

УДК 666.940

**В. Ахмедов, М. Махмудов\***

к.т.н., доцент, Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан  
д.т.н., зав.кафедрой, Бухарский инженерно-технологический институт, Бухара, Узбекистан

\*Автор для корреспонденции: makhmudov.makhsud@gmail.com

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ**

### **Аннотация**

Состояние и динамика развития промышленного комплекса любой страны определяют возможности успешного решения стратегических и тактических задач по укреплению экономической независимости, обеспечению достойного уровня жизни населения.

В настоящее время полноценное массовое развитие стекольной промышленности Казахстана, в том числе и нового современного стеклотарного завода ТОО «ЕвроКристалл» в г.Шымкент сопряжено с вероятностью возникновения трудностей из-за сырьевой недостаточности, что в конечном счете способствует увеличению себестоимости стеклотарной продукции.

Изучена возможность использования Грунч-Булакских и Акжарских кварцевых песков в стекловарении для получения бесцветного и бутылочно-зеленого тарного стекла. Проведены химические, гранулометрические и рентгенофазовые анализы кварцевых песков, содержащие достаточно высокое содержание оксида кремния, а также небольшое количество вредных примесей оксида железа и оксида алюминия. Установлено, что исследуемые кварцевые пески практически полностью состоят из ярко выраженного кристаллического  $\beta$ -кварца с некоторыми включениями. Данные химического и минералогического анализов свидетельствуют, что кварцевые пески Грунч-Булакского и Акжарского месторождения перспективны для использования их в качестве сырья для тарного стекла.

**Ключевые слова:** кварцевые пески, тарное стекло, стекломасса, химический состав, бесцветное стекло, зерновой состав, стекольная промышленность, рентгенограмма, фазовый состав.

### **Введение**

В настоящее время все больше продукции (особенно пищевой) упаковывается в стеклянную тару. Стекло считается более удобной (стекло не подвержено коррозии, специальные «притертые» пробки не позволяют проникать влаге или воздуху и т.д.), в некоторых случаях (например, уксус, масла и т.п.) – технологически обусловленной, а иногда даже признаком элитарной или фирменной (сравните, например, кофе в стеклянных банках особой формы и жестяных банках или картонной упаковке) тарой.

Как бы далеко ни шагнула упаковочная промышленность в изобретении красивой, прочной, недорогой тары, преимущество все равно сохраняется за стеклянной. От всей потребляемой тары для напитков в мире 46% приходится на стеклянную бутылку (для сравнения, бумажная тара составляет 34%, металлическая – 17% и пластиковая – всего 3%).

Но, несмотря на большую потребность в стеклоизделиях и наличие богатой минерально-сырьевой базы, стекольная промышленность в Казахстане развита слабо, и дефицит стекла покрывается экспортными поставками из зарубежных стран. На сегодняшний день емкость казахстанского рынка упаковки уже не достигает показателей прошлых лет в 700 млн. долларов. Отечественным производителям всех видов упаковки, а их около трехсот по республике, принадлежит не более 30-35% внутреннего рынка, львиная же доля в 65-70% рынка закрывается преимущественно импортом из Китая и России [1].

### **Материалы и методы**

Одной из проблем, стоящих перед современными стекольными производствами,

является дефицит сырьевых материалов, обусловленный слабой оснащенностью действующих горно-обогатительных предприятий по добыче и переработке минерального сырья, отсутствием достаточного финансирования на модернизацию действующих и разработку новых месторождений, истощением запасов природного кондиционного сырья, отдаленностью сырьевых баз от потребителей и др. Комплексное и эффективное использование местных природных сырьевых материалов может служить одним из способов решения данной проблемы.

### Результаты и обсуждение

Стекольная промышленность является одним из основных потребителей кварцевого песка. К качеству кварцевого песка для стекольной промышленности предъявляются определенные требования, согласно которым минимальное содержание  $\text{SiO}_2$  допускается в пределах от 95,0 % для низких марок и до 99,8 % для высоких марок;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,01 - 0,25 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - 0,1 - 4,0 %; тяжелой фракции для высоких марок - 0,05 %, для низких марок содержание тяжелой фракции не нормируется. Ограничивается также зерновой состав песка. Кроме того, лимитируется содержание  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{Na}_2\text{O}$ , пылеватых и глинистых частиц, равномерность зернового состава.

Южный Казахстан обладает значительными запасами высококачественных стекольных кварцевых песков.

Основные месторождения стекольных песков локализованы в южной части Туркестанской области, промышленные месторождения которых (Каратюбинское, Грунч-Булакское, Майское и др.) приурочены исключительно к сузакским и алтайским слоям среднего эоцена [2].

В этой связи актуальным является исследование кварцевых песков Грунч-Булакского и Акжарского месторождения с целью использования их в производстве тарного стекла.

Месторождение Грунч-Булакское расположено в Казыгуртском районе Туркестанской области, в 50 км к югу от Шымкента и в 2 км от с. Каратас (Шарапхана). Открыто в 1934 г. Е.Л. Колчневим. Мощность пласта кварцевого песка 13-16 м, а подстилающего пласта кварцево-слюдистых песков более 12 м [2].

Были проведены химические (таблица 1), гранулометрические (таблица 2) и рентгенофазовые анализы кварцевых песков Грунч-Булакского месторождения, по данным которых видно, что исследуемые кварцевые пески имеют достаточно высокое содержание оксида кремния, а также небольшое количество вредных примесей оксида железа и оксида алюминия.

Таблица 1 – Усредненный химический состав песков Грунч-Булакского месторождения (масс %)

$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{MnO}$	$\text{K}_2\text{O}$	ппп
96,82	0,21	1,36	0,078	0,22	0,15	0,009	0,48	0,57

Таблица 2 – Гранулометрический состав песков Грунч-Булакского месторождения (фракция, мм/содержание, %)

до 0,8	0,8 - 0,1	от 0,1
0,018	98,07	1,97

Для установления фазового состава и изучения процессов фазообразования применялись методы рентгенофазового анализа. Рентгенофазовый анализ кварцевых песков Грунч-Булакского месторождения в автоматизированном режиме на рентгеновском дифрактометре

ДРОН-3 по методу порошка в диапазоне двойных углов  $2\theta$  4÷56, показали, что исследуемые кварцевые пески практически полностью состоят из ярко выраженного кристаллического кварца с некоторыми включениями (рис. 1). Идентификацию рентгенограмм осуществляли по справочным данным [3].

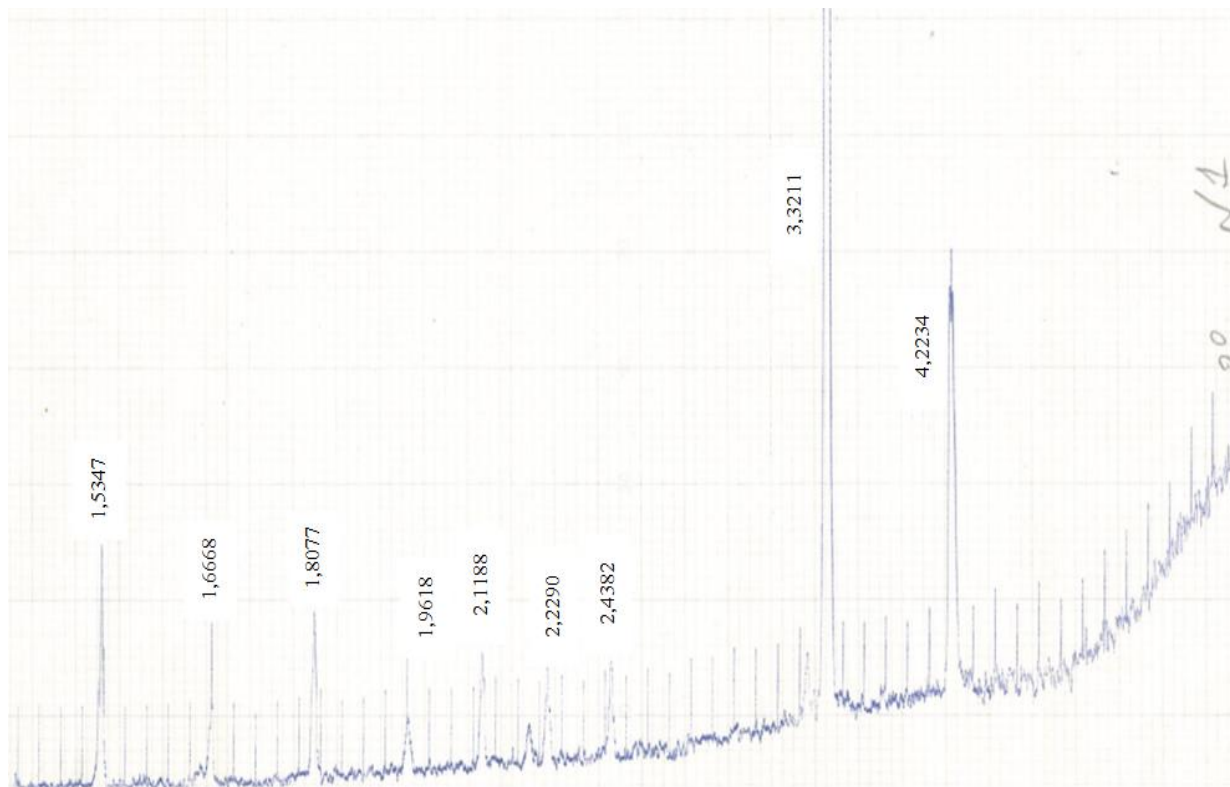


Рис. 1 – Рентгенограмма кварцевых песков Грунч-Булакского месторождения

Согласно результатам рентгенофазового анализа в фазовом составе исследуемого песка четко фиксируется кварц с ярко выраженными дифракционными максимумами, характерные для кристаллического кварца в кварцевом песке где его линии:  $d/n = 1,534; 1,666; 1,807; 1,961; 2,118; 2,229; 2,438; 3,321; 4,223$ .

По результатам химического и гранулометрического анализа пески Грунч-Булакского месторождения полностью соответствует требованиям ГОСТ 22552.0-77 марки ВС-050-1 и С-070-1 для производства бесцветной стеклянной тары.

Месторождение кварцевых песков «Акжарское» расположено в г. Шымкент Туркестанской области в 9 км южнее города Шымкент и в 2,5 км к востоку от с. Акжар. Ближайшая асфальтированная дорога проложена до старого карьера и находится в 300 м от месторождения. Автомобильная и железная дорога Шымкент-Ташкент проходит в 800 м к западу от месторождения. В орографическом отношении район представляет собой слабовсхолмленную равнину с абсолютными отметками 500-600 м. Абсолютные отметки поверхности земли непосредственно на месторождении колеблются в пределах 486,5 м (в карьерах) до 522,46 м. Годовая сумма осадков составляет от 208 до 547 мм. Максимальное количество осадков выпадает в осенне-весенний период [2].

Кварцевые пески месторождения Акжарское исследованы на пригодность использования в качестве сырья для производства. Для определения количественного минералогического состава применена комплексная методика, основанная на использовании данных рентгеновского и физико-химических анализов.

По содержанию таких составляющих химического состава (таблица 3), как  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{TO}_2$ , пески Акжарского месторождения отвечают тем требованиям, которые предъявляются к сырью для стекольного производства, для изготовления тарных стекол.

Таблица 3 – Усредненный химический состав песков Грунч-Булакского месторождения (масс %)

$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{MnO}$	$\text{K}_2\text{O}$	ппп
97,06	0,29	1,98	0,042	0,24	0,12	0,007	0,14	0,61

Минеральный состав: кварц 95-97 %; полевой шпат 0,5-1 %; редко - ильменит, турмалин, амфибол, эпидот, обломки кремнистых пород. Средняя плотность песков 1,64-1,7 (1,66)  $\text{г/см}^3$ , влажность естественная 1,3-1,84 %.

На рентгенограмме небогатенного кварцевого песка Акжарского месторождения (рис. 2) четко фиксируется кварц, где его линии:  $d/n = 1,534; 1,814; 1,962; 2,118; 2,229; 2,227; 3,137; 4,263$ . Кроме того присутствует небольшое количество ортоклаза и микроклина с линиями  $d/n = 1,6183; 2,451; 7,127$ .

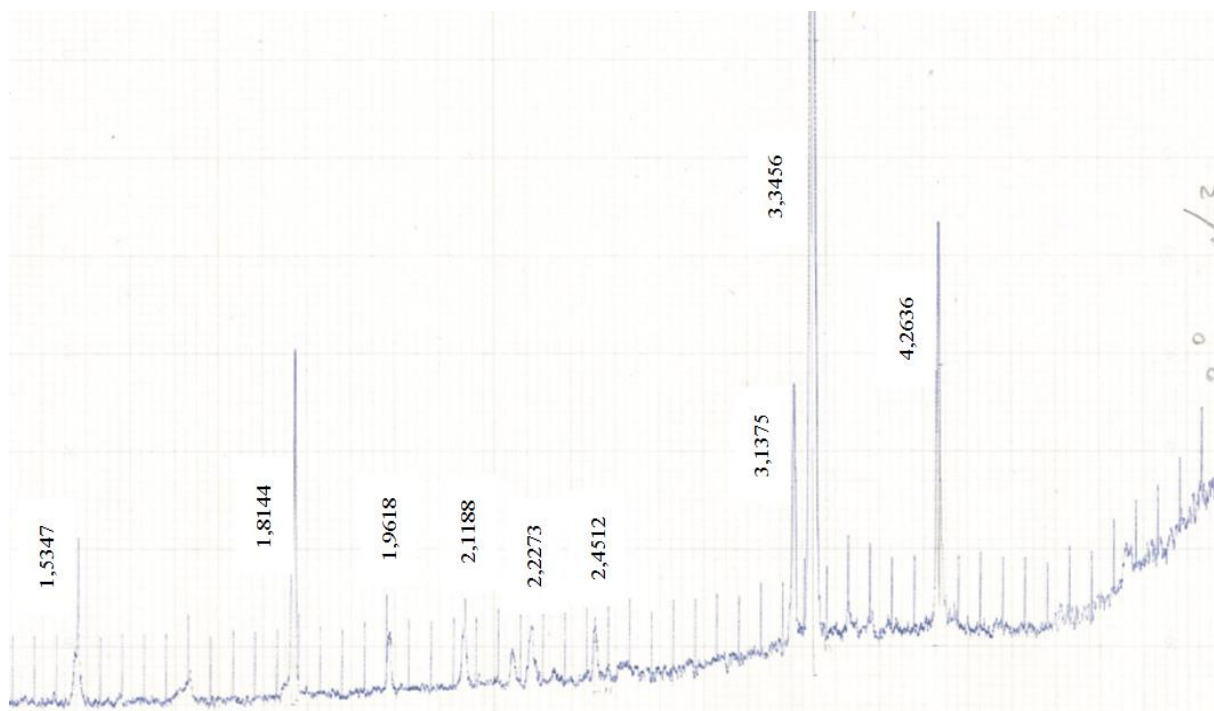


Рис. 2 - Рентгенограмма песка небогатенного Акжарского месторождения

### Выводы

В результате технологических лабораторных исследований получены пески марок ВС-050-2, Б-100-2, пригодные для стекольной промышленности. Данные химического и минералогического анализов свидетельствуют, что кварцевые пески Грунч-Булакского и Акжарского месторождения перспективны для использования их в качестве сырья для тарного стекла.

### Список литературы

1. Производство полых стеклянных изделий в Республике Казахстан. Отчет по результатам исследования, проведенный в рамках программы ДКБ-2020. Алматы: Агентство маркетинговых и социологических исследований «Damu Research Group», 2013, 75 с.
2. Кулинич В.В., Ушкенов Б.С., Баякунова С.Я., Антоненко А.А., Каббо М.Д. Месторождения горнорудного сырья Казахстана. Справочник. Том II. Алматы: Министерство экологии и природных ресурсов РК, 2000, 251 с.
3. Михеев И.А. Рентгенографический определитель минералов. Москва: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 1957, 860 с.
4. Анваров А. Б., Кадырова З. Р. Обогащение кварцевых песков месторождения «Ойнакум» для синтеза высококачественного прозрачного стекла // Стекло и керамика. 2023. Т. 96, № 10. С. 48 – 54. DOI: 10.14489/glc.2023.10.pp.048-054
5. Павлюкевич Ю. Г., Гречуха С. П., Папко Л. Ф., Трусова Е. Е., Кравчук А. П., Корнелюк Л. Н. Исследование технологических свойств кварцевых песков Республики Беларусь // Химическая технология и техника: материалы 87-й научно-технической конференции. — Минск: БГТУ, 2023. — С. 42–46.
6. Popa F., Marinca T.F., Neamțu B.V., Gabor M., Chicinaș I. Structural, Chemical and Magnetic Characterization of Quartz Sand from Cluj Area, Romania for Future Beneficiation in the Glass Industry Materials. 2022. Vol. 15, № 24. P. 9026. DOI: 10.3390/ma15249026
7. Zhang J., Li R., Pandit M.K. et al. Quartz trace element geochemistry and internal morphology as proxies for provenance characterization: Results from the Marwar basin, NW India Precambrian Research. 2024. Vol. 409. 107436. DOI: 10.1016/j.precamres.2024.107436

### References

1. Proizvodstvo polyh steklyannyh izdelij v Respublike Kazahstan. Otchet po rezul'tatam issledovaniya, provedennyj v ramkah programmy DKB-2020. Almaty: Agentstvo marketingovyh i sociologicheskikh issledovaniy «Damu Research Group», 2013, 75 s.
2. Kulinich V.V., Ushkenov B.S., Bayakunova S.YA., Antonenko A.A., Kabbo M.D. Mestorozhdeniya gornorudnogo syr'ya Kazahstana. Spravochnik. Tom II. Almaty: Ministerstvo ekologii i prirodnyh resursov RK, 2000, 251 s.
3. Miheev I.A. Rentgenograficheskij opredelitel' mineralov. Moskva: Izd-vo BGTU im. V.G.SHuhova, 1957, 860 s.
4. Anvarov A. B., Kadyrova Z. R. Obogashchenie kvarcevyh peskov mestorozhdeniya «Ojnakum» dlya sinteza vysokokachestvennogo prozrachnogo stekla // Steklo i keramika. 2023. T. 96, № 10. S. 48 – 54. DOI: 10.14489/glc.2023.10.pp.048-054
5. Pavlyukevich YU. G., Grechuha S. P., Papko L. F., Trusova E. E., Kravchuk A. P., Kornelyuk L. N. Issledovanie tekhnologicheskikh svojstv kvarcevyh peskov Respubliki Belarus' // Himicheskaya tekhnologiya i tekhnika: materialy 87-j nauchno-tekhnicheskoy konferencii. — Minsk: BGTU, 2023. — S. 42–46.
6. Popa F., Marinca T.F., Neamțu B.V., Gabor M., Chicinaș I. Structural, Chemical and Magnetic Characterization of Quartz Sand from Cluj Area, Romania for Future Beneficiation in the Glass Industry Materials. 2022. Vol. 15, № 24. P. 9026. DOI: 10.3390/ma15249026
7. Zhang J., Li R., Pandit M.K. et al. Quartz trace element geochemistry and internal morphology as proxies for provenance characterization: Results from the Marwar basin, NW India Precambrian Research. 2024. Vol. 409. 107436. DOI: 10.1016/j.precamres.2024.107436

**В. Ахмедов, М. Махмудов\***

т.ғ.к., доцент, Бұхара инженерлік-технологиялық институты, Бұхара, Өзбекстан  
т.ғ.д., кафедра меңгерушісі, Бұхара инженерлік-технологиялық институты, Бұхара, Өзбекстан  
\*Автор для корреспонденции: makhmudov.makhsud@gmail.com

## **КВАРЦ ҚҰМДАРЫНЫҢ ХИМИЯЛЫҚ-МИНЕРАЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУЛЕР**

### **Түйін**

Кез келген елдің экономикалық жағдайы көбінесе оның өнеркәсібінің даму деңгейіне байланысты. Өнеркәсіп кешенінің жай-күйі мен даму серпіні экономикалық тәуелсіздікті нығайту, халықтың лайықты өмір сүру деңгейін қамтамасыз ету жөніндегі стратегиялық және тактикалық міндеттерді табысты шешу мүмкіндіктерін айқындайды.

Қазіргі уақытта Қазақстанның шыны өнеркәсібінің дамуы, оның ішінде Шымкент қаласындағы "ЕвроКристалл" ЖШС жаңа қазіргі заманғы шыны ыдысы зауытының да шикізат жетіспеушілігінен қиындықтардың пайда болу ықтималдығымен ұштасқан, бұл ақыр соңында шыны өнімдерінің өзіндік құнының өсуіне ықпал етеді.

Түссіз және түсті таралық шыны алу үшін шыны балқытуға Грунч-Бұлақ және Ақжар кварц құмдарын пайдалану мүмкіндігі зерттелді. Құрамында кремний оксидінің жеткілікті жоғары мөлшері, сондай-ақ темір оксидінің және алюминий оксидінің зиянды қоспаларының аз мөлшері бар екендігін дәлелдейтін кварц құмдарына химиялық, гранулометриялық және рентгенофазды талдаулары жүргізілді. Зерттелетін кварц құмдары толықтай белгілі бір қосындылары бар ашық айқын кристалды β-кварцтан тұрады. Химиялық және минералогиялық талдаулардың деректері Грунч-Бұлақ және Ақжар кен орнының кварц құмдары оларды таралық шыны өндірісіне арналған шикізат ретінде пайдалану үшін мүмкіндігі жоғары екендігін дәлелдейді.

**Кілттік сөздер:** кварц құмдары, ыдыс шыны, шыны массасы, химиялық құрамы, түссіз шыны, астық құрамы, шыны өнеркәсібі, рентгенограмма, фазалық құрамы.

**V. Akhmedov, M. Makhmudov\***

Cand.Tech.Sci., Associate Professor, Bukhara Institute of Engineering and Technology, Bukhara, Uzbekistan  
Cand.Tech.Sci., Head of the Department, Bukhara Institute of Engineering and Technology, Bukhara,  
Uzbekistan

\*Corresponding author's email: makhmudov.makhsud@gmail.com

## **RESEARCH ON THE CHEMICAL AND MINERALOGICAL COMPOSITION OF QUARTZ SANDS**

### **Abstract**

The economic situation of any country depends largely on the level of development of its industry. It is the state and dynamics of the industrial complex that determine the possibilities of successful solution of strategic and tactical tasks to strengthen economic independence and ensure a decent standard of living.

Currently, the full mass development of the glass industry in Kazakhstan, including the new modern glass factory LLP "EuroCrystal" in Shymkent is associated with the probability of difficulties due to raw material insufficiency, which ultimately contributes to the increase in the cost of glass products.

The possibility of using Ground-Bulak and Akzhar quartz Sands in glassmaking to produce colorless and bottle-green container glass was studied. Chemical, granulometric and x-ray phase analyses of quartz Sands containing a sufficiently high content of silicon oxide, as well as a small amount of harmful impurities of iron oxide and aluminum oxide were carried out. It was found that the studied quartz Sands almost completely consist of a pronounced crystalline β-quartz with some inclusions. The data of chemical and mineralogical analyses indicate that quartz Sands Grunch-Bulak and Akzhar fields are promising for use as raw materials for container glass.

**Keywords:** quartz sands, tar glass, glass mass, chemical composition, colorless glass, grain composition, glass industry, X-ray, phase composition.