* * *

Чотонов Б.Б.

Хлорид кремнийди ($SiHCl_3$) эффективдүү тазалоодо хлорид жез ($CuCl_2$) аралашмасынын сапаттуулукка тийгизген таасирин изилдөө

Бүгүнкү күндө негизги жарым өткөргүчтүү материал деп аталган кремний XXI кылымдын өнүгүүсүнүн өбөлгөсү болгон микроэлектроникада кеңири колдонулууда. Ал эми микроэлектроникалык приборлордун эффективдүү иштөөсү үчүн алардын негизин түзгөн поли жана монокристаллдык кремний сапаттуу болууга тийиш. Сапаттуу поли жана монокристаллдык кремнийди алуу үчүн хлорид кремнийди эң алдыңкы учурдун талабына жооп берген ыкмалар менен тазалоого жетишүү зарыл [2]. Ошондуктан, хлорид кремнийди аралашмалардан сапаттуу тазалап алуу бүгүнкү күндүн актуалдуу проблемаларынан болуп саналат.

Поли жана монокристаллдык кремнийди жогорку бир топ технологиялык ыкмалар менен сапаттуу тазалап алууда, эффективдүү ыкма катары тазалоонун ректификациялоосу эсептелинет [2,4]. Тазалоонун ректификациялоосунда хлорид кремнийдин аралашмаларын сапаттуу тазалоо үчүн түрдүү температуралар колдонулат. Термодинамикалык эсептөөнү 573 К ден 798 К ге чейинки температураларда жүргүзүп, анализ жасадык. Тазалоонун ректификациялоо учурунда техникалык кремний хлор менен реакцияга кирип, трихлорсилан жана тетрахлорида сыяктуу кремний хлориддери пайда болот да, аралашмалардын хлориди тазаланат. Бул учурда жогорудагы көрсөтүлгөн температураларда реакциялардын абалын жана багытын анализдөө маселеси келип чыгат. Бул маселелерди чечүүдө кремнийдин хлоридинин аралашмасы болгон жез хлоридинин ички ага тийгизген таасирин изилдеп көрдүк.

Трихлорсиландын ($SiHCl_3$) составында жез аралашмасы жездин хлориди ($CuCl_2$) түрүндө кездешет [4].

Тазалоонун ректифиациялоо учурунда жездин хлоридинин аралашмасы төмөнкүдөй реакцияга ээ болот:

$$Cu + 2HCl \Leftrightarrow CuCl_2 + H_2 \quad (1)$$

Бул реакцияны мүнөздөөчү чоңдуктары болуп энтальпия (ΔH), энтропия (ΔS) жана Гиббстин энергиясы (ΔG) эсептелинет [3]. Бул чоңдуктарды төмөнкү физика-химиялык теңдемелер аркылуу эсеп жүргүзүүгө болот:

$$\Delta Í^{0}_{Ò} = \Delta Í^{0}_{298} + \int_{298}^{Ò} Ñ^{0}_{D} dT \quad (2)$$

$$\Delta S^{0}_{Ò} = \Delta S^{0}_{298} + \int_{298}^{Ò} \frac{Ñ^{0}_{D}}{T} dT \quad (3)$$

$$Ñ^{0}_{ð} = a + bT + cT^{-2} \quad (4)$$

$$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S \quad (5)$$

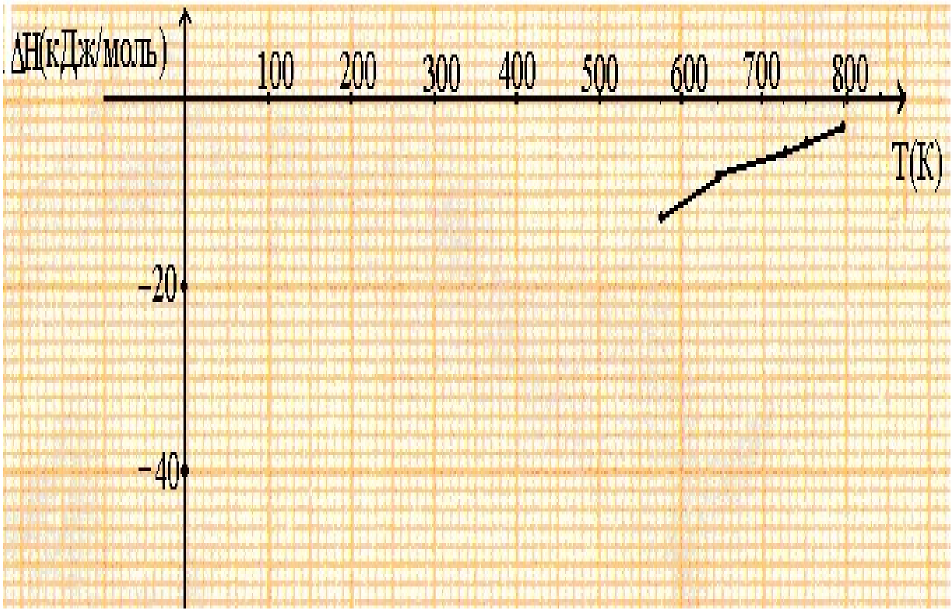
Термодинамикалык эсептөөлөр аркылуу алынган жыйынтыктар таблицалар жана графиктер аркылуу берилди.

Таблица №1

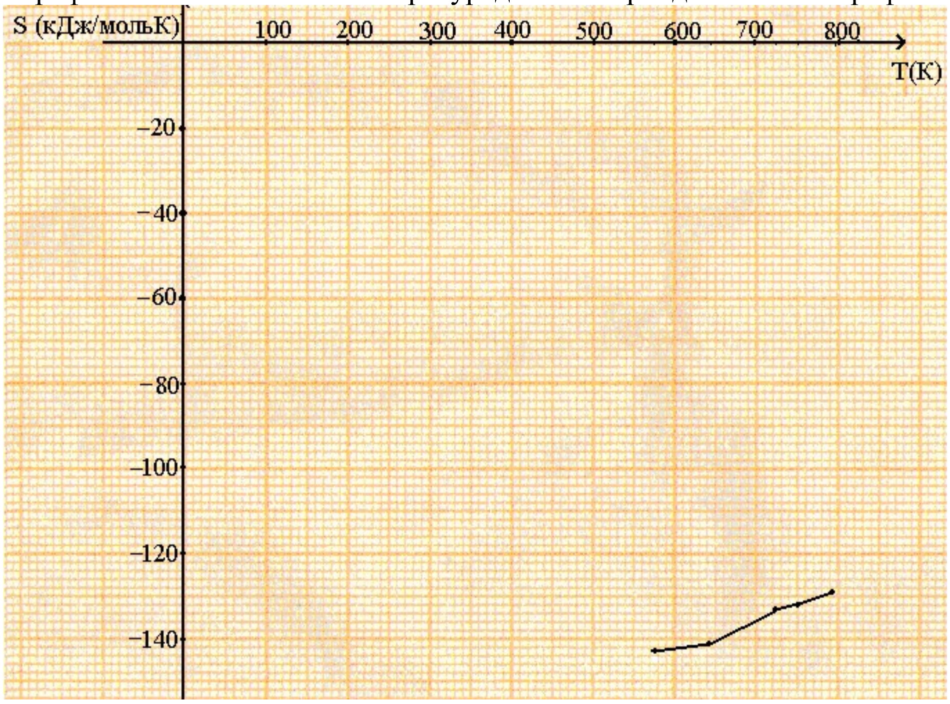
Температура / чоңдук	573 К	648 К	723 К	750 К	798 К
ΔH	-12,65	-9,70	-6,43	-6,22	-3,22

ΔS	-143,64	-143,18	-133,50	-132,02	-129,22
ΔG	69,66	79,34	90,09	92,80	99,90

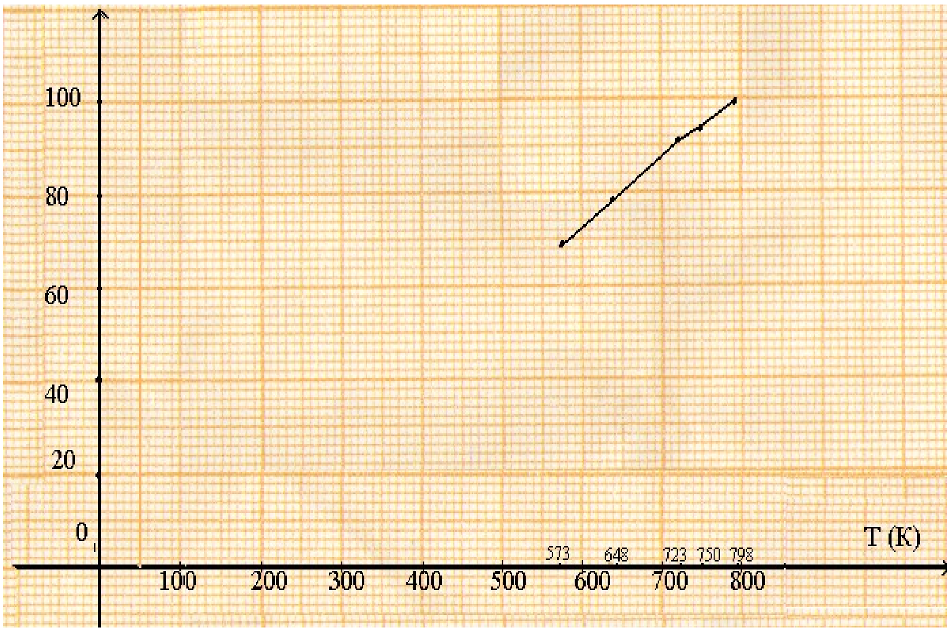
Жогорудагы таблицадан улам жездин хлоридинин абалын мүнөздөөчү чоңдуктар менен температуранын ортосундагы көз карандылыктын графиктерин түзүп алалы. Анда ал төмөнкү көрүнүшкө ээ болот:



1-график. Энтальпиянын температурадан көз карандылыгынын графиги.



2-график. Энтропиянын температурадан көз карандылыгынын графиги.



3-график. Гиббстин эркин энергиясынын температурадан көз карандылыгынын графиги.

Жогорудагы алынган графиктерге карата төмөндөгүдөй илимий анализ жүргүзүүгө болот:

1-графиктен көрүнүп тургандай, тазалоонун ректификациялоо учурунда системанын энтальпиясы терс мааниге ээ болууда. Системанын энтальпиясынын 0 дөн кичине ($\Delta H<0$) шартынын аткарылышы системанын энергетикалык деңгээлинин төмөн экендигин далилдейт. Системанын энергетикалык деңгээли канчалык төмөн болсо, анда системадагы реакциянын жүрүшү ошончолук начар абалда болот [3]. Демек, кремнийдин хлоридинде жездин хлоридинин энергетикалык деңгээли аз болгондуктан, жез хлориди реакцияга кирүүгө жөндөмсүз болот да тазаланууга оорчулук түзүлөт. Хлорид жезди реакцияга киргизүү үчүн системанын энтальпиясын жогорулатуу зарыл.

Системанын энтропиясынын температурадан болгон көз карандылыгынын графигине төмөндөгүдөй анализ жасайбыз:

2-графиктен көрүнүп тургандай, ректификациялоо жүргөн бардык температураларда системанын энтропиясы терс мааниге ээ болгон ($\Delta S<0$).

Эгерде энтропия ($\Delta S<0$) нөлдөн кичине болсо, анда ал системанын баш аламандуулугунун азайуусуна дуушар болот [3].

Тазалоонун ректификациялоо учурунда хлорид кремнийдин составындагы хлорид жездин энтропиясы нөлдөн кичине болгондуктан, системадагы хлорид жездин баш аламандуулугу азайып, реакцияга кирүүсүнө шарт түзүлбөй калат, ошондой эле хлорид жезди хлорид кремнийдин курамынан тазалоо оорчулугу келип чыгат. Бул абалдан чыгуу үчүн системанын энтропиясын жогорулатуу менен реакцияга киргизүү керек.

3-графиктен, ректификациялоо учурундагы бардык температураларда Гиббстин эркин энергиясы оң мааниге ээ экендиги көрүнүп турат. Ал эми $\Delta G>0$ шарты аткарылса, анда системада реакция жүрбөйт [1,4]. Бул шарт каралып жаткан системада орун алгандыктан, жездин хлориди реакцияга кирбей, ал хлорид кремнийден бөлүнбөй конденсатта кармалып калат.

Канчалык аралашмалар конденсатта көп кармалса, ал аралашма негиз кылып алынган материалдын сапаттуулугуна терс таасирин тийгизет [2,4]. Айтылган теориянын негизинде жана эсептөөлөрдүн натыйжасында хлорид жез оор тазалануучу аралашма экендиги аныкталды.

Жыйынтык

1. Тазалоонун ректификациялоо учурунда, хлорид кремнийди хлорид жезден тазалоо үчүн системанын энтальпиясын жана энтропиясын жогорулатуу менен реакция жүргүзүү зарыл.

2. Тазалоонун ректификациялоо учурунда хлорид жез ($CuCl_2$) хлорид кремнийдин ($SiHCl_3$) сапаттуулугуна терс таасирин тийгизет жана оор тазалануучу аралашма деп эсептелинет.

Адабияттар

1. Кудайбергенов Т.Т., Рысмендиев К.Р., Асанов У.У. Жалпы химия жана элементтердин химиясы. Бишкек,1994. -254с.
2. Ормонт В.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. М.: Высшая школа, 1968.- 200с.
3. Медведов С.А. Введения в технологию полупроводниковых материалов. М.: Высшая школа, 1970. – 449с.
4. Угай Я.А. Введение в химию полупроводников. М.:, Высшая школа, 1975. -292 с.

* * *