



UDK: 661.681

Sayyora JIYANOVA,
Termiz davlat universiteti doktoranti
E-mail: jiyanovasayyora2021@gmail.com
Xayit TURAEV,
Termiz davlat universiteti professori
E-mail: hhturayev@rambler.ru
Ergash TURAEV,
Termiz davlat universiteti professori
Xurshid ESHMURODOV,
E-mail: khurshideshmurodov@mail.com
Termiz davlat universiteti dosenti

t.f.d., prof. Karimov M.U. taqrizi ostida

TECHNOLOGY OF OBTAINING SILICON BASED ON QUARTZ "JERDANAK"

Annotation

This article analyzes the processes for obtaining technical silicon, and then pure silicon, which is used in electrical engineering and semiconductor elements, using Dzherdanak quartz sand, found on the territory of the Sherabad district of the Surkhandarya region. outside. Pure silica was obtained by converting commercial silica (obtained by carbothermal reduction of quartzite) to trichlorosilane, followed by purification by distillation and a hydrogen reduction sequence.

Keywords: quartz, silicon, reducing agent, magnesium, electrical engineering, semiconductor, hydrogen, trichlorosilane, electric furnace, reaction.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЕ КРЕМНИЯ НА ОСНОВЕ КВАРЦА "ДЖЕРДАНАК"

Аннотация

В данной статье проведен анализ процессов получения технического кремния, а затем и чистого кремния, который используется в электротехнике и полупроводниковых элементах, с использованием кварцевого песка «Джерданак», принес на территории Шерабадского района Сурхандарьинской области. Чистый кремнезем получали путем превращения технического кремнезема (полученного карботермическим восстановлением кварцитов) в трихлорсилан с последующей очисткой дистилляцией и последовательностью восстановления водородом.

Ключевые слова: кварц, кремний, восстановитель, магний, электротехника, полупроводник, водород, трихлорсилан, электропечь, реакция.

"JERDANAK" KVARSLARI ASOSIDA KREMNIY OLISH TEXNOLOGIYASI

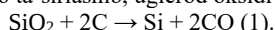
Annotatsiya

Mazkur maqolada Surxondaryo viloyati Sherobod tumani hududidan olib kelingan "Jerdanak" kvars qumidan foydalanib dastlab texnik kremniy (TK), so'ngra elektrotexnikada, yarimo'tkazgichli elementlarda ishlatiladigan toza kremniy olish jarayonlarining tahlili o'tkazildi. Toza kremniy olishda TK ni (kvarsitlarni karbotermik pasaytirish natijasida olingan) trixlorosilanga aylantirish, so'ngra distillash, tozalash va vodorodni kamaytirish ketma-ketligidan foydalanilgan.

Kalit so'zlari: kvars, kremniy, qaytaruvchi, magniy, elektrotexnika, yarimo'tkazgich, vodorod, trixlorosilan, elektr pech, reaksiya.

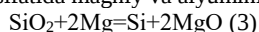
Kirish. Butun dunyoda elektr energiyasiga bo'lgan talab yil sayin ortib bormoqda. Elektr energiyaning asosiy manbalari - neft, gaz, ko'mir, uran bo'lib, ularning zaxiralari keskin kamayib borishi kuzatilmoqda. Oxirgi yillarda olimlar issiqxona gazlari miqdorini kamaytirish bo'yicha ham ko'plab ishlar olib borishmoqdalar. Shuning uchun, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan (QTEM) foydalanib, ekologik toza elektr energiyasi ishlab shiqarishda e'tibor kuchaydi. Eng samarali QTEM energiya manbalaridan biri quyosh panellari - quyosh nurlanishini bevosita elektr energiyasiga aylantira oladigan qurilmalardir [1, 2]. Bugungi kunda bozordagi 90% dan ortiq quyosh elementlari kremniy asosida yasalgan [3].

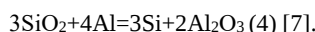
Sanoatda ishlatiladigan TK kvars qumini qayta ishlash orqali olinadi. TK olishning eng keng tarqalgan zamonaviy usuli bu elektr pechlarida koks bilan kremniy dioksidini kamaytirishdir. Qum va koks aralashmasi pechning krateriga kiradi, u yerda uglerod elektrodleri o'rtasida hosil bo'lgan elektr yoyi bilan 1800°C -2000°C gacha qizdiriladi. Bunday haroratlarda koks va elektrodlerlarning uglerodleri kremniy oksidi bilan o'zaro ta'sirlashib, uglerod oksidi gaziga aylanadi va qumni TK ga qaytaradi [4]:



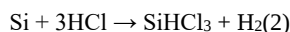
An'anaviy quyosh yacheykalari noorganik yarim o'tkazgichlardan - poli va monokristalli kremniy, galliy arsenidi va boshqalardan tayyorlanadi. Bunday quyosh yacheykalari yuqori samaradorlikka va uzoq xizmat muddatiga ega, ammo ishlab chiqarish juda qimmatga tushadi [5]. Bizning tadqiqot ishimizda mahalliy kvars qumlaridan texnik kremniy, undan elektron darajadagi kremniy olish texnologiyasi o'rganilgan. TK ning ko'p qismi metallurgiya sanoatida qotishmalarning tarkibiy qismi sifatida, masalan, bronza, temir va po'lat eritishda, shuningdek, qotishma elementi yoki metall xususiyatlarini o'zgartiruvchi sifatida ishlatiladi [6].

Laboratoriyada TK olishda qaytaruvchilar sifatida magniy va alyuminiydan foydalanish mumkin:



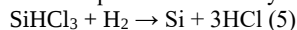


Yarimo'tkazgich sanoatida foydalanish uchun texnik kremniyning faqat kichik bir qismi yanada tozalanadi. Bunday kremniy tozalash quyidagicha sodir bo'ladi. Kukunli TK trixlorosilan SiHCl_3 olish uchun maxsus reaktorda 300°C da xlorid kislota bilan aralashtiriladi:



Bu reaksiya jarayonida Fe, Al va B kabi aralashmalar galoid birikmalarini (FeCl_3 , AlCl_3 va BCl_3) hosil qiladi. SiHCl_3 ning past qaynash nuqtasi, ya'ni $31,8^\circ\text{C}$. Qo'shimcha moddalardan tozalash uchun distillashdan foydalaniladi. Olingan SiHCl_3 tarkibida Al, P, B, Fe, Cu yoki Au kabi elektr faol aralashmalarining konsentratsiyasi har milliard kremniy atomiga bir atomdan kam bo'ladi [8].

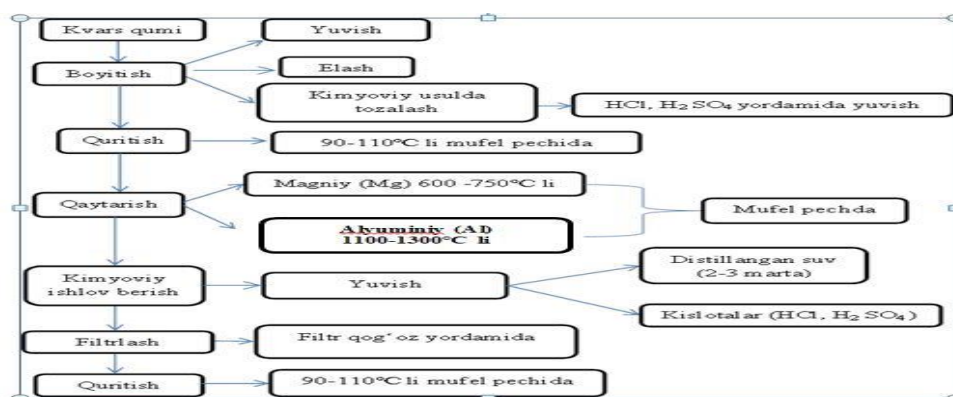
Trihlorosilandan foydalanadigan texnologiyalarda kremniy kamaytirish uchun asosan Siemens jarayoni qo'llaniladi (Siemens tomonidan ishlab chiqilganligi sababli shunday nomlangan): kremniy kukuni yuzasida (yoki suyuq qatlamdagi maydalangan) gazsimon silanlar va vodorod aralashmasi oqimida silan kamayadi va erkin kremniy cho'kiladi:



Bu reaksiya katta vakuumli kameralarda 200–300 soat davom etadi, natijada diametri 150–200 mm bo'lgan o'ta toza polikristalli kremniy hosil bo'ladi [9,10].

Tadqiqotning maqsadi. Kvars qumni boyitish orqali texnik kremniy ajratib olish va uni xlorid kislota bilan sintez qilish orqali toza kremniy olish va yarimo'tkazgichli asboblarni yasashda foydalanish.

Tadqiqot metodikasi va vositalari. Ishda Surxondaryo viloyatining Sherobod tumanidan olib kelingan kvars qumidagi kremniy (IV) oksidining va boshqa qo'shimcha moddalar miqdorlari rentgen fazaviy tahlil usulida aniqlandi, so'ngra kvars boyitish uchun uning ustida quyidagicha jarayonlar bajarildi:



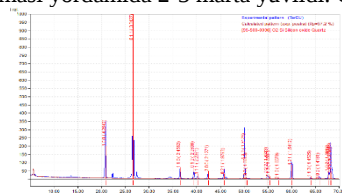
Kvars qumi – silikatlar sinfiga mansub eng ko'p tarqalgan mineral. Kimyoviy formulasi SiO_2 . Kvarsning kristali 2 ta modifikatsiyasi ma'lum: geksagonal kvars $870-573^\circ\text{C}$ temperatura oralig'ida turg'un va trigonal kvars 573°C dan pastda turg'un. Trigonal kvars tabiatda eng ko'p tarqalgan. Kvarsning kristallari, donalari, agregatlarining rangi har xil: shaffof - tog' billuri, binafsha - ametist (safar), kulrang - rauxtopaz, qora - morion, tillarang - sitrin va boshqa.

Rangining har xil bo'lishi strukturaviy defektiga bog'liq. Murakkab ranglilari ham uchraydi, ularga boshqa minerallarning mayda zarralari qo'shilgan bo'ladi. Kvarsning yashirin kristall xillari agat va xalsedon nihoyatda ingichka tolasimon tuzilmalardan iborat. Ultrabinafsha va qisman infraqizil nurlarni o'tkazadi. Sun'iy kvarsni SiO_2 ning suvli eritmasidan yuqori bosim va temperaturada olinadi. Kvars turli tog' jinslarining asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Kvars pyezoelektrik xossaga ega. Qattikligi 7. Zichligi 2,65 g/sm³. Suyuqlanish harorati 1710°C , soviganda kvars oynasi deb ataluvchi jismga aylanadi. Monokristallari kam uchraydi va juda yuqori baholanadi [11].

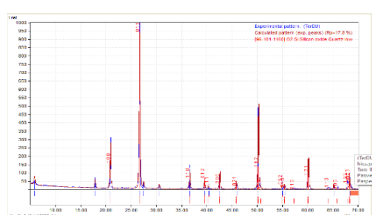
Magniy (Magnesium), Mg - davriy jadvalning II guruhiga mansub kimyoviy element; ishqoriy - yer metallariga kiradi. Tartib raqami 12, atom massasi 24,305. Tabiiy magniy 3 ta barqaror izotopdan iborat: ^{24}Mg (78,60%), ^{25}Mg (10,11%), ^{26}Mg (11,29%). Uchta sun'iy radioaktiv izotopi (^{23}Mg , ^{27}Mg , ^{28}Mg) olingan. Magniy massa jihatidan yer po'stining 2,35% ni tashkil qiladi. Oddiy sharoitda ishqorlarning suvdagi eritmasida erimaydi [12].

Vodorodli muhitda $400^\circ\text{C}-500^\circ\text{C}$ gacha qizdirilganda gidrid MgH_2 hosil qiladi. Magniyni $500^\circ\text{C}-600^\circ\text{C}$ gacha oltingugurt yoki SO_2 va H_2S bilan qizdirilganda sulfid MgS hosil bo'ladi. MgF_2 himoya pardasini hosil qila olishi sababli ftorid kislota erimaydi. Ishqoriy bikarbonat va ammoniy tuzlari eritmalarida eriydi. Magniy tabiatdagi eng keng tarqalgan elementlardan biridir. Ayniqsa, dengiz suvida magniy ko'p. Ichimlik suvi tarkibida magniy tuzlar mavjud; agar suvdagi magniy miqdori ko'p bo'lsa, bunday suv "qattiq suv" deb nomlanadi [13].

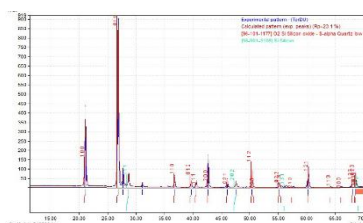
Tajribaviy qism. Bizning tadqiqot ishimida Sherobod tumani "Jerdanak" kvars konidan olib kelingan kvars qumi dastlab rentgen fazaviy sifat va miqdoriy tahlilini Yaponiyada ishlab chiqarilgan "SHIMADZU" XRD-6100 poroshokli difraktometr qurilmasi yordamida amalga oshirildi. Tahlil qilingan qum boyitilib, rentgen fazaviy usulda qayta tahlildan o'tkazildi. Boyitilgan kvars qumidan 4 g va magniydan 2 g olinib, bir xil massa hosil bo'lguncha aralashtirildi. Hosil qilingan aralashma 750°C li mufel pechiga 5 soat davomida qaytarildi (3-reaksiyaga muvofiq). Olingan mahsulot distillangan suvda 4-5 marta, keyin esa sulfat kislota 35% li eritmasi yordamida 2-3 marta yuvildi. Olingan mahsulot rentgen fazaviy usulda tahlil qilindi.



a b
1-rasm. Tabiiy kvarts qumining rentgen fazaviy tahlili (a) va tasviri (b)



a b
2-rasm. Boyitilgan kvarts qumining rentgen fazaviy tahlili (a) va tasviri (b)



a b
3-rasm. Qaytarilib tozalangan kvarts qumining rentgen fazaviy tahlili (a) va tasviri (b)

Natijaning tahlili. 1-rasmdan ko'rinib turibdiki, "Jerdanak" koni kvarts qumi namunasi ustida o'tkazilgan rentgen tahlilida 98-99% kremniy (IV) oksidi (SiO_2) mavjudligi aniqlandi. 2-rasmda boyitilgan kvarts qumining rentgen fazaviy strukturasi berilgan. Bunda rentgen nurlari $25-30^\circ$ burchak ostida tushirilganda 99,99% ekanligi aniqlandi. 3-rasmda magniy yordamida (3-reaksiyaga asosan) 750°C haroratda qaytariganda SiO_2 dan texnik kremniy ajratib olingandagi tahlili keltirilgan. Bunda ham rentgen nurlari $25-30^\circ$ burchak ostida tushirilganda texnik kremniy unumi ortganligi aniqlandi.

Xulosa. Demak, ushbu maqolada elektrotexnika sohasining asosiy elementi kremniyni olishning kimyoviy usuli keltirildi. Bizning tadqiqot ishimizda o'rganilgan "Jerdanak" kvarts qumi tarkibida SiO_2 foizi yuqori ekanligi aniqlandi. Qaytarilgan kremniy texnik kremniy bo'lib, tozaligi 90-95%, qaytarilish reaksiyasi unumi 70-72% ni tashkil qildi. Olingan texnik kremniyni silan yoki kremniy (IV) xloridga o'tkazib, keyin ularni parchalash yo'li bilan yuqori tozalikda kremniy olish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Баранов Н.Н. Прямое преобразование энергии для автономной энергетики. // Энергия: экономика, техника, экология. - 2000. - №8. - с.23-34.
2. Стребков Д.С. Роль солнечной энергии в энергетике будущего // М.: Энергетическая политика, 2005. - №2. - С.27-36.
3. Kozlov A.V, Yurchenko A.V. The long-term prediction of silicon solar batteries functioning for any geographical region. // Proceedings of 22st European PV Solar Energy Conference and Exhibition, Milan 3-7 September 2007 pp. 3019 - 3022
4. Атаев Э.К., Матъякубов А.А., Батманов Б.Х. Обогащение КАРАКУМского кварцевого песка. Мары, Туркменистан. 2022г
5. X. Su, Q. Wu, J. Li et al., "Silicon-based nanomaterials for lithium-ion batteries: a review," *Advanced Energy Materials*, vol. 4, no. 1, article 1300882, 2014.
6. Абдурахманов Б.М., Курбанов М.Ш., Вечер А.К.. Физические основы повышения рентабельности производства технического кремния и кремниевых сплавов // Узбекский физический журнал 2020. V. 22, №3, с.188-198. (10.00.00; №5).
7. Будагян Б.Г., Шерченков А.А., Бердников А.Е., Черномордик В.Д. Высокоскоростной метод осаждения аморфного кремния. Микроэлектроника, 2000, т. 29, вып. 6, с. 442-448.
8. Брага А. Б., Морейра С. П., Зампери П. Р., Бакчин Дж. М., Мей П. Р., Новые процессы производства поликристаллического кремния солнечного качества: обзор, Солнечные энергетические материалы и солнечные элементы, том 92, выпуск 4, 2008 г., стр. 418-424.
9. Соколов Ф.П., Швецова-Шиловская Т.Н., Сизых И.И., Сухова А.В. Анализ кинетических закономерностей процесса прямого синтеза трихлорсилана. Химическая технология. - 2013. - № 9- С. 520 - 528
10. Чундури С.К., Инновации в инерции: обзор рынка CVD-реакторов типа Siemens, Photon International 4 (2013), стр. 114-126.
11. Götze, J.; Möckel, R. Quartz: Deposits, Mineralogy and Analytics; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2012; pp. 1-360.
12. Скальный А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. - М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. - 216 с.
13. Громова О. А. Магний и пиридоксин: основы знаний. - М.: ПротоТип, 2006. - 234 с.