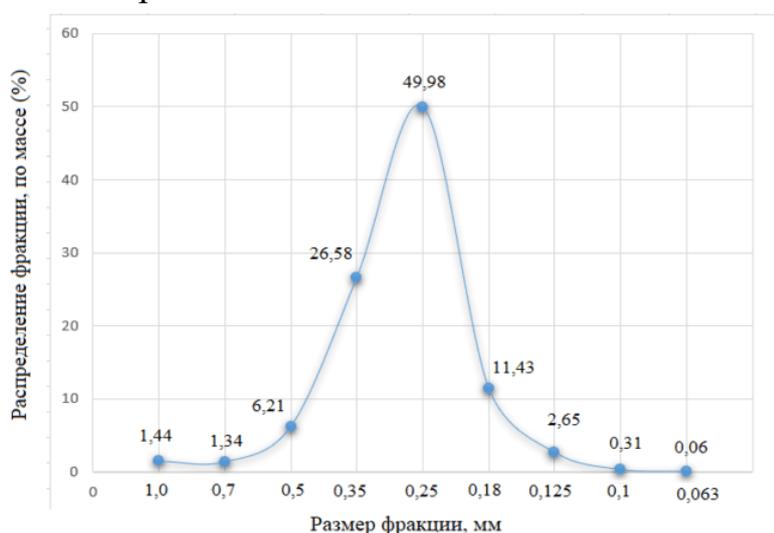


Рис.5.
Гранулометрический
состав Ойнакумского
кварцевого песка

На основе полученных результатов установлено, что Ойнакумского кварцевого песка можно отнести к марке «С-070-2» с незначительным завышенным оксидом алюминия Al_2O_3 и использовать в производстве полубелого стекла. Кроме того, на основе химического состава видно, что основными примесями, которые могут окрашивать синтезируемое стекло являются Fe_2O_3 и TiO_2 . Из-за этого прямое потребление кварцевого песка Ойнакумского месторождения для производства особо чистых стекольных изделий не представляется возможным. Поэтому для этих целей предлагается их обогащать. Обогащение Ойнакумского кварцевого песка для получения кварцевого концентрата состоит из следующих технологических процессов:

Процесс (первичной) магнитной сепарации, которая позволяет извлекать примесей в песках, обладающих определенным положительным значением магнитной восприимчивостью. Химический состав кварцевого песка Ойнакум после магнитной сепарации (в мас. %) $\text{SiO}_2 - 97,5$; $\text{Al}_2\text{O}_3 - 1,70$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0,07$; $\text{TiO}_2 - 0,02$; $\text{CaO} - 0,14$; $\text{MgO} - 0,06$; $\text{Na}_2\text{O} - 0,15$; $\text{K}_2\text{O} - 0,35$. Согласно результатам химического анализа после магнитной сепарации следует, что кварцевые пески могут быть отнесены к марке «С-070-1».

Процесс промывки. После промывки образцов кварцевого песка был

получен кварцевый концентрат со следующим химическим составом (в мас. %): SiO_2 – 97,6; Al_2O_3 – 1,60; Fe_2O_3 – 0,06; TiO_2 – 0,02; CaO – 0,09; MgO – 0,08; Na_2O – 0,15; K_2O – 0,40. Можно отметить, что после промывки кварцевого песка содержание Al_2O_3 снизилось с 1,70 до 1,60 мас. %, а содержание оксида железа Fe_2O_3 — с 0,07 до 0,06 мас. %. При этом наблюдается увеличение содержания SiO_2 с 97,5 до 97,6 мас. %. Данный концентрат подходит для производства флоат-стекла и технических стекол, соответствуя марке «С-070-1».

Процесс оттирки дополнительная очистка поверхности зерен кварца от тонкодисперсных примесей содержащие окрашивающие оксиды (Fe_2O_3 , TiO_2). Время оттирки составляло 40 минут, в результате был получен кварцевый концентрат со следующим химическим составом (в мас. %): SiO_2 -97,8; Al_2O_3 -1,50; Fe_2O_3 -0,05; TiO_2 -0,01; CaO -0,06; MgO -0,02; Na_2O -0,15; K_2O -0,40.

Данный метод показал высокую эффективность в процессе обогащения, а полученный кварцевый концентрат может быть использован не только для производства флинтowego и парфюмерного стекла, но и для изготовления медицинской, лабораторной и другой хозяйственно-бытовой стеклянной продукции с высокой светопропускаемостью.

Процесс термообработки. После предыдущих стадий концентрат подвергли термообработке при $900\text{ }^\circ\text{C}$ с выдержкой 60 минут и резким охлаждением в водной среде. Охлажденный концентрат сушили при температуре $120 \pm 10\text{ }^\circ\text{C}$, а затем проводили магнитную сепарацию. В результате был получен кварцевый концентрат с высокими показателями чистоты: SiO_2 – 98,8; Al_2O_3 – 0,45; Fe_2O_3 – 0,025; TiO_2 – 0,001; CaO – 0,05; MgO – следы; Na_2O – 0,12; K_2O – 0,43. Полученный концентрат кварцевого песка рекомендован для использования в производстве стекольных изделий высокой светопрозрачностью соответствующих марке «ОВС-025-1» и «ОВС-025-1А».

В результате проведенных исследований разработана комбинированная технологическая схема обогащения кварцевого песка (рис.6).

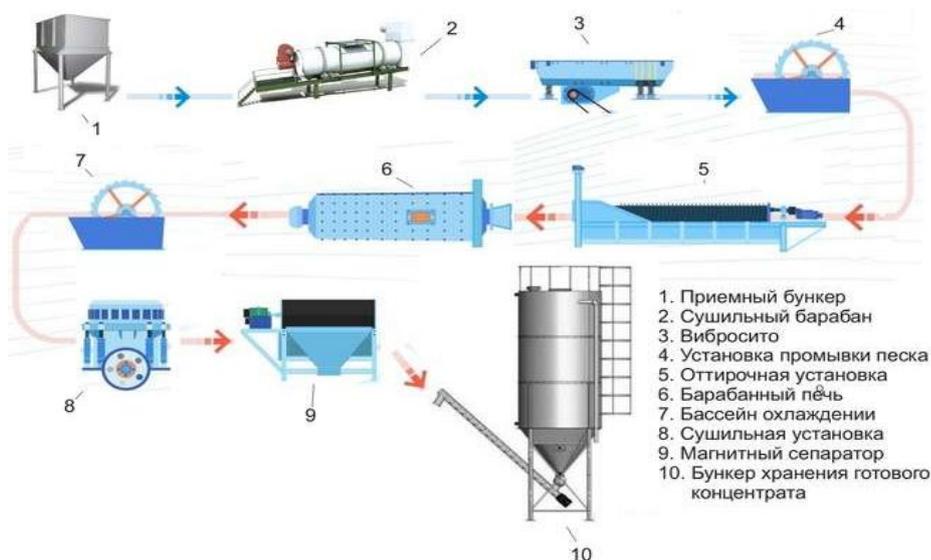


Рис.6.
Комбинированная технологическая схема обогащения кварцевого песка

При этом следует отметить, что вышеуказанные способы технологической подготовки природного кварцевого песка позволяют снизить температуру варки стекол примерно на 20-30°C и более, что оправдывает первичные расходы, связанные с термообработкой исходного сырья.

Таким образом, применение вышеуказанных методов обогащения способствует улучшению качества песка, достигая более высокой марки по сравнению с традиционным процессом обогащения. Результаты обогащения кварцевого песка месторождения Ойнакум различными методами и их влияние на качество кварцевого концентрата представлены в таблице-2 при сравнении с требованиями действующего стандарта ГОСТ 22551-2019.

Таблица 2

Сравнения влияния разработанной технологии обогащения на химический состав и марку кварцевого песка

Кварцевый песок Ойнакумского месторождения	Массовая доля, %			Марка песка по ГОСТ 22551-2019
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	
Исходный образец	96,1	0,72	0,12	С-070-2
Первичная магнитная сепарация	97,5	0,70	0,07	С-070-1
После промывки	98,6	0,60	0,06	С-070-1
После оттирки	98,6	0,50	0,05	ВС-050-1, ВС-050-2
После термообработки	98,8	0,45	0,025	ОВС-025-1А ОВС-025-1

На основании химико-минералогического и гранулометрического состава можно сделать вывод, что обогащённый кварцевый песок месторождения Ойнакум в целом соответствует современным требованиям стекольного производства. Результаты микроскопического анализа исходного образца кварцевого песка Ойнакумского месторождения сопоставлением с образцами после процессов промывки и оттирки, а также термообработки (900°C) с последующей магнитной сепарацией приведены на рис. 7.

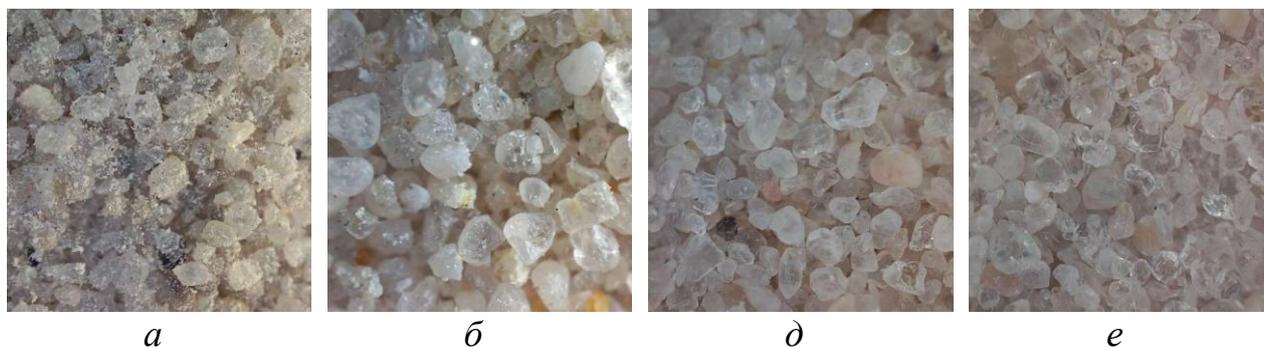


Рис.7. Микроскопические снимки (x30) образца кварцевого песка: а- исходный, после: б-промывки, д-оттирки, е-термообработки

Микроскопические снимки (рис.7) показывают, что зерна необогащенного кварцевого песка имеют характерную желтоватую пленку, состоящую из примесей, которая полностью исчезает после прохождения всех этапов обогащения.

Сравнительный электронно-микроскопический (СЭМ) анализ образца Ойнакумского кварцевого песка (рис.8) показывает, что исходный образец кварцевого песка (а) в основном состоит из округлых частиц, что является характерной формой для природного кварцевого песка. Поверхность кристаллов гладкая и плотная, представлена стекловидными зернами, а также содержит мелкие трещины и микропоры. Однако в образце (б), подвергнутом термической обработке при температуре 900 °С с последующим резким охлаждением в воде, наблюдаются значительные структурные изменения. На поверхности кристаллов выявлено множество микротрещин, разрушений, деформация формы и структурные разрушения, что способствует проникновению легкоплавких шихтовых компонентов в трещины и приводит к снижению температуры плавления стекла. Эти изменения связаны с фазовыми переходами минерала кварца и интенсивными перепадами температуры.

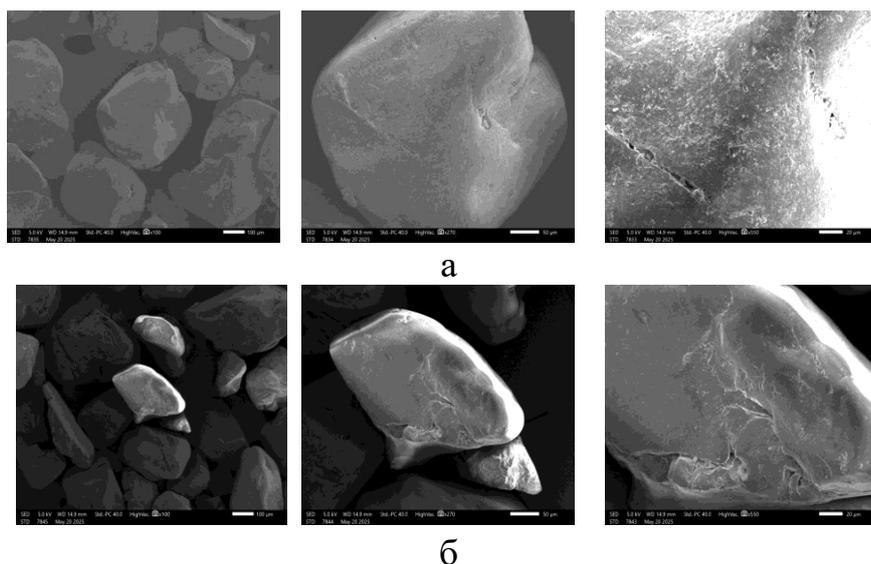


Рис.8. Электронно-микроскопические снимки образца кварцевого концентрата: а- исходный, б- после термообработки

Таким образом, результаты проведенных исследований по обогащению кварцевого песка Ойнакумского месторождения показали, что наибольшая эффективность по удалению вредных примесей, в виде оксидов железа и титана достигается за счёт применения процессов первичной магнитной сепарации, отмывки, оттирки и термообработки с последующей магнитной сепарацией. В результате разработки данной технологии обогащения кварцевого песка содержание оксида железа снижается до 0,025 мас % и данная комбинированная линия обогащения песка позволяет предприятию получения максимально чистого кварцевого концентрата и в результате выпуска качественного стекла и стеклотары.

В четвертой главе диссертации «Разработка составов и технологические характеристики стеклотарных образцов и их опытно-

производственное испытания. Расчет ожидаемой экономической эффективности и рекомендация полученных результатов исследований в производство» приводятся результаты исследования по получению опытных образцов тарных стекол на основе кварцевого концентрата с необходимыми добавками - премиксами. Разработаны составы образцов стекол высокой светопрозрачностью. Приведены результаты опытно-производственных испытаний разработанных составов тарного стекла в условиях «ASL OYNA» ООО. Определены соответствие стекольных образцов отвечающих по всем требованиям действующих стандартов и приведен расчет экономической эффективности разработанных технологий.

Для синтеза стекольных опытных образцов шихту рассчитывали на основе химического состава стекла согласно ГОСТ 52022-2003 и O'z DSt 2439:2012 сырьевых компонентов приведенных в табл.4, на 100 гр. стекломассы. При этом учитывали улетучивание и разложение определенных сырьевых материалов в процессе варки.

Расчет шихты для варки стекла проводили со следующим химическим составом, мас. %: SiO₂ -72,5, Al₂O₃ -1,5, CaO -8,0, MgO -3,5, Na₂O -14,5. Для этой цели вначале провели расчет шихтового состава из обогащенного кварцевого концентрата, доломита, соды, полевого шпата (КДД) и других сырьевых компонентов.

Таблица 3

Образцы опытных составов стекольной шихты для получения бесцветного стекла

Сырьевые материалы	Разработанные опытные составы стекол						
	Образец	КДД-1	КДД-2	КДД-3	КДД-4	КДД-5	КДД-6
Кварцевый песок	55-65	-	-	-	-	-	-
ККОМ	-	52	55	50	-	-	-
ККТМ	-	-	-	-	52	53	55
Кальцинированная сода	19-20	16,8	18	17,7	17,2	18	17,8
Дехканабадский доломит	16-17	11,7	12	11,5	11,7	11,3	11,5
Микрокальцит (мел)	5-6	6,5	6,1	6,7	6,6	7,1	7,3
Полевой шпат	-	12,8	10	13,7	12,3	11,3	9,7
Глинозём	0,5	-	-	-	-	-	-
Премиксы	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Примечание: ККОМ- концентрат Ойнакумского кварцевого песка, ККТМ- концентрат жильного кварца Тулакул.

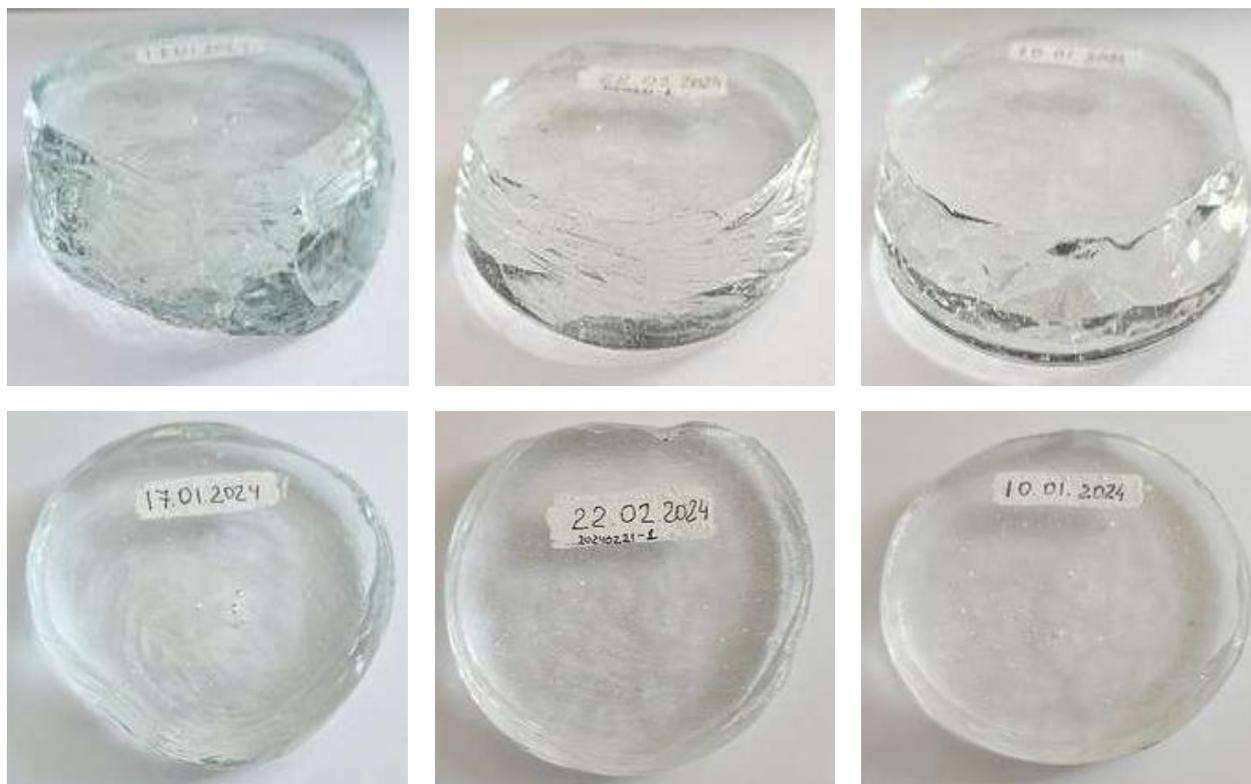
Проведено опытно-производственное испытания путем варки указанных шихтовых составов для получения стекольных изделий в условиях ООО «ASL OYNA», выпускающего стеклотары различного назначения. Результаты определения температуры плавления исследуемых составов показали, что они имеют более низкую температуру плавления по сравнению с производственным образцом (табл.5).

Таблица 4

Температура плавления образцов опытных составов стекломассы

Показатели температуры, Т°С	Разработанные опытные составы стекол						
	Образец	КДД-1	КДД-2	КДД-3	КДД-4	КДД-5	КДД-6
Начало плавления	1420	1380	1405	1395	1400	1405	1415
Конец плавления	1510	1450	1470	1460	1475	1465	1495

В результате (рис.9) были получены опытно производственные образцы тарного стекла (а), соответствующего производственному составу и прозрачные стекла (б, д) для получения прозрачных тарных стекол без внутренних и внешних пузырьков и трещин.



а

б

д

Рис.9. Фотографии опытных образцов стекол

На основе проведенных исследований разработана технологическая схема производства стеклянной тары в условиях ООО «ASL OYNA». При замене действующей производственной шихты стоимостью 2088400 сум на разработанный опытный состав стекла с себестоимостью 1830900 сум. При этом ожидаемый экономический эффект составляет 257500 сум/тн. или 13% в условиях ООО «ASL OYNA».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Исследованы химико-минералогические и гранулометрические составы, физико-химические характеристики кварцевых песков Ойнакумского, жильного кварца Тулакульского, доломитов Дехканабадского месторождений, полевого шпата участка «Ингичка» с использованием физико-химических и классических методов стекольной технологии.

2. Разработана технология обогащения кремнеземистого сырья с комплексным использованием процессов промывки, оттирки и термообработки с последующей магнитной сепарацией, в результате получен кварцевый концентрат с содержанием оксида кремния 99,0 мас. %.

3. Установлено, что наибольшая эффективность в удалении вредных примесей (Fe_2O_3 и TiO_2) достигается за счет применения процессов промывки, оттирки и термообработки с последующей магнитной сепарацией. Это позволяет снизить содержание оксида Fe_2O_3 до 0,025 мас. %, что способствует улучшению качества кварцевого песка до марки «ОВС-025-1», которые пригодны для стекольных изделий с высокой светопрозрачностью.

4. Разработаны оптимальные шихтовые составы и технологические режимы получения стекольных изделий с высокой светопрозрачностью на основе отечественных высококремнеземистых сырьевых ресурсов, в частности Ойнакумских кварцевых песков, Тулакульских жильных кварцев и полевого шпата участка «Ингичка» для производства высококачественных стекольных материалов.

5. Установлено, что благодаря использованию полевого шпата (1150–1250 °С) вместо технического глинозёма (выше 2000 °С) в стекольной шихте химические процессы протекают при относительно более низких температурах, что, в свою очередь, способствует улучшению варки стекла и гомогенизации стекломассы.

6. Получены образцы прозрачного стекла при более низких температурах (1380-1450 °С) без внутренних, внешних пузырьков и трещин, соответствующих действующим требованиям O'z DSt 2439:2012.

7. На основе проведённых исследований были разработаны и испытаны в условиях предприятия образцы стеклянной тары хозяйственно-бытового назначения, в результате чего ожидаемая экономическая эффективность внедрения состава стекломассы по новой рецептуре в условиях ООО «ASL OYNA» составила 257 500 сумов на одну тонну стекломассы.

8. Показано, что полученные результаты могут быть использованы в качестве справочного материала по обогащению кремнеземистых сырьевых ресурсов и разработке составов и технологии производства стекольных материалов различного назначения, а также позволяют расширить сырьевую базу силикатной промышленности Республики, в частности для производства стекольных материалов строительного, технического и хозяйственно-бытового назначения, а также других силикатных материалов.

**ON-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC
DEGREE DSc.02/05.05.2023.K/T.35.02 AT INSTITUTE OF
GENERAL AND INORGANICAL CHEMISTRY**

INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANICAL CHEMISTRY

ANVAROV AKBARJON BAXROM UGLI

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR PRODUCING
TRANSPARENT GLASS WITH IMPROVED PROPERTIES BASED ON
THE OBTAINED CONCENTRATE BY ENRICHING HIGH-SILICA
RAW MATERIALS**

02.00.13 - Technology of inorganic substances and materials based on them.

02.00.15 - Technology of silicate and refractory non-metallic materials

**DISSERTATION ABSTRACT FOR THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD)
TECHNICAL SCIENCE**

Tashkent-2025

The dissertation subject of Doctor of Philosophy (PhD) is registered at Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan in number B2024.4.PhD/T5032.

Dissertation was completed at the Institute of General and Inorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (uzbek, russian, english (resume)) on the scientific website page of the Scientific Council www.ionx.uz and on the information of "ZiyoNet" Information and educational portal www.ziynet.uz.

Scientific supervisor:	Kadyrova Zulaykho Raimovna doctor of chemical sciences, professor
Official opponents:	Namazov Shafolat Sattarovich doctor of technical sciences, professor, academician Yunusov Mirdjalil Yusupovich doctor of technical sciences, professor
Lead organization:	Navoi state mining and technology university

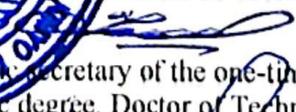
The defense of the thesis will take place "10" july 2025 at "14⁰⁰" hours at a meeting of the DSc Scientific Council DSc.02/05.05.2023K/T.35.02 at the Institute of General and Inorganic Chemistry at the address: (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek St., 77-a. Tel.: (+99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz).

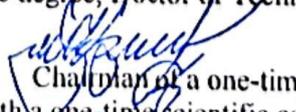
The dissertation can be found at the information and resource center of the Institute of General and Inorganic Chemistry (indicated under the number 75). (Address: 100170, Tashkent, Mirzo Ulugbek st., 77-a. Tel.: (99871) 262-56-60; fax: (+99871) 262-79-90, e-mail: ionx@academy.uz).

The abstract of the dissertation was sent out "26" june 2025.
(registry of the mailing protocol №75. dated "26" june 2025.




N.H. Usanbaev
Chairman of the one-time scientific council
for the award of an academic degree, Doctor of Technical Sciences, prof.


J.S. Shukurov
Secretary of the one-time scientific council
for the award of an academic degree, Doctor of Technical Sciences, prof.


Sh.S. Namazov
Chairman of a one-time scientific seminar
with a one-time scientific council for the award
scientific degree, doctor of Technical Sciences, prof., academic

Introduction (PhD dissertation abstract)

The aim of the research work is to develop a technology for enriching high-silica raw materials and obtaining transparent container glass with improved properties on its basis.

The object of the research work are quartz sand from the Oynakum deposit and vein quartz from the Tulakul deposit, feldspar from the Ingichka site, as well as the obtained quartz concentrate and synthesized experimental glass samples.

The scientific novelty of the research work are as follows:

the suitability of Oynakum quartz sand, Tulakul deposit vein quartz, and feldspar from the "Ingichka" site for the production of glass with improved physical and technical properties has been substantiated;

it has been established that the highest efficiency in removing harmful impurities such as Fe_2O_3 and TiO_2 is achieved through washing, scrubbing, and heat treatment processes, followed by magnetic separation. As a result, the Fe_2O_3 content is reduced to 0.025 wt.%, and the quality of quartz sand improves to the "OBC-025-1" grade;

the regularities of physicochemical processes of glass formation in the temperature range of 1400–1450°C have been studied, depending on the heat treatment mode of the initial components of glass batches;

the influence patterns of the quantity and type of initial components, as well as the necessary premixes added to the glass batch, on the physical, technical, and technological properties of the final glass material samples have been established, with variations within 0.5–1.0 wt.%;

it has been determined that the complete glass formation process is finalized at a temperature of 1400–1420°C, which is 30–50°C lower compared to existing glass production processes;

the feasibility of using the developed glass compositions for the production of household glass materials with a light transmittance of 81.1–88.5% has been substantiated.

Implementation of research results. Based on the obtained scientific results in the development of enrichment technology for high-silica raw materials and the production of transparent container glass with improved properties:

a technology for enriching high-silica raw materials to obtain quartz concentrate for glass batch preparation has been developed. It has been included in the list of promising developments to be implemented at LLC "ASL OYNA" in 2024–2025 (Reference No. 04/15-3738 from the "O‘zsanoatqurilishmateriallari" Association, dated December 4, 2024). As a result, the production of transparent container glass based on the obtained quartz concentrate that meets current standard requirements becomes possible.

the developed technology for producing transparent container glass with improved properties has been included in the list of promising developments to be implemented at LLC "ASL OYNA" in 2024–2025 (Reference No. 04/15-3738 from the "O‘zsanoatqurilishmateriallari" Association, dated December 4, 2024). As

a result, it becomes possible to produce high-demand transparent container glass based on enriched silica raw materials.

Volume and structure of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, conclusions, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 110 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Kadyrova Z.R., Anvarov A.B. Enrichment of Oinakum deposit quartz sands for synthesizing high-quality transparent glass, Glass and Ceramics. 2024, vol.80, P.435-439. Scopus (3), IF-0,6.

2. Kadyrova Z.R., Anvarov A.B. Phase transformations of silica in vein quartz of the Tulakul deposit. The American Journal of Applied Sciences. 2024. Volume 06, P. 11-19. (ResearchBib (14) IF-11,70)

3. Ahmadjonov A.A., Kadyrova Z.R., Anvarov A.B. The replacement of quartz sand with microsilica for obtaining glass materials. International Journal of Current Science Research and Review, 2023, Volume 06, P. 5940-5944. (ResearchBib, IF-6,0)

4. Анваров А.Б., Кадырова З.Р. Применение кварцевого песка Ойнакумского месторождения в производстве тарного стекла. ЎзР ФА Ёш олимлар ахборотномаси. 2023, №4 (1), Б.15-18. (ОАК Rayosatining 2023-yil 30 noyabrda 346-son qarori)

5. Anvarov A.B., Kadyrova Z.R., Ahmadjonov A.A. Enriching quartz sand of Oynakum and determining suitability for glass production. Узбекский химический журнал. 2023, № 3, С.70-75. (02.00.00, №6).

6. Анваров А.Б., Кадырова З.Р. Определение пригодности Тулакульского жильного кварца для получения стекольных материалов. Узбекский химический журнал. 2022 г, № 5, С. 34-38. (02.00.00, №6)

7. Эминов А.А., Анваров А.Б., Намазов Ш.С. Свойства огнеупорной массы на основе двойной и тройной композиции с использованием кварцита, кварцевого песка и каолина. Узбекский химический журнал. 2021, № 4, С.37-42 (02.00.00, №6).

II бўлим (II часть; part II)

8. Эминов А.А., Анваров А.Б., Намазов Ш.С. Полиморфизм кремнезема в высокодисперсных помолах кварца. Материалы VI Международной конференции «Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем» (Золь-гель 2020). Самарканд, 2021, С. 45-47.

9. Kadyrova Z.R., Anvarov A.B. High-silica resources of Uzbekistan as a raw material source for obtaining high-pure glasses. «Scientific research in the modern world». Proceedings of I International Scientific and Practical Conference. Toronto, 2022, P. 286-289.

10. Kadyrova Z.R., Adinaev Kh.A., Anvarov A.B. Study of the material composition of vein quartz of the Tulakul deposit for glass production, «XIV International scientific and practical conference Development, education, culture:

integration trends in the modern world». Norway, 2023, P. 468-469.

11. Anvarov A.B., Kadyrova Z.R. Quartites and veined quartz of Uzbekistan as a silicum source for obtaining high-pure glasses. Матер.Межд.науч.конф. «Наука, техника и инновационные технологии в период возрождения новой эпохи могущественного Государства». Ашгабад, 2023. С. 25-26.

12. Анваров А.Б., Кадырова З.Р., Бабаев З.К. Стеклокристаллические материалы с использованием отходов промышленности. Материалы II-Республиканской науч.-прак. конф. с участием зарубежных ученых «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов» посвященная 90-летию лабораторий Химии и химической технологии силикатов АН РУз и памяти Заслуженного деятеля науки Узбекистана, д.х.н., проф. Н.А.Сиражиддинова, приуроченный Международному году «Стекло-2022» Ташкент, 2022, С. 238-241.

13. Анваров А.Б., Қодирова З.Р. Шиша ишлаб чиқариш учун Тулакул томирсимон кварцларининг физик-кимёвий тахлили. «Кимё ва кимёвий технологиянинг долзарб муаммолари ва ечимлари» мавзусидаги Респуб. илмий амалий конф. материаллари, Навоий, 2023, Б. 236-237.

14. Anvarov A.B., Qodirova Z.R., Axmadjonov A.A. Ustyurt gaz-kimyо majmuasi glinazyomli chiqindilarini shisha tara sihlab chiqarishga yaroqliligi. «Yangi O‘zbekiston fani va ta’limi rivojlantirishda yoshlarning o‘rni» mavzusidagi yoshlar konferensiyasi. Toshkent, 2023 y. B. 83-84.

15. Адинаев Х.А., Қодирова З.Р., Ахмаджонов А.А., Анваров А.Б. Ўзбекистон жанубий минтақасидаги кварц қумларининг шиша ишлаб чиқаришдаги имкониятлари. Матер. Межд. науч.техн. конф. «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана», посвященной 90-летию со дня создания Института общей и неорганической химии АН РУз и 80-летию со дня создания Академии наук Республики Узбекистан. Т, 2023. С. 210-211.

Avtoreferat «O‘zbekiston kimyo» jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib, o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.

Bosmaxona litsenziyasi:



9338

Bichimi: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» garniturası.
Raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i: 3. Adadi 100 dona. Buyurtma № 29/25.

Guvohnoma № 851684.
«Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan.
Bosmaxona manzili: 100011, Toshkent sh., Beruniy ko‘chasi, 83-uy.