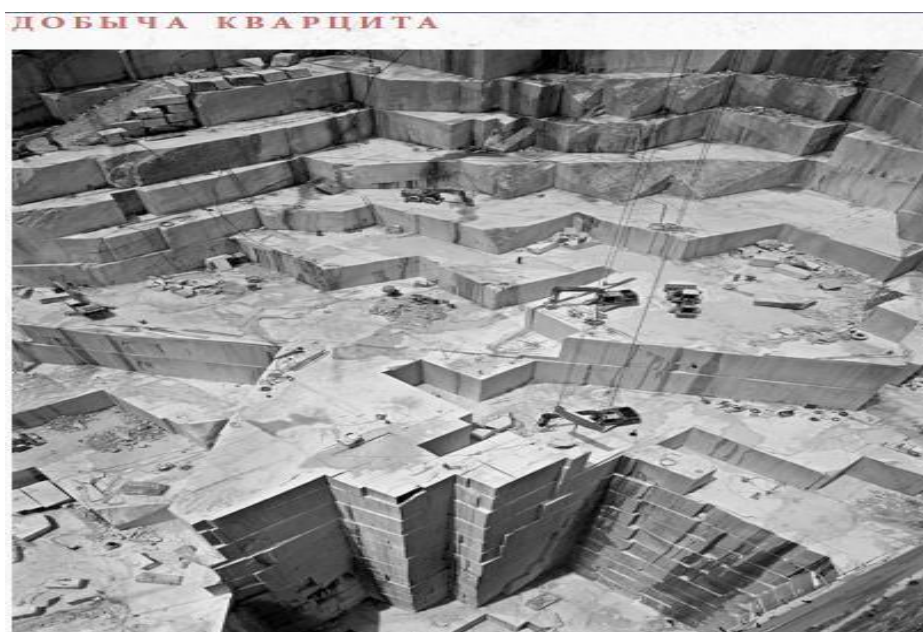


**Б. Сыдыков атындагы
КЫРГЫЗ-ӨЗБЕК ЭЛ АРАЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ**

**Академик М.М.Адышев атындагы
ОШ ТЕХНОЛОГИЯЛЫК УНИВЕРСИТЕТИ**

Г.А. БАЙМУРАТОВА, Г.К. ӨМҮРБЕКОВА, У.К. АБДАЛИЕВ

**ЖАРАТЫЛЫШ КВАРЦИТТЕРИНЕН ЖОГОРКУ
ТАЗАЛЫКТАГЫ КРЕМНИЙ
КЫЧКЫЛЫН АЛУУ ЖАНА АНЫ
КОЛДОНУУНУН ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ**



Ош – 2023

УДК 66.0
ББК 35.20
Б 18

Рецензенттер:

техника илимдеринин доктору, профессор **Абдуллаева Майрам Дукуевна**,
техника илимдеринин доктору, профессор **Жолдошев Белекбек Муратович**

Баймуратова, Г.А., Өмүрбекова, Г.К., Абдалиев, У.К.

**Б 18 ЖАРАТЫЛЫШ КВАРЦИТТЕРИНЕН ЖОГОРКУ ТАЗАЛЫКТАГЫ
КРЕМНИЙ КЫЧКЫЛЫН АЛУУ ЖАНА АНЫ КОЛДОНУУНУН
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ** / Ош технологиялык университети, Ош, 2023.– 104 б.

ISBN 978-9967-487-36-9

Монографияда Кыргыз Республикасынын түштүгүндөгү кремнийдин минералдык-чийки заттык базасынын абалы, аны колдонуудагы көйгөйлөр жана изилдөө маселелери, кремнийди изилдөөнүн усулдары жана кремнийдин байланыштары, Сүлүктү, Таш-Көмүр, Озгур кендеринин кремний оксидинин унун колдонуу менен композиттик материалдарды алуунун технологиясы, ошондой эле эксперименталдык жыйынтыктар жана аны изилдөөдөгү эксплуатациялык мүнөздөмөлөр берилген.

Китеп окумуштууларга, аспиранттарга, кремнийди өндүрүү жана аны иштетүү тармагындагы адистерге арналган.

Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Түштүк бөлүмүнүн А.С.Джаманбаев атындагы Жаратылыш байлыктары институтунун Окумуштуулар кеңеши тарабынан басмага сунушталды (протокол №4, 03.05.2023-жыл).

Жооптуу редактор: техника илимдеринин кандидаты **Садыков Э.**

ISBN 978-9967-487-36-9

УДК 66.0
ББК 35.20

© Баймуратова Г.А., Өмүрбекова Г.К., Абдалиев У.К., 2023.

Илим менен бирдикте ишти башкар,
билим болсо ар иштен майнап чыгаар!.
Ж. Баласагын

АВТОРДУК СӨЗ

Кремнийдин диоксидинин коллоиддик суспензиясы узак мезгил аралыктарында, материалдын бетин каптоо сыпатында, адгезиялык касиеттерин жогорулатуу үчүн, түрдүү материалдардын жешилүүгө туруктуулугун жана сууга туруктуулугун жогорулатуу үчүн колдонулуп келет. Бир гана берилген суспензия, өзгөчө кремнийдин диоксидинин жогорку концентрациядагы коллоиддик суспензиясы, узак мезгил сактоодо, мүмкүн болбогон гелийди пайда кылууга же кремнийдин диоксидин чөктүрүүгө жөндөмдүү болуп калат.

Ошондуктан адгезиондук касиеттери, ошондой эле жешилүүгө жанасууга туруктуулугу күчөтүлгөн кремнийдин диоксидин жана стабилдүү, төмөнкү же жогорку концентрациядагы коллоиддик суспензияны алуунун кымбатка түшпөгөн технологияларын иштеп чыгуу актуалдуу болуп саналат. Азыркы мезгилде таза кремнийди алуунун технологияларын иштеп чыгуулар боюнча теориялык жана эксперименталдык жумуштар көп сандагы монографияларда жана илимий макалаларда белгилүү болсо да, Кыргызстанда табигый органикалык жана органикалык эмес чийки заттар ресурстарынын негизинде таза кремний кычкылын алуунун технологиясы практикалык жактан да, теориялык жактан да иштелип чыга элек. Ошондуктан Кыргызстандагы табигый чийки заттар ресурстарынан таза кремнийди алуу маселесин чечүүдө бир катар мүмкүн болгон издөө, изилдөө жана технологиялык мүнөздөгү иш-чараларды жүргүзүүгө, SiO_2 ден жана күрүч кабыгынан таза кремний кычкылын алуунун технологиясынын негизин түзүүгө, айыл чарбасына колдонууга киргизүү үчүн негизделген техника-экономикалык сунуштарды иштеп чыгууга туура келет.

Монографияда табигый ресурстардан тазартылган кремнийдин кычкылын алуунун технологиясын иштеп чыгуу жана алардын негизинде курулуш тармагында, өрт өчүрүүдө жана энергетикада колдонулуучу композициялык аралашмалардын (материалдардын) жана суу суспензиясынын түрдүү техникалык колдонууларын изилдөө жана аларды жаратуунун технологияларын иштеп чыгуу маселелери каралган. Изилдөөлөр Улуттук илимдер академиясынын Түштүк бөлүмүнүн А.С.Джаманбаев атындагы Жаратылыш байлыктары институтунун «Келечектүү технологиялар жана материалдар» лабораториясында жана Ош технологиялык университетинде аткарылган.

Бул монография авторлордун композициялык аралашма жана суу суспензиясын жаратуу үчүн жаратылыш кварциттеринен жогорку тазалыктагы кремний кычкылын алуунун технологиясынын үстүндө көп жылдык илимий изилдөөлөрүнүн негизинде даярдалды. Биздин сиздерге сунуш кылган бул материалдарыбыз изилдөөбүздүн аягы эмес. Илим менен техниканын прогрессине, жалпы ачылыштарына таянып бул багыттагы иштерди уланта бермекчибиз. Бул материалдар окурмандардын билим деңгээлин кеңейтүүчү

каражат катары кызмат кылат деген ишеничтебиз.

Монографияны даярдоодо берген баалуу кеңештери жана көрсөткөн көмөктөрү үчүн физика-математика илимдеринин доктору Ысламидин Ташполотов агайга, техника илимдеринин доктору, профессор Абдуллаева Майрам Дукуевнага, техника илимдеринин доктору, профессор Жолдошев Белекбек Муратовичке, техника илимдеринин кандидаты, доцент Садыков Эркинбайга, Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Түштүк бөлүмүнүн А.С.Джаманбаев атындагы Жаратылыш байлыктары институтунун жалпы жамаатына терең ыраазычылыгыбызды билдиребиз.

КИРИШҮҮ

Кыргыз Республикасы кварцит кендерине бай (Сүлүктү, Озгур, Көк-Жаңгак, Өтмөк, Таш-Көмүр ж.б.). Кыргыз Республикасынын геология жана минералдык ресурстар мамлекеттик агенттигинин маалыматтарына ылайык кремнийдин (кремний кычкылынын - SiO_2) көлөмү 20 млн тоннадан жогору. Негизги практикалык маселелердин бири – бул кварц кумунун курамын жана касиеттерин изилдөө менен бирге аны айыл чарбасынын түрдүү тармактарында рационалдуу пайдалануунун технологияларын иштеп чыгуу. Бул аспектиде, принципалдуу жаңы делген ыкмаларды колдонуу менен алардын курамын жана касиеттерин изилдөө, тазалоонун жана кайрадан иштеп чыгуунун жаңы технологияларынын эсебинен аларды колдонуунун эффективдүүлүгүн жогорулатуу бардык тарабынан актуалдуу болуп саналат.

Кварциттер жогорку технологияларды өркүндөтүү менен байланышкан жогорку тазалыктагы кремний чийки затынын булагы катары зор практикалык кызыгууну жаратат [36,37,44-53,88] жана түрдүү материалдарды даярдоодо: оптикада, металлургияда, айнек чыгаруу өнөр- жайында, аскердик жана космостук техникада, ар түрдүү буюмдарды жасоодо, атап айтканда, кремний монокристаллдарын созууда, оптоэлектрондук элементтерди даярдоодо (мисалы, линзаларды жана күзгүлөрдү), электроникада пассивдүү элементтерди толуктоодо, жипчелүү световоддорду алууда, кварц тигелдеринде материалдарды даярдоодо, жарымөткөргүчтүү пластиналарды сырдоодо кеңири колдонулат [10-45,49,52-55,92]. Кремнийдин кычкылынын унун ушул максаттарда колдонууда да анын жогорку тазалыгы мааниге ээ [32].

Жогору тазартылган SiO_2 курамындагы темир, натрий жана калий сымал элементтердин концентрациясы 0,2 бөл./млн, ал эми алюминий жана титан сымал элементтердин концентрациясы 1 бөл./млн ашпаган шартта интегралдык схемалардагы (ИС) кристаллдарды коргоо үчүн колдонулуучу эпоксид чайырларында толуктагыч катарында колдонулушу мүмкүн. Мындай элементтер интегралдык схемадагы пассивдүү элементтердин коррозияга туруктуулугун, электр өткөрүмдүүлүгүн жана температуралык кеңейүү коэффициенти өзгөртөт [38-47,52-54].

Минералдык-чийки заттык ресурстарды (SiO_2) сарамжалдуу пайдалануу алардын химиялык курамы боюнча билимге ээ болууга, түздөн түз алардан алынуучу таза кремнийдин сапатына жана технологиялык мүнөздөмөлөрүнө көз каранды болот [1-15].

Жарым өткөргүчтүү кремнийдин техникалык багыттагы өнөр жай өндүрүшүн жаратууда анын чийки заттар менен камсыздалышын, өндүрүлгөн продукциясына муктаждыктарды, кварцты кайра иштетүүдөн кремнийди алуу технологияларынын айыл чарбасында пайдалануунун эффективдүүлүгүн эске алуу зарыл [54-72].

Өнөр жайлык масштабда техникалык кремнийди өндүрүүнү уюштурууга боло турган гранулдашкан таза кварцтардын белгилүү кендери: Сүлүктү, Озгур, Көк-Жаңгак, Таш-Көмүр ж.б. Биз тарабынан бир нече кендердин кварцтарына анализдер жүргүзүлүп жыйынтыгында, жогоруда аталган кендердин арасында

Сүлүктү кенинин гранулдашкан кварцы бир кыйла таза экендиги аныкталды [10-22,110,111].

Белгилүү болгондой техникалык кремнийди алууда кремнийдин сапаты баштапкы чийки заттагы (кварц, калыбына келтиргичтер ж.б.) аралашманын деңгээлинен көз каранды болот.

Анализденүүчү зат химиялык курамы жана курамындагы аралашмалардын деңгээли боюнча түрдүүчө болсо, ченемдик документтер аралашмаларды 10^{-7} масс.% бирдик пайыз деңгээлинде текшерүүнү сунуштайт. Бирок бир дагы аналитикалык усулдар бир мезгилде коюлган талаптарды канааттандыра албайт, ошондуктан технологияларды иштеп чыгуучу жана продукцияга сертификат берүүчү маселелерди чечүүчү аналитикалык усулдардын комплекси керек болот. Техникалык кремнийди алууну уюштурууга бир кыйла жеткиликтүү кен болуп, чалгындоолордон аныкталгандай 4-5 млн. тонна кварц куму жайгашкан Таш-Көмүр кени саналат. Бул кумдун курамында кремний орточо 95,5% түзөт. Кошумча кумду жууп кремнийди байытып 97-98% чыгарылат.

Изилденүүчү объектине эки класска бөлсөк болот:

- техникалык кремнийди алуу үчүн чийки заттар: кварц, кварциттер, күрүч кабыгы;

- калыбына келтиргичтер: көө, таш көмүр.

Техникалык кремний алынуучу чийки зат катары SiO_2 технологиялык талаптар [2,3,6,110,111,113] бир катар жарыяланган жумуштарда каралган. Бул жумуштардагы талаптарга ылайык, металлургиялык эритүүдө колдонулуучу кварциттер төмөндөгү техникалык талаптарга жооп берүүсү керек:

- курамында кремний 93-99% болуусу керек;
- курамындагы зыяндуу делген керексиз аралашмалар – кальций жана магний кычкылдары, өзгөчө глинозем жана фосфорлор минималдык өлчөмдө болуусу шарт (курамында P_2O_5 0,02 % дан ашпоосу керек);
- кварциттин нымдуулугу 5 % дан ашпоосу керек;
- кварцитти талкалоо жана ысытуу жеңил, арзан ишке ашуусу керек.

Каралып жаткан руданын курамында, ушул талаптар менен катар темирдин, титандын, кальцийдин, жегич металлдардын, магнийдин кычкылынын ж.б. аралашмалары чектелген болушу керек. Чийки заттын курамында темирдин, титандын аралашмаларынын жогорулап кетүүсүндө коюлган талаптарга туура келген кондициондук куйманы (эритмени) алууга мүмкүн эмес. Куймадагы аралашмалардан арылуу үчүн атайын металлургиялык тазалоолорду жүргүзүү керек. Кальций кычкылынын чектелүүсүнүн маңызы анын руданы калыбына келтирүү эритүү процессинде шлактарды пайда кылуу жөндөмдүүлүгүндө [68,69].

Эритменин курамындагы калыбына келген кальцийден рафинирлөө процессинде арылтылат. Чийки затта жегич заттардын болуусу, жогорку бөлүгүндө ажыроолордун орун алуусуна, ал эми көп санда болгондо эрүүсүнө алып келет [70-75]. Куйманы эритүүдө электр энергиясынын салыштырма чыгымы, кремнийлүү чийки заттын минералогиялык курамынан көз каранды болбостугу практикада аныкталды.

Бул, кремнийлүү заттардын бир модификациясынын башкасына айлануу жылуулугу жана түрдүү модификациясынын муллитизациясында жылуулук эффектеринин айырмасы кремнийдин калыбына келүү реакциясынын жылуулук эффектинен салыштырмалуу өтө аз экендигин түшүндүрөт.

Курамындагы магнийдин кычкылын да чектөө зарыл, себеби аны калыбына келтирүүдө жана буулантууда энергия сарпталат, электр энергиясынын чыгымынын көбөйүүсүнө алып келет. Кремнийлүү чийки заттардын бардык түрүнө жалпы талап боюнча, темирлердин жана титандардын кычкылдарынын суммасы 1,5% тен ашпоосу зарыл [76-84].

В.И. Логанин, Л.В. Макаров, Р.В. Тарасов, О.А. Давыдовдор тарабынан курулуш аралашмаларын модифицирлөө үчүн натрийдин гидросиликаттарынын эритмелерин иондорду алмаштыруучу тилкелер аркылуу өткөрүү менен кремний кислоталарын синтездөөнү сунуштаган [85- 89,114].

А.Н. Пономарев, Г.И. Яковлев, Г.Н. Первушин, А. Корженко, А.Ф. Бурьянов, Я. Керен, И.С. Маев, Д.Р. Хазеев, И.А. Пудов, С.А. Сеньков, Н. Wang, В. J. Zhang, X. Z. Liu, D. Z. Luo, S. B. Zhong, Xiaohao Wang, Jianjun Zheng, Xiuli Du, Weiming Yan, Yue Li, Jianwei Zhang Ezio Cadoni, Marcodi Prisco тарабынан цементтик системада нанотүтүктөр кальций гидросиликаттарын кристаллдаштыруу борборлору болорлугу көрсөтүлгөн. Булардын жыйынтыгында цемент таштарынын кристалдуулугунун жогорулоосу жана тыгыздалуусу, аморфтук фазасынын кошумча пайда болуусу, композиттин бышыктыгынын жогорулоосу жүрөт [90-114].

Бул окумуштуулардын аткарган жумуштарында кварц кумдарынан жана күрүч кабыктарынан кремний кислоталарын алуунун усулдары жана технологиялары түшүндүрүлүп, күн энергетикасына, оптикага, телекоммуникацияга жана башкаларга материалдарды жана буюмдарды өндүрүү үчүн пайдаланууну сунуш кылат.

Кремнийдин диоксидинин коллоиддик дисперсиясы узак мезгил аралыктарында, мисалы, материалдын бетин каптоо сыпатында, адгезиялык касиеттерин жогорулатуу үчүн, түрдүү материалдардын жешилүүгө туруктуулугун жана сууга туруктуулугун жогорулатуу үчүн колдонулуп келет. Бир гана берилген дисперсия, өзгөчө кремнийдин диоксидинин жогорку концентрациядагы коллоиддик дисперсиясы, узак мезгил сактоодо, мүмкүн болбогон гелийди пайда кылууга же кремнийдин диоксидин чөктүрүүгө жөндөмдүү болуп калат.

Жогоруда каралган абал, таза кремнийдин оксидин алуудагы жана колдонуудагы көйгөйлөр биздин изилдөөбүздүн негизги маңызын аныктады.

Азыркы мезгилде таза кремнийди алуунун технологияларын иштеп чыгуулар боюнча теориялык жана эксперименталдык жумуштар көп сандагы монографияларда жана илимий макалаларда [106-114] белгилүү болсо да, Кыргызстанда табигый органикалык жана органикалык эмес чийки заттар ресурстарынын негизинде таза кремний кычкылын алуунун технологиясы практикалык жактан да, теориялык жактан да иштелип чыга элек.

Кыргызстандагы табигый чийки заттар ресурстарынан таза кремнийди алуу маселесин чечүүдө бир катар мүмкүн болгон издөө, изилдөө жана

технологиялык мүнөздөгү иш-чараларды жүргүзүүгө, SiO_2 ден жана күрүч кабыгынан таза кремний кычкылын алуунун технологиясынын негизин түзүүгө, айыл чарбасына колдонууга киргизүү үчүн негизделген техника-экономикалык сунуштарды иштеп чыгууга туура келет.

Ушул максатта табигый ресурстардан тазартылган кремнийдин кычкылын алуунун технологиясын иштеп чыгуу жана алардын негизинде курулуш тармагында, өрт өчүрүүдө жана энергетикада колдонулуучу композициялык аралашмалардын (материалдардын) жана суу дисперсиясынын түрдүү техникалык колдонууларын жаратуу багытында изилдөө иштерин жүргүзүү зарылдыгы туулат.

Бул максатка жетүүдө монографияда төмөнкүдөй илимий жана технологиялык изилдөөлөр каралган:

1. Кыргызстандын түштүгүндөгү табигый органикалык жана органикалык эмес чийки заттар ресурстарын кароо жана курулуш, энергетика тармактары жана өрт өчүрүү үчүн жарамдуу болгон композициялык материалдарды (аралашмаларды) жана суу дисперсиясын өндүрүүгө жарамдуу болгон чийки заттын (кварцит) булактарын аныктоо. Табигый кварцитти ар кандай кошулмалардан тазалоонун ыкмаларын жана технологияларын үйрөнүү;

2. Курулуш жана энергетика тармактары үчүн жарамдуу техникалык талаптарды канааттандырган композициялык аралашманы жана эффективдүү өрт өчүрүү үчүн суу дисперсиясын алуу үчүн табигый кварциттин жана күрүчтүн кабыгынын кремний оксидинин элементтик (заттык) курамын аныктоо;

3. Өтө майдаланган өлчөмдөгү кремнийдин кычкылынын унунун негизинде композициялык аралашманын жана суу дисперсиясынын формага келүүсүнүн сандык мүнөздөмөлөрүн (диспертүүлүгүн, туруктуулугун, рН көрсөткүчүн жана вольт - ампердик мүнөздөмөсүн) аныктоо;

4. Табигый кремнийди майдалоо жана гидродинамикалык фракциондоо жолдору менен беттик үлүшү жогору болгон композициялык түзүлүштөрдү калыптандыруу мүмкүнчүлүктөрүн изилдөө;

5. Өндүрүштүн нормативдик талаптарына жооп берген, майда өлчөмдөгү тазаланган кварцит унунун жана суу дисперсиясынын (аралашма) негизинде композициялык аралашманы жаратуунун технологиясын иштеп чыгуу;

6. Кремнийдин кычкылынын композициялык аралашмасын, суу дисперсиясын бетондордун бекемдигин жогорулатуу үчүн, өрт өчүрүү үчүн, энергетикада отундун башка алтернативдик булагы катары колдонуу боюнча практикалык сунуштарды иштеп чыгуу.

Кыскартуулардын жана шарттуу белгилөөлөрдүн тизмеси

ДТА - Дифференциалдык термикалык анализ;

КМ - композициалык материал;

ТМА - термомеханикалык анализ;

ИС - интегралдык схема;

УДУ - ультрадисперстик ундар;

БАЗ - беттик активдүү заттар;

СДС - суюк дисперстик система;

КӨБ - кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөр;

КӨКУ - кичине өлчөмдүү композиттик ун;

БК - бөлүнүү компоненти;

ЖЭМ - жогорку энергиялык материалдар;

ЖМС - жогорку модулдуу силикаттар;

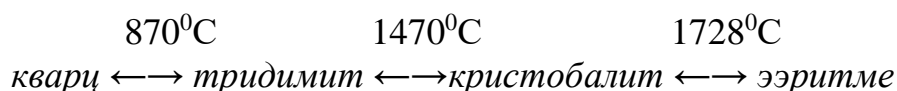
МНБ – магниттик нанобөлүкчөлөр;

I ГЛАВА. КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДАГЫ КРЕМНИЙДИН МИНЕРАЛДЫК-ЧИЙКИ ЗАТТЫК БАЗАСЫНЫН АБАЛЫ, АНЫ КОЛДОНУУНУН КӨЙГӨЙЛӨРҮ ЖАНА ИЗИЛДӨӨ МАСЕЛЕЛЕРИ

1.1 Кремний кендери жана табигый кремний кошулмалары

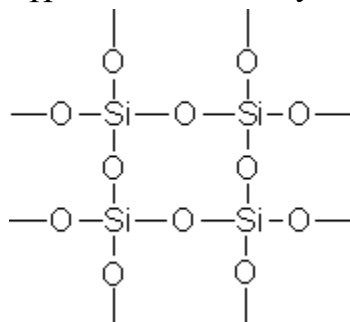
Кремний кычкылы SiO_2 – жаратылышта кеңири таркалган, кварц минералы, кристобалит жана тридимит көрүнүшүндө кезиккен, катуу, ээриши абдан кыйын болгон зат (эрүү температурасы 1700°C).

Кадимки температурада туруктуу модификация болуп кварц саналат, температуранын өсүшү менен полиморфтук өтүү байкалат:



Кремний бардык модификацияларында мономер көрүнүшүндө жашабайт, ал дайыма абдан бышык атомдук торчо түрүндөгү тетраэдрлерден $[\text{SiO}_4]$ полимерленген жана түзүлгөн:

Кристаллдарда кремнийдин ар бир атому $(\text{SiO}_2)_n$ кычкылтектин төрт атомдору менен, ар бири көпүрө сымал болуп, тетраэдрдик курчалган.



Тетраэдрде $[\text{SiO}_4]$ кычкылтектин жалпы атомдору аркылуу, үзгүлтүксүз үч өлчөмдүү торчону түзүү менен түрдүү бурчтар боюнча бири-бирин байланыштырат. Мейкиндикте тетраэдрлердин $[\text{SiO}_4]$ өз ара жайгашуусу кремнийдин тигил же бул модификациясын аныктайт.

Кремнийдин түрдүү модификацияларында байланыш бышыктыктары түрдүүчө. Бул Si-O-Si бурчтарынын чоңдугуна жана Si-O аралыгына таасир этет, мисалы, кремнийдин түрдүү модификацияларындагы Si-O-Si байланыш бурчу 120° дан 180° ка чейин өзгөрөт. Кварц-тридимит-кристобалит өтүүлөрү, жогорку температураларда гана жүрүүсү мүмкүн болгон, байланыштардын үзүлүү жана өзгөрүүлөрү менен коштолот.

Кварц жаратылышта, кристаллдардан өзгөчө жакшына куралган формада, белгилүү чоңдукта кезигет. Кристаллдар, борбордук огунун айланасында айланма түрүндө, спирал түрүндө жайланышкан тетраэдрлерден куралган. Бир эле кристаллда спиралдардын багыттары карама каршы болушу мүмкүн. Мындай кристаллдар оптикалык изомерлер болуп саналышат. Алар оңго да солго да айлануусу мүмкүн болгон жарыктын поляризация тегиздигинде айланышат. Бул жана башка кристаллдар, өзүнүн күзгүдөгү сүрөттөлүшүнөн айырмаланган предмет сыяктуу айырмаланышат.

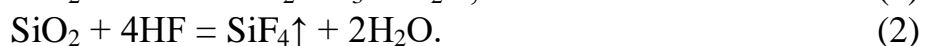
Кварц илим жана техниканын түрдүү областарында колдонулат жана анын кристаллдары көпчүлүк учурда жасалма жол менен өстүрүлүп жатат. Кээ бир кварцтар түрдүү көрүнүштөрүнө карап өзгөчө аттарды алып жүрүшөт. Түссүз жалтырак кристаллдар тоо хрусталы деген атка ээ. Түрдүү көрүнүштөрдө боёлгон кварцтар да кездешет: кызгылт кварц, кызгылт-көк (аметист), кара-күрөң (дымчатый топаз), жашыл (хризопраз) ж.б. Башка заттар менен кварцтын кичине кристаллдык модификациясынын аралашмасы халцедон деп аталат. Халцедондун түрдүү көрүнүштөрү болуп агат, яшма жана башкалар саналышат. Тоо хрусталдары жана түрдүү көрүнүшүндө боёлгон кварцтар кымбат баалуу жана баалуу таштар катары колдонулат.

Тридимит вулкандык тоо тектеринде аз санда кездешет. Тридимит метеориттик кубулуштар орун алган жерлерде да болуусу белгилүү.

Кристобалит жаратылышта кээде тридимит сыяктуу, лаваларга камтылган кичинекей кристаллдар түрүндө кездешет. Тридимит жана кристобалит кварцка караганда бир кыйла –борпоң|| структурага ээлик кылат. Мына ошентип, кристобалит, тридимит жана кварц тыгыздыктары боюнча, тиешелүү түрдө 2,32; 2,26 жана 2,65 г/см³ барабар.

Кремнийдин эритмесин акырындык менен муздатканда аморфтук кварцтык айнек көрүнүшүнө келет. Кремний айнек көрүнүшүндө жаратылышта да кездешет. Аморфтук айнектин тыгыздыгы 2,20 г/см³ барабар болуп, башка бардык кристаллдык модификациялардын тыгыздыгынан аздык кылат. Кварцтык айнек кеңейүүнүн аз температуралык коэффициентине ээ болгондуктан, андан температуранын кескин өзгөрүүсүнө туруктуу болгон лабораториялык идиштер даярдалат.

Кремнийдин бардык модификациялары сууда ээрибөөчүлөр болушат (25⁰С температурада кварцтын ээрүүчүлүгү 7, кристобалиттики 12, тридимиттики 16, кварцтык айнектики 83 мг/л түзөт). Ошондуктан, кадимки шартта аларга жегич аралашмалар жана гидрофторлуу кислоталар гана таасир этишет:

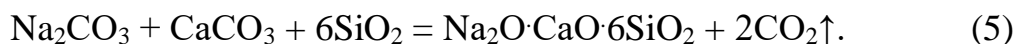


Акыркы реакция айнекти “бириктирүү” үчүн колдонулат.

Кремнийдин оксиди негизги оксиддер, жегич аралашмалар (реакция (1)) жана карбонаттар менен реакцияга кирип, силикаттарды пайда кылат:



(3) жана (4) реакциялар негизинде өндүрүштө түрдүү айнектерди, цементтерди алышат. Кадимки айнектин курамы (мисалы, терезеде, идиштерди жасоодо колдонулуучу) Na₂O·CaO·6SiO₂ формуласы менен берилет. Мындай айнектер соданын, кумдун жана акиташтын эритмелеринин аралашмаларынан алынат. Процесс ~1400⁰С температурада, газдан толук арылгычакты жүргүзүлөт:



Атайын сорттогу – отко чыдамдуу, “түбөлүктүү” – айнектерди алуу үчүн, кайнатуу мезгилинде барийдин, коргошундун, бордун оксиддери кошулат. Түстүү айнектерди алуу үчүн түрдүү кошулмалар кошулат, мисалы, кобалттын

оксидин Co_2O_3 кошуу менен көк түс, хромдун оксидин Cr_2O_3 кошуу менен жашыл түс, марганецтин диоксидин MnO_2 кошуу менен кызгылт түс алынат.

SiO_2 оксиди бир катар кремний кислоталарынын катарында ангидрит болуп саналат, курамын жалпы формулада x - SiO_2 , y - H_2O , деп берсе болот, мында x жана y — бүтүн сандар:

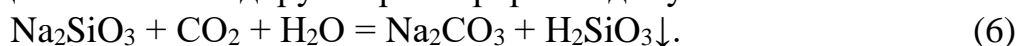
- 1) $x = 1, y = 1$: $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, б.а. H_2SiO_3 —метакремнийлик кислота;
- 2) $x = 1, y = 2$: $\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, б.а. ортокремнийлик кислота;
- 3) $x = 2, y = 1$: $2\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, б.а. $\text{H}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ – двуметакремнийлик кислота.

Молекуласында бирден көп SiO_2 нин молекуласы болгон кислоталар поликремний болушат.

Эң жөнөкөй кремний кислотасы – H_2SiO_3 , көбүнчө аны кремний деп, ал эми анын туздарын – силикаттар деп атап коюшат. Силикаттардан натрий жана калий силикаттары гана сууда ээрүүчүлөр болушуп, калган силикаттар – отко чыдамдуу, сууда ээрибөөчү заттар болушат.

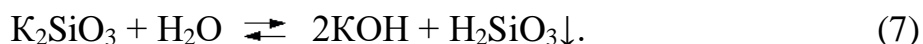
Силикаттардын аралашмалары абада турганда ылайланат, себеби анын курамындагы CO_2 кремний кислотасын анын туздарынан бөлүп чыгарып салат (H_2SiO_3 көмүр кислотасынан алсыз; H_2SiO_3 нин биринчи баскыч боюнча диссоциация турактуулугу $K_1 = 2,2 \cdot 10^{-10}$ барабар).

H_2SiO_3 практикалык жактан сууда ээрибөөчү — бул касиет сапаттуу реакция катарында силикат-иондорун кармоо үчүн колдонулат:



жегичтер менен же карбонаттар менен SiO_2 ни ээритип силикаттар алынат.

Натрий жана калий силикаттарынын концентрлештирилген ээритмелери суюк айнек деп аталат, алар күчтүү жегич реакцияларга ээ, жыйынтыгында күчтүү гидролизденет:



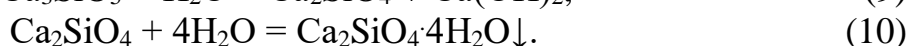
Суюк айнек, мисалы, желимдерди, суу өткөрбөөчү ткандарды даярдоо үчүн колдонулат.

Цемент курулуштун абдан кеңири чөлкөмүндө, суу менен аралаштырылганда катуучу, бириктирүүчү материал катары колдонулат. Цемент адатта, түрдүү силикаттарды күйгүзүү жана талкалоо жүргүзүлүүчү, чоң айлануучу печтерде (1000°C температурада) алынат.

Цементтер бир нече түргө бөлүнүп кетет, салыштырмалуу түрдө аларды “свертывания” принциби боюнча цементти эки түргө бөлсөк болот – кадимки цемент жана портланд цементи. Кальций силикатынан турган кадимки цементти “жөндөө” процессинде, абадагы көмүр кычкыл газынын эсебинен кальцийдин карбонаты пайда болот:



Портланд цементин жөндөө процессинде көмүр кислотасы катышпайт, ээрибөөчү кристаллогидраттарды пайда кылуу менен жүрүүчү силикаттардын гидролизи жүрөт:



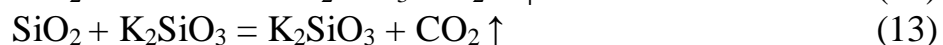
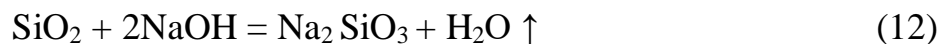
Бардык кремний кислоталары абдан начар (көмүр кислотасына салыштырмалуу да начар). Эреже боюнча окуу адабияттарында метакремний кислоталарынын

туздарын силикаттар боюнча божомолдосо да, бардык кремний кислоталарынын туздарын силикаттар деп аташат. Силикаттардын аралашмалары абада турганда ылайкаланат, тактап айтканда абада турганда көмүртектин (IV) оксиди анын туздарынан кремний кислотасын бөлүп чыгарат:



Кремний кислотасы практикада сууда ээрибейт – бул касиет SiO_2^- ионунун сапаттык реакциясы катарында колдонулат.

Силикаттарды кремнийдин оксидин жегич заттар же карбонаттар менен ээритүүдөн алышат:



Натрий жана калий силикаттары бир кыйла кеңири колдонулат. Бул туздардын концентрлештирилген аралашмалары суюк айнек деп аталат; алар гидролиз негизинде күчтүү жегичтик реакцияга ээ. Суюк айнек желимдерди даярдоодо жана суу өткөрбөөчү ткандарды даярдоодо колдонулат.

1.2 Кыргыз Республикасында жаратылыштагы кремнийди колдонуунун негизги багыттары

Кум тоо тектерин седиментациялык өзгөртүү же «экинчилик өзгөрүүлөрүнөн» кийинки үйрөнүүгө А.Г. Коссовскийдин, М.И. Тучковдун (1988), А.В. Копелиовичтин (1965), В.Д.Шутовдун (1967), В.И. Муравьевдин, Ю.Г. Цеховскийдин (1997), И.М. Симановичтин (1978) жана башкалардын жумуштары арналган.

Кварциттер, жогорку технологияны өнүктүрүү менен байланышкан, жогорку тазалыктагы кварцтык чийки заттын булагы катары көптөгөн практикалык кызыгууну жаратат, түрдүү тармактарда кеңири колдонулат: оптикада, металлургияда, айнек өндүрүшүндө, аскердик жана космос техникаларында. Ага өзгөчө кызыгуу, күндөн келген радиацияны электр энергиясына өзгөртүп берүүгө жөндөмдүү кремний негизиндеги элементтер менен фотоэлектрдик станцияларды жаратуу үчүн колдонулуучу –күндүк| сапаттагы кристаллдык кремнийди алуунун келечеги менен байланышкан [18]. Мына ушуга байланыштуу кварциттердин көп кору бар жана өндүрүлүүчү катмарларынын бардык көлөмүндө сапаттуу мүнөздөмөнү кармаган кендерге кызыгуулар жаралууда. Кыргызстандын түштүгүндө Баткен, Ош жана Жалал-Абад областарынын территориясында жайгашкан мына ушундай объектилер болуп Сүлүктү, Озгур жана Таш-Көмүр кремний чийки заттык кендер саналат.

Биздин негизги максат кварциттердин баштапкы курамын аныктоо жана кумдарды химиялык –таза| кварциттерге айландыруу процесстерин аныктоо.

Сүлүктү кремний чийки заттык кени чөкмө кумдардан пайда болгон кварциттик кумдарды берет.

Жогорку кремнийлүү тоо тектери блоктук-зоналдык түзүлүшкө ээ. Зоналдуулук тоо тегинин түзүлүштүк-текстурдук жана заттык өзгөчөлүктөрүнүн блоктун четинен борборун көздөй өзгөрөөрүн билдирет: сырткы зоналарда начар кварцтык кумдар, аралык зоналарда кварциттик

кумдар басымдуулук кылат. Заттык зоналдуулук кварцтык кумдардан кварциттик кумдарга курамындагы кремнийдин оксидинин (87 ден 97-98 ге чейинки мас.%) жогоруларын жана аралашкан компоненттердин азаярын түшүндүрөт.

Кыязы, кумдардын кварциттерге айлануусу карбонаттык-силикаттык тоо тектеринин капиллярдык-борпоң чөйрөдө кислоталык ээритүү аркылуу заттарды инфильтрациялык-диффузиондук дифференцирлөө менен жүргөн. Кварциттерди тазалоо диффузиялык жол менен жүргөн. Кварц кумдары литогенез жана метаморфизм процесстеринин таасиринде чополорго жана кварциттерге айланат. Мына ошентип, кремний чийки затынын кени жогорку тазалыктагы кварциттик кумдардын катмарларын элестетет.

Негизги петрографиялык жана механикалык касиеттери боюнча начар чополор, кварциттик кумдар жана кварциттер деп бөлүнүшү белгилүү.

Сүлүктү кенине ак түстөгү, салыштырмалуу таза кварциттик кумдар тиешелүү. Берилген кварциттерге майда (0,9-1,0 ден 2-3 мм ге чейинки) калдыктары чачырап кеткен ак түстөгү кварциттер – «оспидер» – начар кремнийлешкен алгачкы чөкмө кумдар мүнөздүү. Тоо тектеринде сейрек кездешүүчү серициттин майдалары, темирдин гидроксиддеринин пленкалары, кошумча циркондун данчалары жана башкалар да кездешет.

Озгур кениндеги кварцит кумдары

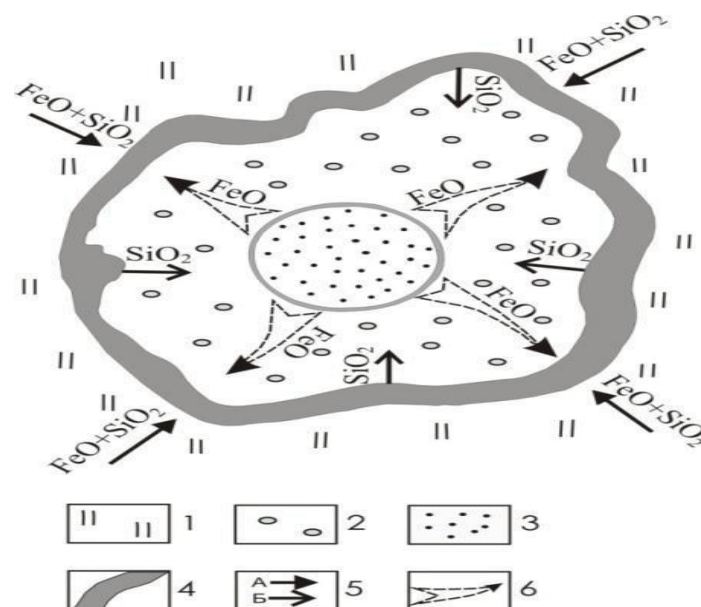
Озгур кениндеги кварциттерди сары-боз түстөгү кварциттик кумдарга кошсо болот. Алар жогоруда айтылгандардан чоң механикалык бышыктыгы (1000 кгс/см² чейин жана андан жогору) менен айырмаланат. Макраскопикалык жактан тоо тегинин түрдүү көрүнүүсүн, боз борпоң кумдардын калдыктары камтылган майда-, ортоданчалардагы сары тыгыз тоо тектери берет. Бул тоо тегинде цементтин ролун аткарган алгачкы кесектери жана жаңыдан пайда болгон кварцтар көп кездешет. Ушул тоо тектеринде, майдаланган бир бөлүгүн гранулдаштыруу жолу менен пайда болгон экинчилик кварцтын данчалар аралык мейкиндигинде топтолгон биринчилик цементти ажыратуу кыйын. Метакумдун «цементи» кварц, серицит, темирдин оксиддери, пириттерден куралат.

Экинчи деңгээлдеги минералдарда серицит, кээде биотит, жана да рутил, циркон, сфен, лимондоштурулган пирит, монациттер кездешет.

Андан аркы өзгөртүүлөр конформдук-регенерациялык жана алгачкы-бластикалык түзүлүштөгү бир кыйла ачык түстөгү кварциттик кумдардын дагы көбүрөөк пайда болуусуна алып келет.

Таш-Көмүр кениндеги кварциттер

Алынган жыйынтыктарда көрсөтүлгөндөй, кварциттерди жогорку тазалыкка чыгаруу инфильтрациялык жана диффузиялык жолдор менен заттарды чогултуу жана чыгарып салуунун жыйынтыгында жүргүзүлөт. Бул процесс кварциттерди аралашмалардан тазалоонун эң негизгиси болуп саналат.



1.1-сүрөт. Кварциттин өзүн-өзү тазалоо схемасы: 1 – инфильтрациялык кварциттер; 2 – диффузиондук кварциттер; 3 – кум калдыктары; 4 – темир гидроксиддеринен жана башка аралашма компоненттеринен оторочка; 5 – заттардын ташылуусунун багыты: кварцтан темир оксиддеринин жана башка компоненттердин инфильтрациялык алып келинүүсү (А), кварцтан диффузиялык алып келинүүсү (Б); 6 – темирдин оксидин жана башка аралашма компоненттерин диффузиялык таркатуунун багыты.

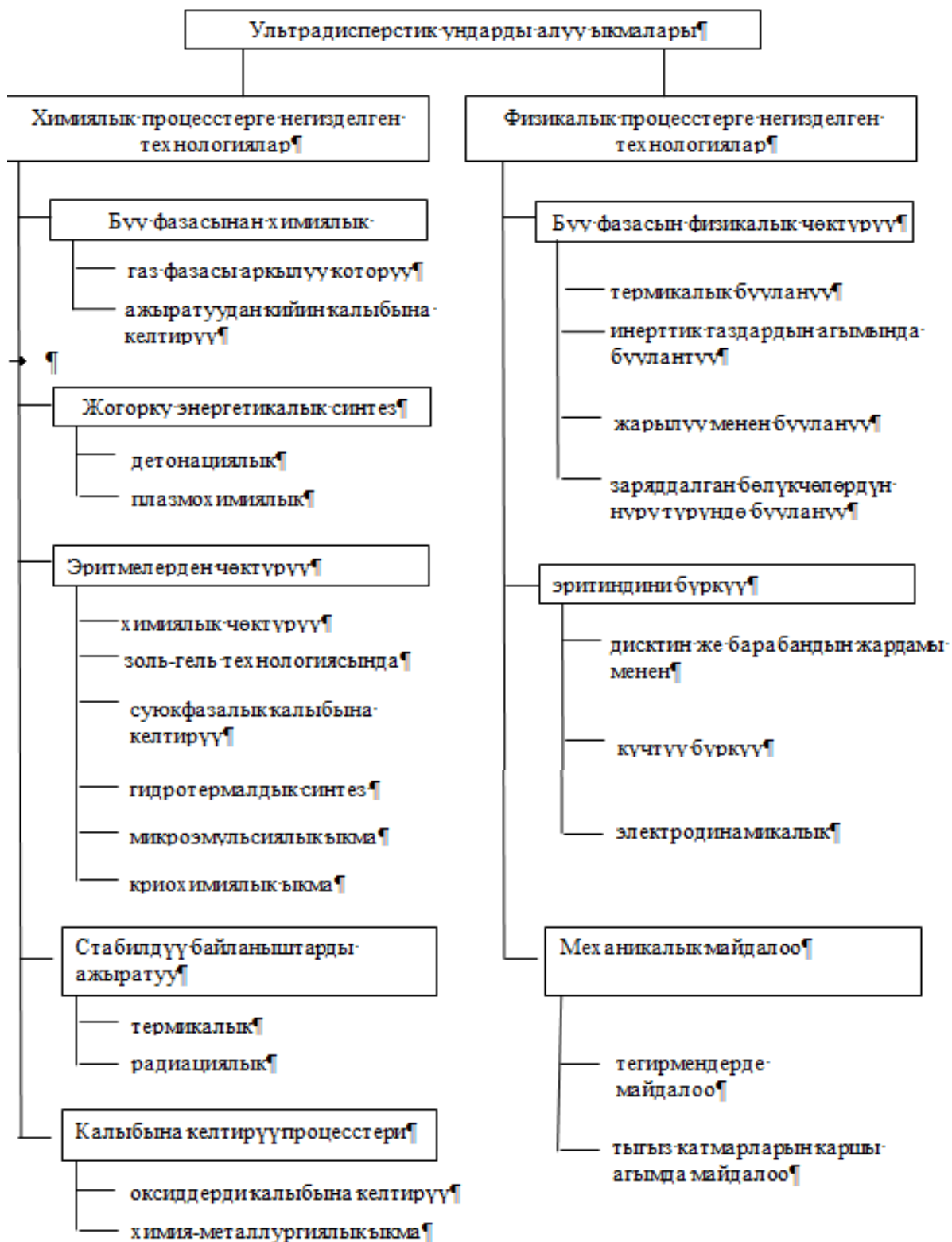
1.3 Таза кремнийдин кычкылын алуунун ыкмалары жана анын негизиндеги байланыштар

Заманбап технологияларды өнүктүрүү багыттарынын негизгилеринин бири болуп, алардын өндүрүш, эксплуатация менен байланышкан, материалдык жана энергетикалык чыгымдарын үнөмдөөгө алып келген, алардын массасын жана өлчөмүн кичирейтүү талабы катуу болуп саналган аймактарда колдонуу мүмкүнчүлүгүн кеңейткен, түрдүү функционалдык кызматтарга негизделген нерселерди миниатюризациялоо болуп саналат. Андан сырткары миниатюризациянын жыйынтыгында, жаратылган нерсенин касиеттерин изилдөөдө аларды практикалык колдонууда чындыгында жаңы жолду ачкан конструктордук параметрлеринин чыныгы сапаттык өзгөрүүлөрү жүрөт.

Миниатюризацияны өнүктүрүү нанотехнологиянын группасын түзүүгө жана наноматериалдарды жаратууга алып келди [25]. Наноматериалды аныктоонун бир нече жолдору бар. Эң жөнөкөй жолу мындай материалдардын түзүлүшүнүн геометриялык өлчөмдөрү менен байланышкан. Азыркы мезгилде микротүзүлүштөрү 1 ден 100 нм ге чейинки өлчөмгө мүнөздүү болгон материалдарды нанотүзүлүштүк деп аташат [26].

Наноматериалдарды үйрөнүү үчүн биринчи кезекте алардын атомардык түзүлүшүн үйрөнөт, курулуштун блоктору болуп саналган атомдордун тибин аныктайт жана алардын мейкиндиктеги өз ара жайгашууларын аныктайт. Көпчүлүк нанобөлүкчөлөр кристаллдык нанотүзүлүшкө ээ.

Бир кыйла белгилүү болгон – “низкопазмерных” бөлүкчөлөрдү алуу технологиясын шарттуу түрдө эки топко бөлүүгө болот (1.2-сүрөт):



1.2-сүрөт. Ультрадисперстик-кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрдү алуунун негизги ыкмалары

биринчи топко химиялык процесстерге негизделген, экинчи топко физикалык процесстерге негизделген технологияларды кошсок болот. Ультрадисперстик ундарды алуу ыкмалары.

Ультрадисперстик ундарды (УДУ) алуу ыкмалары физикалык процесстерге негизделип, химиялык курамы өзгөрбөгөн ун түрүндөгү материалдарга айлануусун камсыздайт. Катуу материалдарды майдалоодо көбүнчө түрдүү конструкциядагы тегирмендерди жана эритмелерди майдалоону колдонушат.

Химиялык ыкмаларга, баштапкы чийки заттын физика-химиялык айлануулары менен байланышкан УДУну өндүрүү технологияларынын процесстери тиешелүү. Жыйынтыгында алынган ун химиялык курамы боюнча баштапкы материалдан чындыгында айырмаланышы мүмкүн.

1.4 Түрдүү кендердеги кремнийлерди колдонуунун абалы жана келечеги

Физикалык процесстерге негизделген усулдар, баштапкы материалдын анын химиялык курамында байкалаарлык өзгөрүүсүз унга айландырууну камсыз кылат. Бардык эле жерлерде катуу заттарды майдалоодо жана эритмелерди дисперсиялоодо ар кандай конструкциядагы тегирмендер колдонулат. Мындай ыкмаларга чийки заттын физикалык өзгөртүүлөрү менен байланышкан ундарды өндүрүүнүн технологиялык процесстери кирет. Жыйынтыгында, алынган ун химиялык курамы боюнча баштапкы материалдан толугу менен айырмаланат.

Эритиндини бүркүү

Бул топтогу ыкмалар тез бүркүүгө жана баштапкы материалдын эритиндисин муздатууга негизделген.

Бир топ жумуштарда [58,59] бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү 100 нм ден кичине болбогон ундарды алуунун технологиялары берилген. Аны менен бирге бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрү 0,5-10 мкм болгон ун кристаллдык структурага ээ болуп, изилдөөлөрдөн, наноматериалдарды алууга, ал эми аларды алуунун технологиясы – нанотехнологияларга алып барышы мүмкүн.

Мындай усулдарда унду алуу коргонгон атмосферада ишке ашырылышы мүмкүн. Азыркы мезгилде нанокристаллдык ундарды алуу үчүн, негизинен бул технологиялардын төмөндөгүдөй үч варианты колдонулат. Суу менен муздатуучу дисктин же барабандын жардамында контактык муздатуу. Авторлордун [60] жумуштарында, эритилген материалдар берилүүчү, тез айланган суу менен муздатылуучу диск же барабан колдонулган. Мындай учурларда, дисктин материалдары үчүн жогорку жылуулук өткөрүмдүүлүктү камсыздаган материалдар тандалат. Эреже боюнча мындай сапаттагы материалдарга жез колдонулат. Ошондуктан 108 К/с чейинки муздатуу ылдамдыгын камсыздайт. Барабандын же дисктин бети бодур (тиштүү) болуп даярдалат, себеби бети тегиз жылма болгондо калыңдыгы 10-50 мкм болгон аморфтук же кристаллдык түзүлүштөгү фолга, тилке же зым алууну камсыздап калмак. Алынган ундун бөлүкчөлөрү кыроо формасы көрүнүшү менен өзгөчөлөнөт. Бөлүкчөлөрдүн мындай формасына унунун бөлүкчөлөрү ушундай формадагы, бөлүкчөлөрү бир тектүү эмес түзүлүштөгү жана анизотропиялык

касиеттердеги материалдар келиши мүмкүн. Мына ушуну менен байланышкан каралган усулда алынган ундар, адатта кошумча механикалык талкалоого дуушар болот. Бул, ыкманын негизги жетишпестиги болуп саналат.

Физикалык конденсация ыкмасы

Металл УДУсун алууда физикалык ыкмалар кеңири колдонулат жана маңызы боюнча алар диспергирленген-конденсацияланган болуп саналат, биринчи стадиясында металлдарды атомдук өлчөмгө чейин диспергирлеп (буулантып), андан кийин конденсациялайт. Айрыкча атмосфералык басымдан буу фазалык абалына чейин электроддордун релятивистик нурунда заттарды ысытуу, газдын агымындагы бууну муздатуу жолу менен конденсациялоо жана пайда болуп жаткан эки фазалуу системаны ажыратууну камтыган УДУну алуу композициялык ыкмасын өзгөчө белгилеп кетүү керек. Бул учурларда ысытууга бирдей элементтерден турган эки зат тартылат, жыйынтыгында ядро көзөнөк тибиндеги композициялык УДУнун катуу бөлүкчөлөрү жаралат [61].

Нановолокнолорду алуу УДУну алууга караганда начар өздөштүрүлгөн, азырынча алар кеңири колдонула элек. Нановолокнолорду алууда бир кыйла жакшы өздөштүрүлгөн ыкмалардын бири болуп, өз ара аракеттенишкен газ фазасынан кийин, катуу бетте продуктанын конденсацияланышы саналат. Жашоосу боюнча, бул ыкманы буулантуу (металлды) – конденсациялоо (оксиди) ыкмасы деп атоого болот.

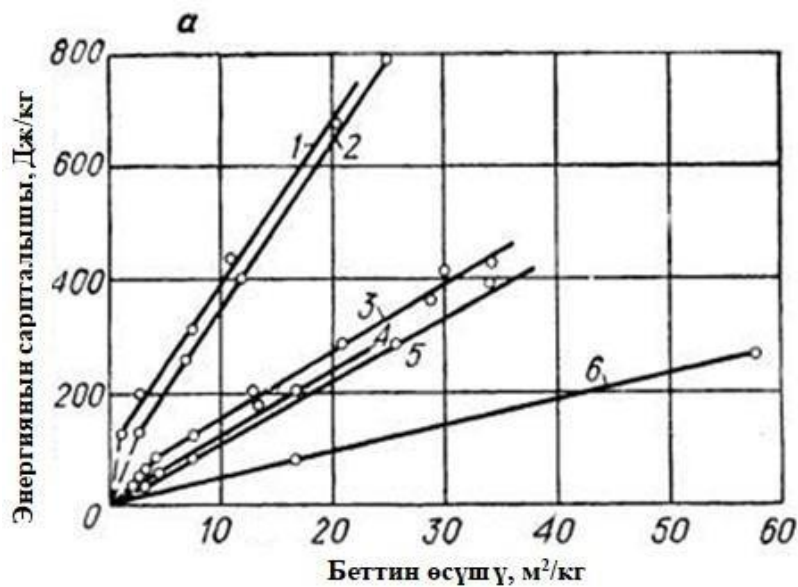
Металл кандайдыр бир жол менен бууланат жана анын буулары жогорку температурада кычкылтек менен же башка газдар менен реакцияга кирет, андан кийин реакциянын продукциясы катуу бетте конденсацияланат. [62,63].

Механикалык майдалоо

Материалдардын бөлүкчөлөрүн механикалык майдалоо, ундарды даярдоонун таркалган ыкмаларынын санына кирет. Айрыкча морт материалдардан ундарды алуу бир кайла жеңил. Пластикалык, жогорку бышыктыктагы жана аморфтук материалдардан ундарды алуу бир кайла кыйын. Мындай учурларда материалдардын ашыкча ысуусу жана анын продукталарынын булгоосунан технологиялык курулмалардын жумушчу бөлүктөрүнүн жешилүүсүнүн кооптуулугу жогорулайт [54]. Материалдардын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрүн кичирейтүүчү тегирмендерди колдонуу менен механикалык майдалоо, тегирмендин жумушчу тетиктеринин арасында интенсивдүү майдалоо жыйынтыгында жүрөт.

Риттингер теориясы боюнча, майдалоого сарпталган энергия, кайрадан пайда болгон бетке түз пропорциялаш. Жез, бронза, алюминий сыяктуу материалдарды майдалоо менен, ирик жана майда майдалоодо Риттингер теориясына туура келген, кайрадан пайда болгон бет, майдалоого жумшалган энергияга же шар тегирмени үчүн, майдалоо узактыгына түз пропорциялаш экендиги далилденди [55].

1.3-сүрөтүндө кээ бир материалдардын мезгилдүү таасир этүүчү тегирмендерде материалдардын беттик катмарынын ΔS өсүшүнүн, материалдарды майда майдалоо процессинин узактыгынан көз карандылыгы көрсөтүлгөн.



1.3-сүрөт. – Беттин өсүүсүнүн майдалоодон көз карандылыгы. Мында: 1-кремнийдин кычкылы; 2-сланец; 3-антрацит; 4-барит; 5-чайырлуу көмүр; 6-күрөң көмүр.

Механикалык майдалоодон алынган ундардын бөлүкчөлөрүнүн орточо өлчөмү 30 нм болушу мүмкүн. Металлдарды майдалоо үчүн барабандагы шарларга кыймыл өткөрүп берүүчү, кыймылсыз корпус-барабандан жана аралаштыргычтан турган жогорку энергиялуу майдалоочу аппараттар (атриторлор жана симолойерлер) колдонулат [56-58]. Бул учурда талкалануучу материалды майдалоо согуу менен эмес, сыйруу менен жүрөт.

Ыкманын негизги жетишпестиги – жабдуулардын жумушчу тетиктеринин жешилишинен ундун булгануусу. Каршы агымда майдалоо ыкмасында, белгилүү катмарында ундун бөлүкчөлөрүнүн майдалануусу бири-бири менен урунууларынын эсебинен жүрөт. Мына ошондуктан газдынагымында жогорку ылдамдыкка чыгарылган бөлүкчөлөрдүн өз ара урунуу процесси, ушул бөлүкчөлөр тарабынан пайда болгон белгилүү катмардын ортосунда жүрөт. Бөлүкчөлөрдүн бир аз бөлүгү гана камеранын каптал бетине урунуп майдалануу процессин ишке ашырат. Бөлүкчөлөрдү өлчөмдөрү боюнча ажыратуучу сепараторуна ээ түзүлүштүн жогорку бөлүгүндө, инерттүү газдар агымында бөлүкчөлөрдү майдалоо аймагынан бөлүп чыгарат. Белгилүү өлчөмдөн кичине болгон бөлүкчөлөрдү, газ агымынан ажыратып жана жыйноочу бункерге түшүрүүчү фильтрлөө системасына газ агымында алып кетет. Сепаратор чоң бөлүкчөлөрдү кайрадан майдалоо аймагына жөнөтөт.

Ультрадисперстик ундарды стабилдештирүү ыкмасы

Металлдардын УДУсуна сапаттык кошумчалануучу металлполимердик композиттерди иштеп чыгууда пайда болуучу негизги көйгөйлөрдүн бири, агломерацияга жана матрицада алардын теңсалмаксыз бөлүштүрүлүүсүнө алып келүүчү жогорку беттик энергияга ээ болуусу саналат. Мындай жол менен алынган композициялык материалдар, УДУнун сапатын гана жоготпостон, физика-механикалык мүнөздөмөлөрүн начарлаткан бир тектүү болбогон

материалдар болуп саналат. Бул УДУну стабилдештирүү ыкмасына кызыгуунун жогорулап баратканын түшүндүрөт.

УДУну стабилдештирүүнүн түрдүү ыкмалары адабияттарда [59-63] белгилүү, алардын катарында – коллоиддик эритмелердин жардамында заттарды түрдүүчө ороо (капсулалаштыруу), пассивдештирүү, стабилдештирүү ыкмалары бар.

Бөлүкчөлөр агломерациясын алдын алуу үчүн, авторлор [54] беттик активдүү заттарды (БАЗ) колдонушат. Бул ыкма беттик энергиясын төмөндөтүү максатында, түрдүү БАЗ эритмелеринде УДУну кайра иштетүүгө негизделген. Болгону, бул ыкманы колдонуп баштапкы түзүлүштү сактап калуу дайым эле мүмкүн эмес, аны менен катар, БАЗтар УДУнун сактоо мөөнөтүн сезилээрлик даражада жогорулатууга жөндөмсүз жана аларды бөлүкчөлөр бетинен алып салуу кыйын. Аралашма суспензияларда агломерацияны электростатикалык түртүүнү колдонуу менен алдын алууга мүмкүн [55]. Текшерүүгө киргизилген электролит экилик электрдик катмарды жаратат жана электростатикалык түртүшүү күчү Ван-дер-Вальстык тартышуу күчүнөн чоңдук кылганда, агломерациянын алдын алат.

Жыйынтыгында УДУнун кычкылдары алынат. Зарыл болгондо, калыбына келтирүүчү чөйрөдө аларга термикалык таасир этүү жолу менен металл УДУларын алууга мүмкүн.

[56] жумуштун авторлору УДУну органикалык пигменттер, жарым гликолдор, желатиндер, натрийдин же калийдин полиакрилаттары менен стабилдештирүү маселесин карашкан. Стабилдештирүүчүнү дистиллирленген суудагы эритме көрүнүшүндө даярдайт.

Алынган чөйрөдөн УДУну бөлүп чыгаруу химиялык же электрохимиялык реакция жолу менен атомардык же иондук формада металл бөлүкчөлөрүн пайда кылуу менен жүрөт. Стабилдештирүүчүнүн молекулаларынын катмары менен курчалган бөлүкчөлөр суу/стабилизатор/бөлүкчө системасында өзүнүн касиеттерин 12 айдан кем эмес мөөнөткө сакташат.

Белгилүү болгондой, алюминийдин УДУсу композициялык материалдарды алууда кеңири колдонулат [57-58]. Өткөргүчтөрдүн электрдик жарылуу процессинде алынган УДУлар күчтүү агломерацияланат. Агломерацияны алдын алуу бөлүкчөлөрдүн өздөрүнүн жаралуусу кезинде, бөлүкчөлөрдүн бетинде жогорку эрүү температурасына ээ кабыгынын калыптануусунун эсебинен орун алышы мүмкүн.

[72] жумушта, унду алуу процессинде Al_2O_3 бөлүкчөсүнүн сырткы кабыгынын калыптануусу эсебинен алюминий бөлүкчөлөрүнүн агломерациясын азайтуу мүмкүнчүлүгү көрсөтүлгөн. Нанобөлүкчөлөр курамында Al_2O_3 санын азайтуу үчүн алюминийдин көмүртегин же карбитин колдонууга болот. Алюминий унун метан камтылган инерттик чөйрөдө микродугалык разрядды колдонуу менен алса да болот. Жалгыз бөлүкчөнүн бетинде көмүртектик кабыкча жаралат, бирок бөлүкчөнүн негизги бөлүгү жыйынтыгы аралашма курамды жаратпоочу көмүртектик матрицада жайгашкан болот. Андан тышкары, алынган ун алюминийдин карбидин камтыбайт, анын жок болуусун алюминийдин бөлүкчөлөрүнүн тез муздоосу менен түшүндүрсөк болот.

Көмүртек камтылган чөйрөдө өткөргүчтүн электрдик жарылуусунда, карбид бөлүкчөлөрүнүн пайда болуусу үчүн шарттар жаралат: конденсациядан кийин пайда болгон алюминийдин бөлүкчөлөрү жогорку температурага (2000 °C дан жогору) ээ болгондуктан, аларды муздатуу газ чөйрөсүндө ишке ашат.

[79] жумушта спиртке ультраүндү колдонуу менен агломератты түзүүчү УДУдун бөлүкчөлөрүн бөлүштүрүү мүмкүнчүлүгү боюнча изилдөөлөр келтирилген. УДУ нун алынган бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү 10 нм ди түзөт.

[80,81] жумуштарынын авторлору УДУну стабилдештирүү үчүн механикалык аралаштырууну жана ультраүндүк иштетүүнү бир мезгилде колдонууну сунуштайт. Бул, жогорку дисперсиядагы суспензиянын седиментациялык туруктуулугун камсыздайт.

Лиганд кабыгы менен күмүштүн жогорку ирэттүүлүктөгү нанобөлүкчөлөрүн алуу үчүн, поливинилдик спирттүү же желатиндүү жогорку илешимдүүлүктөгү суу эритмесине 3-6 моль/г натрий олеатасы жана 10 моль/г натрий боргидриди кошумчаланат.

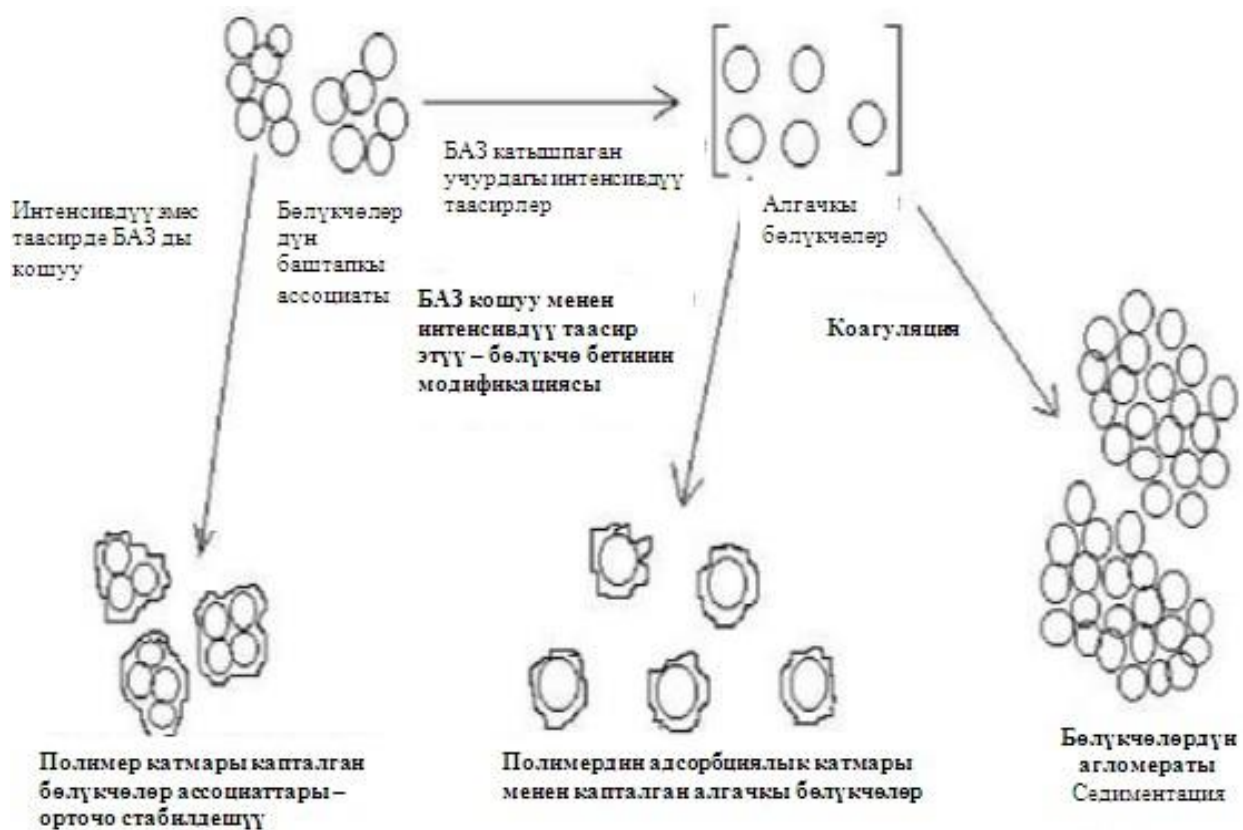
Реакция аралаштыруусуз жүрөт. Лиганд кабыктуу жана агрегация даражасы төмөн болгон бөлүкчөлөр алынат [82].

[83] адабиятында, күмүш УДУнун негизинде металлополимердик композициялык полимердик материалдарды алуу жана 2-4масс% концентрациясында карбоксиметилхитин бөлүкчөлөрүн стабилизатор катарында колдонуу сунушталган.

[84] жумушта жазылгандай, нанофракциялардын курамын жогорулатуу менен жез ундарын алуу ыкмалары да кызыктуу. Авторлор максатка жетүү үчүн, сульфаттык электролиттин негизги компоненттеринин концентрацияларынын жез чөкмөлөрүнүн бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрүнө сезилерлик таасирлерин эске алуу менен, электролиз процессин жүргүзүүнүн оптималдаштырылган режими сунушталган. Андан сырткары, ундун бөлүкчөлөрүнүн орточо өлчөмүн кичирейтүү үчүн, электролитке функционалдык кошулмалар киргизилет, тактап айтканда желатин жана полиэтилен гликоль. Изилдөөлөр жыйынтыгы боюнча желатинди электролитке кошуу бир кыйла эффективдүү болгон.

Стабилизаторлордун негизги ролу УДУнун дисперстүүлүгүн мүмкүн болгон максималдуулукка жеткирүү болуп саналат. [85] жумушта полимер-модификатор жана катуу фаза камтыган чөйрөнүн бөлүгүнүн бетинин өсүүсү менен нанобөлүкчөлөрдүн активдүүлүгү жогорулаары белгиленген. УДУнун бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү кичирейген сайын, ошончолук полимерлер менен алардын урунууларынын чекиттери көбөйө берет жана ошончолук алардын аракеттенишүүлөрүнүн интенсивдүүлүгү өсөт.

Пигменттердин жана кошулмалардын суу системаларына интенсивдүү механикалык таасир этүүдө полимердин ролу, бөлүкчөлөрдүн бетиндекоргоочу катмарларды пайда кылуу менен адсорбцияны жүргүзөт, ал эми механикалык активдештирүүдө ассоциаттар дезагломерленет жана беттин алгачкы бөлүкчөлөрү активдешет. Айтылгандарды төмөндөгү схема менен сүрөттөсөк болот (1.4 - сүрөт)



1.4-сүрөт – Полимердик стабилизаторлордун катышуусунда жана катышуусуз пигменттик жана кошулмалуу суу системаларынын дисперстүүлүгүнө интенсивдүү механикалык аракеттердин таасирлери

Полимердик стабилизаторлордун катышпоосунда, механоактивацияда бөлүкчөлөрдүн ирик болуп калуусуна алып келет, механоактивация процессинде бөлүкчөлөрдүн ассоциаттары тез коагулирленип жана агломераттарга айлануу менен активдешкен беттерде алгачкы бөлүкчөлөргө чейин диспергирленет. Полимерлерди катыштырууда, диспергирлөө процесси полимердин адсорбциондук-сольваттык коргонуу катмарларын пайда кылуу менен –бекитилет, жыйынтыгында модифицирленген беттүү стабилдүү дисперстик системаларды алууга алып келет. Мына ошентип, поллипиррола катмарынын жардамында УДУдагы жезди, никелди, темирди жана башкаларды абадагы кычкылтек менен кычкылдануусунан жакшы коргойт. Ыкма ыңгайлуу, кычкылдануудан коргонуу үчүн дисперсиядан унду бөлүп алуунун зарылчылыгы жок. Коргоо катмары электрдик өткөрүмдүүлүккө ээ, бирок бөлүкчөлөрдүн магниттик касиеттерине таасирин тийгизбейт, биологиялык чөйрө менен жакшы аралашат [86,87].

Түз мицеллдик калыбына келтиргич дисперсиясын даярдоону камтыган, системасына галогендерге карама-каршы иондору менен иондордун калыбына келүүлөрүн каршы Минералдык кислоталар менен металл УДУнун дисперсиясын кычкылдандыруу жолу менен пиррола тузун полипиррола полимеризациялык каптоо менен УДУнун калыбына келүүсүнөн кийин алынган, пирроланын кошумчалануусунан, перекис водороддон жана аралашуудан коргойт.

Металл УДУсун алуу ыкмасы [88], галогендердин иондоруна каршы катион тибиндеги БАЗдын суу эритмеси негизинде түзмицелдик дисперсияны даярдоону камтыган жана түз мицелл системасында металлдардын иондорунун калыбына келүүсү, органикалык кислоталарды гидрофилдик кошумчалоо менен ишке ашкандыгы менен айырмаланат, алынган металлдын тузу менен БАЗ эритмесин мицеллярдык даярдалуусу жана металлдын бөлүкчөлөрүнүн дисперсиясын алуу менен эки эритмелерди аралаштырып бириктирүү менен металлдардын иондору калыбына келтирилет, ошондуктан калыбына келүүсүнөн кийин алынган УДУ кабыгында пиррола тузунун полипиррола полимеризациясынан, металл УДУсунун дисперсиясынын минералдык кислоталардан, пирроланын кошумчалануусунан, перекис кычкылынан жана аралашып кетүүдөн коргонот.

Азыркы мезгилде [89] жумуштун авторлору сунуштаган, алкилиолдор, диалкилсульфиттер, диалкилдисульфиддер, диалкилтиокарбаматтар же алкилтиофенолдор, курамында күкүртү бар БАЗтар катары колдонулгандыгы ошондуктан мономолекулярдык катмарда, аз санда, нанобөлүкчөлөрдүн пайда болуусунун эсеби боюнча аныкталган санда БАЗ кошумчалангандыгы менен айырмаланып, ультраүндүк термелүү энергиясынын таасиринде курамында күкүртү бар БАЗ кошумчаланган көмүртектик чөйрөдө металлга туура келген кычкылдандыруу-калыбына келтирүү реакцияларды жүргүзүүнү камтыган металлдардын ундарынын наноөлчөмдүү дисперсияларын алуу ыкмалары белгилүү.

Суу чөйрөсүндө жездин УДУсун алуу ыкмалары да белгилүү [90-93]. Бул ыкмаларда эритүүчү катары дистиллирленген суу колдонулат, ал эми стабилдештирүүчү компонент катары түрдүү органикалык жана органикалык эмес стабилдештирүүчү компоненттер колдонулат. Органикалык стабилдештирүүчү компоненттер катары полигликолдор, поливинилпирролидон, калийдин, натрийдин полиакрилаттары, желатин саналса, органикалык эмес стабилдештирүүчү компоненттерге – аммоний, калий, натрий цитраттары кирет.

Унду абадагы кычкылтек менен кычкылданбашы жана стабилдүүлүгүн жогорулатуу максатында, 0,05 - 0,10 % стеариндик кислотасы эритмесинде жана 1-2 % гидрохинон эритмесинде кошумча иштетишет.

Алынган ундар 2 айдан ашык убакыт мезгилден кийин гана стабилдүүлүгү жакшы экендиги менен айырмаланат.

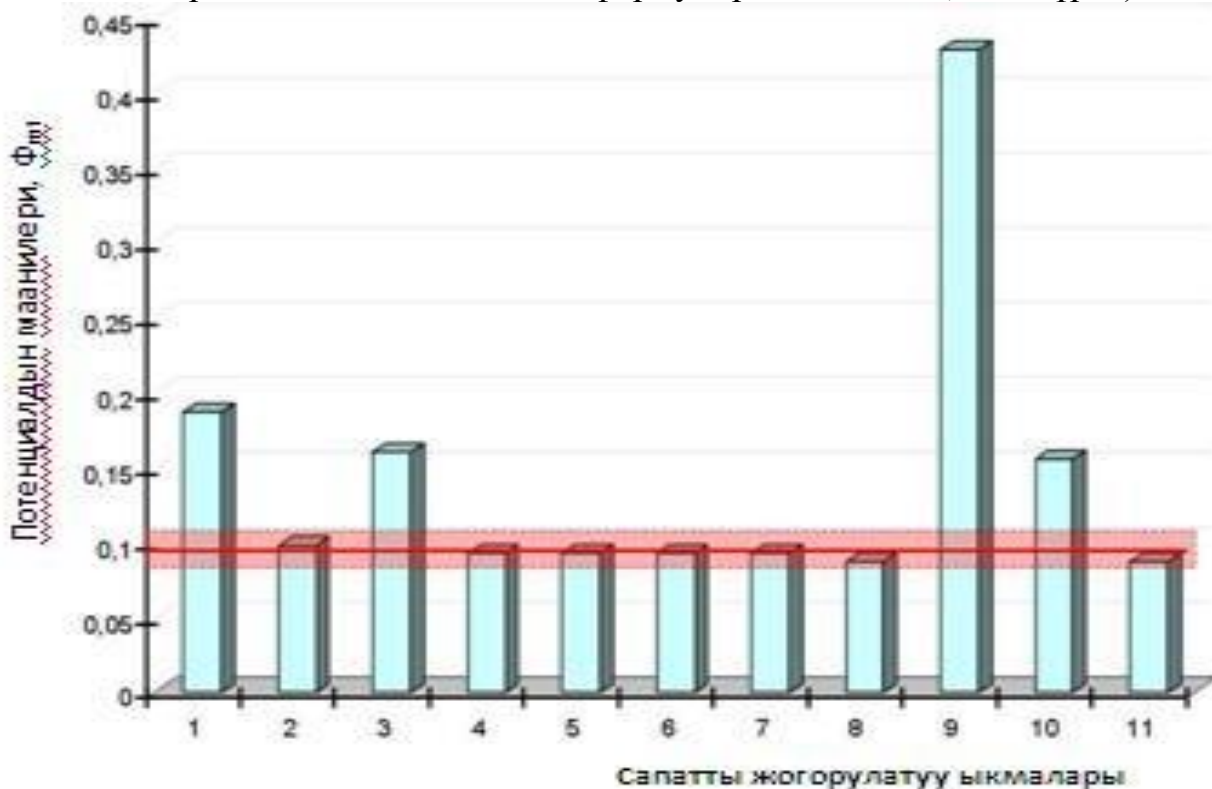
[94] жумуштун авторлору туздарды эритүүчү суюктук катары антисептикалык касиеттерге ээ түрдүү аминдер негизиндеги сууэритүүчү комплекстерди тандап алышкан. Эритме, жогорку температурада ультраүндө иштетүүнү колдонуу менен диспергирлөөгө баш ийет. Диспергирлөө процессинде анын стабилдешүүсү камсыздалуусунда, металл бөлүкчөлөрүнүн бетинде органикалык кабыктардын калыптануусу менен туздардын кабыктарынын жок болуусу бир мезгилде жүрөт. Изилдөөлөр көрсөткөндөй, суспензияны 100 күн аралыгында комнаталык температурада кармоодон кийин анын бардак мүнөздөмөлөрү стабилдүү калгандыгы аныкталды.

1.5 Кремний негизинде өзүнчө композициялык материалдарды алуу

Заманбап технологияларга, портландцементтин активдүүлүгүн жогорулатуу технологиялары тиешелүү, жеке алганда, сууну аз талап кылуучу байланыштыргыч заттарды, майда ундуу цементтерди, композициялык байланыштыргычтарды иштеп чыгууларды өз ичине камтыйт; пластифицирлөөчү кошулмаларды (супер- жана гиперпластификаторлорду, органоминаралдык модификаторлорду) кошуу менен баштапкы курамындагы суу өлчөмүн төмөндөтүү; кургак калыптандыруудан пайдалануу жана органикалык зат же күкүрттү бетондун борпоң түзүлүшүнө сиңдирүү. Аз суу талап кылуучу байланыштыргычтарды, майда ундуу цементтерди, композициялык байланыштыргычтарды иштеп чыгуу; пластифицирлөөчү кошулмаларды кошуу менен баштапкы курамындагы суу өлчөмүн төмөндөтүү, рецептурдук ыкма болуп саналат жана фазалык курамы жана таштын тыгыздыгы башкарылуучу БАЗды жана минералдык дан каражаттарын колдонуу менен «портландцемент-суу» системасынын беттик кубулуштарын башкарууга негизделген.

Кургак калыптандырууну жана органикалык заттарды же күкүрттү бетондун борпоң түзүлүшүнө сиңирүүнү колдонуу, тыгыз жана бышык материалдарды калыптандыруунун жаңы өз алдынча технологиялык ыкмасы катары мүнөздөлөт.

Бетондун технологиясын өнүктүрүү эволюциясынын анализи негизинде затты кайра иштетүү технологиясын колдонууга туура келген, материалдардын потенциалын максималдык колдонууга жетүү даражасы менен мүнөздөлгөн технологиялардын Φ_{mt} потенциалында формулировкаланган (1.5 – сүрөт).



1.5 – сүрөт. Түрдүү технологиялык ыкмалар үчүн Φ_{mt} потенциалдын

маанилери: 1 – портландцементинин активдүүлүгүн жогорулатуу (анын ичинде: суу аз талап кылуучу бириктиргичтер; майда ундуу цемент тер; композициялык бириктиргичтер); 2 – даярдалган кошулмаларды колдонуу; 3 – пластифицирлөөчү кошулмаларды кошуу менен баштапкы курамындагы сууну азайтуу (анын ичинде: супер- жана гиперпластификаторлор; органоминералдык модификаторлор); 4 – түзүлүштүн тыгыздыгын жогорулатууга жөндөмдүү органикалык эмес кошулмаларды кошуу; 5 – түзүлүштү тыгыздоочу полимердик заттарды кошуу; 6 – цементтик флокулдарды дезагрегациялык камсыздоодо, цементке виброактивацияны колдонуу; 7 – катуу аралашмаларды тыгыздатуу процессин интенсификациялоо; 8 – вакуумдаштырууну, центрифугалаштырууну, фильтрациялык пресстөөнү колдонуу; 9 – бетондун борпоң түзүлүшүнө органикалык заттарды же күкүрттү сиңирүү; 10 – курган калыптандырууну колдонуу; 11 – суу сиңирүүчү аралыктарды пайдалануу.

Анализдин негизинде материалдардын рецептуралык-технологиялык жетилтүү принциби автор тарабынан төмөндөгүдөй формулировкаланат[57]: качан гана баштапкы структуралык деңгээл максималдык сапатка жеткенден кийин гана төмөнкү масштабдык структуралык деңгээлди башкаруу, максатка ылайык ишке ашырылат. Кийинки структуралык деңгээлде, структуралык түзүлүштү башкарууга өтүүнүн максаттуулугун баалоодо мүмкүнчүлүк бере турган мүнөздөөчү чоңдугу болуп, массалык дефектин максималдык өлчөмү саналат. Ушул принциптин ишке ашырылышы, микроструктуралык деңгээлди максималдык сапатка жеткиргенден кийин, материалдарда наномасштабдык структуралык деңгээлде структуралык пайда болууну башкаруу технологиясын иштеп чыгууну ишке ашыруу максатка ылайыктуу [57].

Микроструктуралык деңгээлде материалдарды микрометрикалык өлчөмүнүн структурасын жана касиеттерин башкаруу үчүн микрометрикалык өлчөмдөгү модификаторлор колдонулат.

Микрометрикалык өлчөмдөгү модификаторлор – байланыштыруучу заттарды модифицирлөө үчүн жана жаңы байланыштыруучу заттарды алуу үчүн колдонулган дисперстик фазалар болуп саналат. Химиялык активдүү жана минералдык инерттүү кошулмалар деп бөлүнүшөт. Химиялык активдүү кошулмалар, цемент ташынын химиялык курамын, анын структурасынын параметрлерин жана эксплуатациялык касиеттеринин көрсөткүчтөрүн өзгөртүп жаңы затты пайда кылуу менен, бириктирүү же анын продукталарынын гидратациясына химиялык өз ара аракеттенишүүсүн алып кирүүгө жөндөмдүү. Химиялык инерттүү кошулмаларды бириктирүүчү заттын чыгымын азайтуу үчүн көп колдонулат [5,75]. Ошону менен бирге, фазаларды бөлүүнүн кошумча чек арасын калыптандыруу, бетонду аралаштыруу баскычында пластификаторлордун эффективдүүлүгүн жана эксплуатациялык касиеттеринин көрсөткүчтөрүн жогорулатууга жөндөмдүү болуп калат [75]. Минералдык кошулмалар цементтик клинкерлердин массасынан 70 % га чейинки санда кошулушу мүмкүн.

Цементтик система үчүн химиялык активдүү кошулмалардан: түрдүү кендердин кварц камтыган заттары же техногендик келип чыгуулары [75-81], чыныгы цемент сыныктары [82], магниттик сепарациянын нымдуу калдыктары [83], ылайлар жана шлактар [84-87], колбалар [86, 88], перлит [86, 89], туф [86], акиташ [86], кальцийдин микроөлчөмдүү гидросиликаттары, микрокремнийлер [90], дефекат, конверсиондук бор [78, 91], каолинит, бентонит жана башкалар белгилүү. Ушул кошулмалардын маанилүү критерийи болуп, алынуучу композиттин тыгыздыгынын жогорулашы жана борпоң бөлүгүнүн параметрлеринин өзгөрүшү, атап айтканда нано- жана мезопорлордун үлүшүнүн көбөйүшү саналат.

Композициялык бириктирүүчү минералдык компоненттердин цемент ташынын бышыктыгына тийгизген таасири боюнча маалыматтар 1.1-таблицасында келтирилди.

Таблица 1.1 - Композициялык бириктирүүчүлөргө цемент ташынын бышыктыгы

Минералдык компоненттердин аталыштары	Цемент ташын кысуудагы бышыктыгы, МПа		Булагы
	Кошум-часыз	композициялык бириктирүүчү	
Жаратылыштагы кварцтык кумдардан же экинчилик ресурстардан алынган кварцтык ун	44,7	46,1-93, 1	[76-81, 92]
Бетон сыныктары (цементтин массасынын 10-30 %)	–	32,6-48,3	[82]
Карбонаттык толуктагыч	–	70,5 ге чейин	[93]
Перлит	–	87,1-146,9	[89, 93]
Гипс	49,2	73,5 ге чейин	[78]
Гипс + карбонаттык толуктагыч		90,5 ге чейин	
Перлит + гипс		91,1 ге чейин	
Гипс + кварциттик кумдун майдаланышын текшерүү		82,4 ге чейин	
Гипс + кварциттик кумдун майдаланышын текшерүү + бор		87,7 ге чейин	
Вулкандык күл	–	13-40	[76]
Вулкандык шлак	–	30-50	[87]
Керамзиттик чаң	–	23...50	[76, 86]
Суу тазалоочу шлам	–	1,7·Rцк ге чейин	[84, 85]
Ише	38,0	16,7 ге чейин	[86]
Череповецтик шлак		31,2 ге чейин	
Күйүүчү шлактар		29,9 ге чейин	
ОЭМК шлактар		21,6 ге чейин	
Вулкандык туф		25,4 ге чейин	

1.1-таблицасында, композициялык бириктирүүчү заттарды алуу үчүн колдонулушу мүмкүн болгон минералдык компоненттердин толук эмес тизмеги келтирилген. Мындай компоненттерди тандоо, жеткиликтүүлүк принциби боюнча жүргүзүлөт, ошондой эле талап кылынган химиялык курамы боюнча да жүргүзүлөт (эреже боюнча, кремний кычкылынын белгилүү курамы (пуццоландык активдүүлүгү) же башка кошулмалары жаңы биригүүлөрдү жаратуу жана портландиттин концентрациясын азайтуу менен гидрация продукталары менен аракеттенишүүлөргө жөндөмдүү). Демек, табигый ошондой эле техногендик келип чыгуучу компоненттердин белгилүү бөлүгү көрсөтүлгөн талаптарга жооп бериши анык. Аларды колдонуунун эффективдүүлүгү жергиликтүү экономикалык шарттардан көз каранды болот, бирок аларды колдонуунун илимий негиздемеси өзгөрбөйт.

Цемент системаларында микроөлчөмдүү кошулмалардын таасирлерин изилдөөнүн чоң бөлүгү В.И. Калашников тарабынан жүргүзүлгөн. Кызматкерлери менен биргеликте, цементтин 20...30 % ын ЖЭСтин күлү менен алмаштырууда, бетондун бышыктык чеги кошумчасыз бетондун бышыктыгына дал келээри аныкталган [94]. Бир гана жери ЖЭС азыркы мезгилде күл чыгарбайт, себеби ЖЭС жаратылыш газын колдонот.

Андан тышкары конденсирлештирилген микрокремнийден жана С-3 кошумчасы менен ЖЭСнын шлактарынан турган, комбинештирилген органоминералдык модификаторлордун курамы [94] жумушта келтирилген. комплекстик кошулмаларды колдонот. Цемент бетондору үчүн мындай модификаторлорду колдонуу, ЖЭСнын күлүнүн курамынын жетиштүү турактуулугунун жана химиялык активдүү амморфтук кремнийдин жетиштүүлүгүнүн эсебинен цементтин чыгымын азайтуу менен композиттин тыгыздыгын жана бышыктыгын жогорулатууга мүмкүнчүлүк түзүлөт [95]. Цементтин массасы боюнча 1,65 % модификатор чыгымы боюнча бетондун бышыктыгы 90 күндө 100...137,5 МПа, ийилүү деформациясы 78 күндө – $(49,6...72,0) \cdot 10^{-5}$ түздү. Цемент композиттеринин микрокремний ($d = 0,01...0,1$ мкм) жана метакаолиндердин ($d = 1...5$ мкм) реологиялык касиеттерине жана бышыктыгына таасирлерин изилдөөлөр көрсөткөндөй, микрокремнийди киргизүү сууга болгон талапты күчөтөт жана цемент эритмесин калыңдатат [96]. Метакаолинди 1 % колдонуу менен бир кыйла тыгыз структура алынды. Кысуу менен алынган модифицирленген цемент ташынын бышыктыгы 90 МПа түздү. Пуццоландык активдүүлүккө ээ метакаолинди колдонуу [97], цементтин чыгымын азайтууга, гидратацияны тездетүүгө жана модифицирленген композиттин бышыктыгын жогорулатууга алып келет. Модифицирленген курамдын 84,9...89,5 МПа бышыктыгын 28 күндө түзөт. Кошулмаларды колдонуу биринчи күнү 80...90 % га чейин, ал эми 28-күнү текшерилүүчү курамдын бышыктыгынан 70 % дан жогору цемент ташын алууга жөндөмдүү кылат. Модифицирленген курам жогорку тыгыздыгы менен айырмаланып, таштын кристаллдык түзүүчүсү негизинен жука пластиналар көрүнүшүндө, гидротация продукталары катары берилген [97]. Микрокремнийдин, метакаолиндин күлүнүн, түтүнүнүн оң таасирлери [97] жумушта берилген. Минералдык компоненттер өзүнчө, ошондой эле биргеликте кошулууда

модифицирленген бетон аралашмаларынын кыймылдуулугун 13 % га чейин жогорулатат, бирок анын таасиринде аз убакыт мезгилинде өздүк деформациясын пайда кылат. Цементтин массасына 8...10 % кошулма кошууда, бентонитти колдонуу модифицирленген цемент ташынын бышыктыгын 15...20 % га жогорулатат. Цементтин массасына 10 % дефекатты (90 % кальцит жана 10 % портландит) колдонууда, суунун сарптальшын 12,5 % га азайтуу менен нормалдуу тыгыздыктагы цемент ылайын алууга мүмкүн [91]. Модифицирленген цемент ташынын бышыктыгын 50 тен 70 МПа га чейин жогорулайт. 10 % дан 25 % га чейин кошулмаларды кошууда, курамы CaCO_3 (84,8 %), нитраттын жана фосфаттын аммонийинен турган конверсиондук борду колдонуу менен сууну азайтуучу эффектти алууга мүмкүн. Цемент ташынын бышыктыгы модифицирленген конверсиондук борду кошуу менен 70 МПа ды түзүп калат [91]. [99] жумушта көрсөтүлгөндөй, пластификаторлордон колдонгондо сууну азайта турган эффективдүүлүктү азайтуу үчүн минералдык кошулмалар төмөндөгүдөй иреттүүлүктө жайгаштырылат: гранит ташынын уну; кум; ише жана микрокварц; диатомит.

Мындан сырткары, түрдүү максаттардагы жана курамдагы (цемент системалары, акиташ композиттери ж.б.) композициялык бириктиргичтерди алуу үчүн кальций гидросиликаттарга негизделген микроөлчөмдүү кошулмалар колдонулат. Аларды колдонуу акиташ курамынын бышыктыгын $V/I = 0,7$ га жараша 4 эседен жогору, ал эми $V/I = 0,9$ болгондо 4,5 эседен жогору жогорулатууга мүмкүндүк берет [100]. Волостонит синтези үчүн дагы чийки зат катары гидросиликаттарды колдонуу сунушталат [101]. [102] жумушта цементтик системаларга алюминий гидросиликаттарын колдонуунун жыйынтыктары келтирилген. Кошумчалар алардын бышыктыгын бир кыйла жогорулатуусу жана катуланууну тездетээри көрсөтүлгөн. Ошону менен бирге натрий гидросиликаттары менен алюминий сульфаттарынын эритмелерин бириктирүү аркылуу алюминий гидросиликаттарын синтездөө мүмкүн эмес [103]. Мындай гидросиликаттар негизиндеги кошулмалар аз изилденген жана алар тууралуу маалыматтар карама-каршы. Ярусов С.Б. белгилегендей [101] кальций гидросиликаттары рентгеноаморфтук болуп саналышат. Аларды синтездөөдө карбонизациялоо эсебинен CaCO_3 кристаллдары натрий гидросиликаттары жана кальций хлориддеринин эритмелеринин өз ара аракеттенишүү таасиринде болот. Кальций силикатынын кристаллдарынын пайда болуусу 900°C температурада 1 саат аралыгында өрттөө мезгилинде ишке ашырылат. кальцийдин синтезделген гидросиликаттарын ИК-спектраскопиясы усулунда изилдөөдө синтезделген кошулмада силикаттык группанын бар экендиги тастыкталды. Аналогиялык жыйынтык кошумчаны термогравиметрикалык анализ жүргүзүүдөн, ошондой эле рентгендик фотоэлектрдик спектраскопияда изилдөөдөн да алынган. Кальцийдин гидросиликаттарынын түзүлүшүн изилдөөлөр, алардын пластиналарынын өлчөмү 1 ден 10 мкм ге чейинки катмардык түзүлүшкө ээ экендигин көрсөттү. Пластиналар арасында ~ 100 нм болгон өлчөмдөгү өтө майда бөлүкчөлөр жайгашып, алар ~ 1 мкм өлчөмдөгү агломераттарда жыйналат. Агломераттар татаал геометрикалык формада өнүккөн борпоң бетке ээ [101]. Жумушта

кальций гидросиликаттарын өндүрүштө колдонуу келечеги белгиленип, бирок аларды синтездөө чет элде ишке ашырылары белгиленген.

Л.А. Мелединдин жумушунда [104] гидросиликаттарды синтездөөнү аналогиялык усулда – натрийдин гидросиликаттарын кальцийдин хлоридинин эритмелерин бириктирүү аркылуу ишке ашырууну сунуштайт. Продукталардын химиялык курамы рентгендикфазалык анализ усулунда изилденген жана тобермориттер тобунун минералдарына келтирилген жана $\text{Ca}_5\text{Si}_6\text{O}_6(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ химиялык формуласына туура келет [104]. Электрондук сканирлөөчү микроскопту колдонуу менен кальцийдин синтезделген гидросиликаттарын изилдөө көрсөткөндөй, бөлүкчөлөр да филлосиликаттарга мүнөздүү, катмардык түзүлүшкө ээ. Болгону, катмарлар арасындагы мейкиндикте жайгашкан кальций иондору жана суу молекулалары менен, катмарлар бири бири менен байланышкан. Резинаны кошумчалоо үчүн кальцийдин синтезделген гидросиликаттары колдонулган. Алынган резиналардын эксплуатациялык мүнөздөмөлөрү, техникалыккөмүртек негизиндеги жанасуюк модификатордогу резиналар менен салыштырылган.

[100] жумушта 7,5...15,0 % концентрациядагы кальций хлоридинин эритмеси менен суюк айнектин (натрий гидросиликаттарынын эритмеси) биригүүсүнөн синтезделген кальций гидросиликаттары рентгендикфазалык усулунда изилденген. Кошулманын кристаллдашуу даражасы анча чоң эмес экендиги, бирок курамында CSH (I) жана CSH (II) кальцийдин гидросиликаттары, кальцит жана гидрогалит бар экендиги аныкталды. Кальций гидросиликаттарынын түзүлүшүн изилдөөлөр көрсөткөндөй, алар пластиналык жана ийнелик түзүлүштөрдө.

Кошулманы ИК-спектраскопиясы усулу менен изилдөө, CSH (I) жана CSH(II) кальций гидросиликаттарынын бар экендигин далилдейт [100]. Бөлүкчөлөрдүн өлчөмү микрометрдик диапазондо жайгашкан. 20...45 мкм өлчөмүндөгү бөлүкчөнүн бөлүгү 38,52 % ды түзсө, ал эми 0,05...10 мкмөлчөмү – 18,35 % ды түзөт. Алынган кошулмалар кальцийлүү композиттерди модифицирлөө үчүн колдонулду. Иштелип чыккан кальцийлүү материалдар төмөндөгүдөй мүнөздөмөлөргө ээ: кысуудагы бышыктыгы – 3,... 4 МПа, ийүүдөгү бышыктыгы – 0,71...1,80 МПа, адгезиондук бышыктыгы – 0,6...0,9 МПа, суука чыдамдуулугу - F 50 дөн кем эмес, сууга туруктуулугу - 0,68...0,74, кысылуу деформациясы - 0,26...0,34 мм/м. Натрий гидросиликаттарынын жана алюминий сульфаттарынын эритмелеринин өз ара продукталары 55,5 % кремнийдин аморфтук кычкылын камтып, жалпы синтезделүүчү продуктыларынын курамы кристаллдык тенардит жана гиббсит (22 %) жана аморфтук кристобалитке окшош кристаллиттер (78 %) менен берилген [102].

Атайын максаттагы цемент композиттери (өзгөчө оор же гидраттык бетондор) үчүн материалдын жогорку тыгыздыгын камсыздоо эле жетиштүү эмес ((1.10) формуланы кара), ошондой эле, гамма нурдануусу (өзгөчө оор бетондор үчүн) жана нейтрондор агымы (гидраттык бетондор үчүн) эффективдүү жутулуучу химиялык курамын камсыздоо зарыл.

Радиациядан коргонуу композиттерин жаратуу үчүн барий хлоридинин уну менен суюк айнектин (натрий гидросиликаттарынын эритмеси) өз ара

аракеттенишүү продуктылары изилденди [41]. Барий гидросиликаттарынын $BaCl_2$ курамынын стехиометрикалык 100 % курамынын рентгенофазалык анализи $Ba_2[SiO_2(OH)_2]$, $BaO \cdot SiO_2 \cdot 6H_2O$, $BaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ жана $BaO \cdot SiO_2 \cdot 4H_2O$, ал эми 75 % – $BaO \cdot SiO_2 \cdot H_2O$, $BaO \cdot SiO_2 \cdot 6H_2O$ жана $Ba_5[Si_4O_{12}](OH)_2$ экендигин ырастайт. Бирок көрсөтүлгөн заттар бириктирүүчү продуктасы болуп саналса да, радиациялык коргоочу материал үчүн модификатор катары колдонсо болот.

Мына ошентип, композициялык цемент бириктиргичин алуу үчүн түрдүү кошулмалар кошулат: техногендик, жаратылыштык келип чыгуучу же жасалма жол менен синтезделген. Жасалма жол менен синтезделген кошулмалар аз изилденген болуп саналат, бирок алар алынганда дайыма химиялык курамы тандалган синтез технологиясы менен камсыздалат, бул болсо алынган композиттердин сапаттык көрсөткүчтөрүн сезилерлик даражада төмөндөтөт. Адабияттар булактары [105-108] көрсөткөндөй, эксплуатациялык касиеттерин жогорулатуу үчүн гидросиликаттык системаларды, жекече, оор металлдардын – гидросиликаттардын атомдорун колдонуу максатка ылайык келет.

1.6 Түрдүү дисперсияларды колдонуу менен дисперстик суу эритмелерин жаратуу ыкмалары

Азыркы мезгилде курулуш материалдарына киришүүгө нанотехнология принциптерин жайылтуу приоритеттүү мааниге ээ [109, 110].

Наноматериалдар, ошондой эле нанотүзүлүштүк жана наномодифицирленген материалдар болуп айырмаланат. Материалдардын категориясын аныктоочу шарты болуп, нанометрикалык өлчөмгө ээ же материалдын түзүлүшүнүн калыптануусун камсыздоочу, наноөлчөмдүк мүнөздөмөгө ээ киргизилүүчү заттын саны саналат. Курамында нанометрикалык өлчөмдөгү элементтери көлөм боюнча 10 % дан көп болгон (100 % га жакын) жана наномодифицирленген же нанотүзүлүштүк элементтери көлөм боюнча 10 % дан аз болгон материалдарды наноматериалдар деп атоо кабыл алынган.

Курулуш материалдарына киришүүдө наномодифицирлөөнүн жана нанотүзүлүштүн терминдери колдонулган терминология колдонулат. Ушул терминдерде принципиалдык айырмачылыктар жок, ошондуктан курулуш материалдарынын сапаттык көрсөткүчүн жогорулатуу нанометрикалык өлчөмү менен продукталарды калыптандырууну камсыздаган нанометр өлчөмүндөгү заттар же бирикмелер жардамында ишке ашырылат.

Азыркы мезгилде курулуш материалдары на киришүүдө нанотехнологияны өнүктүрүү негизинен түрдүү табияттагы биринчи наноматериалдарды киргизүү жолу мене ишке ашырылууда. Эң көп колдонулуучуларга көмүртек системасындагы коллоиддик эритмелер (фуллерендор, астралендор, нанотүтүктөр ж.б.) [111-114], кремнезолдор [67, 112], алюмосолдор [100], темирдин золдук бирикмелери [63-66] жана башкалар кирет.

[111] жумушта курулуш материалдарынын түзүмдүк жаралууларына наноөлчөмдүк модификаторлордун таасиринин үч гипотезасы сунушталган:

- *Гипотеза №1.* Биринчилик наноматериалдар, сырткы беттик энергияга ээ болуу менен, тыгыз жана бышык затты пайда кылууга жөндөмдүү болгон, матричтик материалдардын түзүмдүк жаралуусуна таасирин тийгизет.
- *Гипотеза №2.* Биринчилик наноматериалдар кристаллдашуу борбору болуп саналышат.
- *Гипотеза №3.* Биринчилик наноматериалдар кристаллдарды бөлүү чегинде жайгашып, алардын биригишин, кайрадан кристаллдашуусун ишке ашыруу менен көлөмдүк дефектеринин тыгыздыгын төмөндөтөт

Автор [10] анык геометриялык ой жүгүртүүлөрдү колдонуу менен, наноөлчөмдүк элементтерди камтыган материалдардын түзүмүн калыптандыруу үчүн алардын көлөмдүк концентрациясын жана биринчилик наноматериалдардын мүнөздүү өлчөмдөрүн аныктоо боюнча эсептөөлөрдү жүргүзгөн. Ушундай кылып, түзүмү наноөлчөмдүк параметрлерге ээ курулуш материалдарын алуу үчүн, мүнөздүү өлчөмдөрү 100 нм ден кичине болгон биринчилик наноматериалдарды колдонуу керек, көлөмдүк үлүшү 10 % га жакын болуусу шарт. Биринчилик наноматериалдарга колдонулган өлчөмдөрдүн азайуусу, алардын концентрациясынын сезилерлик даражада төмөндөөсүнө жардам берет. Мисалы, мүнөздүү өлчөмдөрү $dn = 10$ нм болгон биринчилик наноматериалдардан колдонгондо, $dk \approx 100$ нм болгон матричтик материал $vn = 1 \cdot 10^{-4}$ тө калыптанат, аны эмпирикалык маалыматтар менен салыштырууга болот [10].

Мына ошентип, наноөлчөмдүк түзүлүш параметрлерине ээ курулуш материалдарын калыптандыруу үчүн минималдык өлчөмдөгү (100 нм ден кичине) биринчилик наноматериалдарды колдонуу максатка ылайыктуу. Бул талап кылынган эффектке жетүү үчүн алардын сандык кыскаруусун камсыздайт, б.а. нанотехнологияны колдонуу техника-экономикалык эффективдүү болуп саналат [12-13].

Курулуш материалдарын модифицирлөө үчүн колдонулган коллоиддик системаларды алуу, ташуу чөйрөсүндө [12-16] биринчилик материалдарды диспергирлөө менен же коллоиддик химияда [11, 19] классикалык усул менен дал келген синтездөө жолу менен алынат.

Мындай коллоиддик системалардын агрегаттык туруктуулугун, тактап айтканда көмүртектик нанотүтүктөрдү диспергирлөө [14-16] же кремний күлүнүн агрегативдик туруктуулугун камсыздоо же күлдөгү темир байланыштарын [11,19] алуу жана сактоонун технологиялык кыйынчылыктары жашайт.

Көмүртекти камтыган наномодификаторлорду колдонуу түрдүү бириктирүүчү системаларда, тактап айтканда минералдарда: цемент, гипс, акиташ, суюк айнек жана башкаларда, ошондой эле органикалык: эпоксиддик смолаларда, полиизоцианаттарда жана башкаларда изилденди. Изилдөөлөр [17-37] көрсөткөндөй, көмүртектик наномодификаторлор материалдардын эксплуатациялык касиеттерин жогорулатууга алып келүүчү нанотүтүктөр менен байланышуучу орундарда цементтин гидратациясынын продукталарынын химиялык курамын өзгөртүүгө жөндөмдүү [18].

А.Н. Пономарев, Г.И. Яковлев, Г.Н. Первушин, А. Корженко, А.Ф. Бурьянов, Я. Керене, И.С. Маева, Д.Р. Хазеев, И.А. Пудов, С.А. Сеньков, Н. Wang, B.J. Zhang, X.Z. Liu, D.Z. Luo, S.B. Zhong, Xiaohao Wang, Jianjun Zheng, Xiuli Du, Weiming Yan, Yue Li, Jianwei Zhang Ezio Cadoni, Marco di Prisco тарабынан көрсөтүлгөндөй, цемент системаларында нанотүтүктөр кальций гидросиликаттарынын кристаллизациясынын борборлору болуп саналышат. Жыйынтыгында цемент ташынын тыгыздалуусу жана кристаллдашуусунун жогорулоосу, кошумча аморфтук фазалардын пайда болуусу, композиттин бышыктыгынын жогорулоосу жүрөт [25,28]. [18] жумуштун автору, нанотүтүктөр бириктиргичтердин гидратациясын ылдамдатат, жыйынтыгында аморфтук фазада, кальций гидросиликаттарынын ийнелүү кристаллдары менен кальцийдин гидроксидинин пластиногу биргеликте киргизилишинен кристаллдык блоктор жаралат деп эсептейт. [14] жумушта сууга беттик активдүү заттарды кошуу менен көмүртектик нанотүтүктөрдү диспергирлөөнү сунуштайт. Алынган дисперсиянын стабилдүүлүгү 3 айдан ашат.

Цементтин массасына 0,025; 0,05 жана 0,1 % нанотүтүк киргизүү цемент ташын кысууда анын бышыктыгын 22 % га жогорулатат. [35] жумушта, нанотүтүктөрдү диспергирлөө үчүн эки усулду колдонуу сунушталат: алкилбензолсульфонат жана пеногаситель (трибутилфосфат) БАЗды колдонуу же сууда нанотүтүктөрдү 10 мин. аралыгында «Becker» ультраүндүк түзүлүшүнүн жардамында 50 % концентрациялуу паста көрүнүшүндө диспергирлөө. Авторлор, БАЗды колдонууда эффективдүүлүк жогору болоорун жана нанотүтүктөр курамы цемент массасынын 0,1 % түзөөрүн белгилейт. Гипстик бириктиргичтер курамында нанотүтүктөрдү колдонуу коагуляцияондук жана коагуляцияондук-конденсацияондук байланыштардын калыптанууларынын кинетикасын өзгөртөт [13]. Эгерде нанотүтүктөрдүн курамы бириктирүүчүнүн массасынын 0,1...3 % түзсө, анда көмүртектүү нанотүтүктөрдү суюкайнектүү экрандаштыруучу катмарларды модификаторлоочу катары иштетүү электромагниттик нурлануунун жутулуусун 31...38 % га жогорулатууга мүмкүнчүлүк түзөт,

Полимердик материалдардан көмүртектик нанотүтүктөрдү колдонуу композиттердин негизги эксплуатациялык-техникалык касиеттерин: бышыктыгын, адгезиясын, жылууулукка туруктуулугун жогорулатууга мүмкүндүк берет [79].

Бирок алып жүрүүчүлөр чөйрөсүндө нанотүтүктөрдү диспергирлөө маселеси чечиле элек [8,69]. Ошондуктан алынган жыйынтыктардын репродуктивдүүлүгү күмөн жаратат. Андан сырткары [62, 70] жумуштардын авторлору дисперсиялардын агрегаттык туруксуздугун жана нанотүтүктөрдүн дисперсиясынын узактыгынын өзгөрүшү технологиянын жогорку сезгичтигин белгилейт. Курулуш композиттеринин касиеттерин өзгөртүү үчүн кремний кычкылынын активдүү нанотүзүлүштөрүн колдонууну сунуштайт [41].

Цементти модифицирлөө үчүн катуу көрүнүштөгү кальцийдин наноөлчөмдөгү гидросиликаттарды синтездөө технологиясы жашайт [42]. Мындай усул эмгек- жана энергияны көп талап кылат, композиттин көлөмүндө нанообъектердин бөлүштүрүлүүсүнүн тең салмактуулугу төмөндөйт, бирок

алардын концентрациясынын жогорулоосуна мүмкүндүк берет. Кальцийдин nanoөлчөмдүк гидросиликаттарын синтездөөнүн көрсөтүлгөн технологиясы В.Н. Вернигорова [42] тарабынан сунушталган, ал эми наномодифицирлөөгө мамилелер - Н.И. Макридин, В.Н. Вернигорова, Н.И. Максимовалар [105] тарабынан сунушталган. Кальцийдин гидросиликаттарын синтездөө кристаллдык же аморфтук кремнийдин оксидинен жана кальцийдин оксиди же гидроксидинен төмөнкү температуралык ($T = 20...75$ °C) синтездөө менен ишке ашырылат. Ошону менен бирге нанобөлүкчөлөр унун колдонуу кошумча технологиялык баскычты – диспергирлөөнү талап кылат, бул энергиякоротуучу, наномодифицирленген материалды даярдоону кыйындатат жана nanoобъект менен иштөөдө жогорку этияттыкты талап кылат. Суюк фазада синтезделген түрдүү коллоиддик системалар изилдөөлөрдө көп колдонулат: nanoөлчөмдүү кальций гидросиликаттары, темирдин (III) гидроксиди, кремнезолдор, алюмосолдор жана башкалар [63-70, 114]. Мындай кошулмалар негизинен сууга аралаштыруу менен киргизилет, ошондуктан кошулмаларды иштетүүдө же чөйрөнүн pH өзгөрүшү мезгилинде коагуляция болбосо, алар наномодификацияланган композиттин көлөмүндө бир калыпта бөлүштүрүлөт.

Темирдин (III) гидроксидин колдонуу [63, 65] жумуштарда сунушталган. [65] жумушта көрсөтүлгөндөй, темирдин (III) гидроксиди цемент композиттеринин бышыктыгын 33,07 % га жогорулатат. Андан тышкары көрсөтүлгөн кошулма бетондун маркалык бышыктыгын алуу мезгилин тездетет: 3 күн катуулануусунда бетон жогорку бышыктыкты алат [45]. Радиациядан коргоочу шлакощелочтук композиттерди наномодифицирлөө үчүн темирдин (III) гидроксидин колдонуу, материалдын бышыктыгын 93,63...105,52 % га жогорулатат [55, 56]. Бирок [55, 56] жумуштун авторлору белгилегендей, коллоиддик эритмеге натрий гидроксидин киргизгенде $Fe(OH)_3$ эритмеси бузулат.

Бир кыйла жайылган nanoөлчөмдүк кошулма болуп кремний кислотасынын күлү саналат [1-15]. Бул кошулманы синтездөө усулдары түрдүүчө, бирок синтездөө механизми бирдей жана ушул металлдардын гидросиликаттарында натрий же калий катиондорун суутек катиондору менен алмаштыруудан көз каранды. Ошентип, Е.Г.Матвеева укус кислотасы жардамында кремний кислотасын синтездөөнү жана стабилдештирүүнү сунуштайт [67]. Нанокошулмалардын синтези натрий гидросиликаттарынын эритмесин укусуз кислотасында $pH=4,3$ кө чейин титирлөө жана нанодисперстик кремнийдин 0,23 % концентрациясынан көз каранды. Өлчөмү 20...100 нм болгон мындай кошулмалардын нанобөлүкчөлөрүнүн мазмуну 96 % ды түзөт. Нанобөлүкчөлөрдүн агрегирленүүсүн 4 ай аралыгында $pH=4,3$ болгон нафталин-формальдегиддик БАЗ жана ацетаттык буферде алдын алат. Мындай кошулмадан пайдалануу борпондуктун жалпы көлөмүн 0,085 ден 0,056 мг/л ге чейин, көзөнөктөрдүн орточо диаметрин – 3,301 ден 0,850 мкм ге чейин, борпондугун – 18 ден 12 % га чейин азайтууга мүмкүндүк берет..

Наномодифицирленген бетондун бышыктыгы 2,5 эсе жогорулайт жана 70...80 МПа ды түзөт, өзүн таштоосу жана сууну сиңирүүсү 1,5...2 эсе төмөндөйт, суука чыдамдуулук маркасы 2...2,5 эсе жогорулайт жана 300 циклдан жогоруну түзөт, цемент чыгымы бышыктыгын жоготпостон 25...30 % төмөндөйт [67]. Ушул таасирлерди Е.Г. Матвеева, цемент ташынын фазалык курамынын сапаттык жана сандык өзгөрүүсү – наномодифицирлөө мезгилинде портландиттин курамынын 14 %га төмөндөөсү, эттрингиттин курамы 8 % га жогорулоосу, CSH(I) тибиндеги кальций гидросиликаттардын курамынын жогорулоосу аркылуу түшүндүргөн.

В.И. Логанин, Л.В. Макаров, Р.В. Тарасов, О.А. Давыдовдор [68] тарабынан натрий гидросиликаттарынын эритмелерин иондорду алмаштыруучу колонкалар аркылуу өткөрүү менен акиташтык курулуш аралашмаларын модифицирлөө үчүн кремний кислотасынын золун синтездөөнү сунушташкан. Колдонулуучу кремний кислотасынын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү 5 күндүгүндө 17...25 нм ди түзсө, 7...19 күндө 57...140 нм ди түзөт. Иштелип чыккан кошулма менен акиташтык композитти модифицирлөө адгезиондук жана когезиондук бышыктыгын, ачык идиште аралашманын жашоо жөндөмдүүлүгүн жогорулатат [16].

Л.Б. Сватовск, А.М. Сычев, Н.Н. Елисеевалардын [63,78] маалыматтарына карап кремний кислотасынын эритмесинин кошулушу менен цемент системасын кысууда бышыктыгы 28 күндүгүндө 46,15 % га жана 3 күндүгүндө 33,33 % га, ал эми ийилүү бышыктыгы тиешелүү түрдө 65,21 жана 56,86 % га жогорулайт [63].

[70] жумушта, кремний кислотасын натрий кремнефтористик гидролизде синтездөөнү сунуштайт. Кремний кислотасынын золу 0,25...1,00 % концентрацияда цементтин массасынын 0,2...1,0 % да кошулду. Наномодифицирленген цемент ташын кысууда бышыктыгы 28 күндүгүндө 60,8...89,7 МПа ды түздү, текшерилүүчү курамы менен салыштырганда 21...68 % га көп. Фторид-иондор цемент таштарынын жардамында бышыктыгын 1 күндүгүндө 39 % га, 3 күндүгүндө – 58 % га, 7 күндүгүндө – 113 % га жогорулатат [70].

Наноөлчөмдүк кошулмалардын аралашмасын колдонуу да эффективдүү. Кальций хлориди чөйрөсүндө кремний кислотасынын золунун аралашмасында, алюминий гидроксидинде, темирдин (III) гидроксидинде цемент ташын модифицирлөө, эритме саны жана кошумчалар курамынын көз карандылыгына карап, 28 күндүк нормалдуу катуулануудан кийин кысылуу бышыктыгы 9,00...21,67 % га жогорулайт, 1 саат аралыгында 100 °С температурасында бууланганда кошумча ысыктык менен ысытуудан кийин кысылуу бышыктыгы 49,61...65,62 % га жогорулайт. Эритмелердин сунуш кылынган дозасы 0,2...1,0 % ды түзөт. Андан тышкары көрсөтүлгөн наноөлчөмдүк кошулма цемент ташынын жылуулукка чыдамдуулугун жогорулатууга шарт түзөт [71].

Мына ошентип, курулуш материалдарына киришүү нанотехнологияны өнүктүрүүнүн заманбап баскычы биринчилик наноматериалдарды киргизүү болот. Мындай модификаторлор коллоиддик дисперстик система көрүнүшүндө курулуш материалдарына кошулат. Аларды сырттан синтез кылынган

биринчилик наноматериалдарды алып жүрүүчүлүк чөйрөсүндө диспергирлөөчү каражат катары жана классик коллоиддик химиянын классикалык технологияларынан пайдаланган абалда түрдүү химиялык курамдагы золдорду алуу аркылуу алынышы мүмкүн.

Биринчилик наноматериалдардын курулуш композицияларынын түзүлүшүн калыптандырууга таасири туурасындагы гипотезадан көз карандысыз алардын наноөлчөмдүк параметрлери менен алардын түзүлүшүн калыптандыруу үчүн мүнөздөөчү өлчөмдөрү 100 нм ден кичине болгон биринчилик наноматериалдарды колдонуу зарыл, алардын көлөмдүк үлүшү 10 % га жакын болушу керек. Биринчилик наноматериалдарга колдонулган өлчөмдөрүнүн кичирейтилиши, алардын концентрациясынын табигый түрдө азайуусуна алып келет.

Дисперстик эритмелер

Лиофобдук золдор үчүн Дерягиндин, Ландау жана кийинчерээк Фервеев жана Овербектер тарабынан иштелип чыккан дисперстик системалардын туруктуулук теориясы, дисперстик чөйрөдө дисперстик фазалардын бөлүкчөлөрүнүн молекулалар аралык өз ара аракеттенишүү энергияларын салыштырууга, диффузиондук иондук катмарларынын электростатикалык өз ара аракеттенишүүлөрүнө жана иондук- электростатикалык түртүлүшүүлөрүнө негизделген [1–3]. Броундук кыймыл процессинде, лиофобдук дисперстик система бөлүкчөлөрүнүн жакындашуусунда, расклиндөөчү басым күчтөрүнө алып келүүчү диффузиондук кабыктарынын деформациясы жана жабылышы орун алышы мүмкүн. Бул күчтөр жакындашуунун алдын алат жана агрегаттык туруктуулукту камсыздайт.

Кремний гидрозолу, агрегаттык туруктуу дисперстик системаларды өндүрүш үчүн чыгарылып кеңири колдонулгандардын бири болуп саналат [12], ушул себептен SiO₂ бөлүкчөлөрү МНБ коллоиддик эритмелерин даярдоо үчүн негиз сапатында колдонулушу мүмкүн [14,15].

Ушул жол менен синтезделген МНБлар дистиллирленген сууда агрегаттык туруктуулугу менен мүнөздөлөт жана атом ядросунун магниттик моментинин релаксация убактысын эффективдүү кыскартууга жөндөмдүү болушат [16].

Золь-гел процессин колдонуу менен эксперименталдык үлгүлөр алынган [12]. Алдын ала үлгүлөрдүн бир бөлүгү үчүн темир туздарынын суудагы эритмесине золь-гел усулунда таярдалган кремний уну кошулду. Алынган кара чөкмө дистиллирленген сууда рН=7 ге жеткенге чейин жуулду. Андан кийин суспензияга удаалаш эле БАЗ полисорбат-80 2 мас.% санында кошулду. Бөлүкчөлөрдүн жеке өлчөмдөрү 100–300 nm ди түзсө, ал эми алардын агрегаттары — бир нече μm ди түзөт. Кремнийдин кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрүнүн мындай өлчөмдөрү, дистиллирленген сууда агрегативдик туруктуулугун сакташы мүмкүн [12]. Кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрдүн орточо радиусу 20-30 nm түзөт, мындай бөлүкчөлөр седиментациялык туруктуу коллоиддик эритмелерди калыптандырышы мүмкүн [12]. Чоң өлчөмдөгү бөлүкчөлөрдүн орточо радиусу 100–110 nm ди түзөт, бул эритмени сактоо мезгилинде мындай бөлүкчөлөрдүн седиментациясын камсыздайт.

Композиттик бөлүкчөлөрдүн η потенциалынын өлчөнгөн маанилери - $30.1 \pm 0.7\text{mV}$ ту түзүп, коллоиддик системанын агрегативдик туруктуулугуна туура келет.

Композиттик бөлүкчөлөрдүн коллоиддик эритмелеринин агрегаттык жана седиментациялык туруктуулугу эки апта сакталгандан кийин магнит талаасынын таасиринде электрдик каршылыгынын убактылуу көз карандылыгында сезилерлик өзгөрүштөр жоктугу менен тастыкталат. Бул жыйынтык, электр каршылыгынын өзгөрүүсүнө негизги салымды орточо радиусу 20–30 nm болгон, суперпарамагниттик касиеттеги жана туруктуу агрегаттарды пайда кылбаган бөлүкчөлөр алып жүрүшү мүмкүн.

II ГЛАВА. КРЕМНИЙДИ ИЗИЛДӨӨНҮН УСУЛДАРЫ ЖАНА КРЕМНИЙДИН БАЙЛАНЫШТАРЫ

2.1. Органикалык эмес чийки заттык ресурстардын, кремний аралашмаларынын жана суу суспензиясынын объектилери жана изилдөө усулдары

Изилдөө объектилери катарында Сүлүктү, Озгур жана Таш-Көмүр кендеринин кремний концентраттары (таблица 2.1) тандалып алынган.

Кремнийлерди жалпы мүнөздөө – таза кремнийдин оксидинин потенциалдык чийки заты – адабияттардын материалдарын кароодо берилген.

Башталгыч этапта бөлүкчө чоңдугу 0,05 мм ден кичине болгон материалды ажыратыш үчүн кремний унун ажыратуу усулу менен лабораториялык гравитациялык сепаратордо нымдуу сепарация жүргүзүлдү.

Нымдуу сепарацияга чейин изилденүүчү материалдын суу суспензиясы даярдалып алынды. Андан кийин, реактордун сепараторундагы ун чандарынын механикалык тыгылып калуусунан арылуу үчүн таза суу менен жууйбуз. Нымдуу сепарациядан кийин алынган продуктыларды дистиллирленген суу менен жууйбуз, филтрден өткөрөбүз, кургатабыз, тартабыз жана ушулардан кийин фракциянын түшүмдүүлүгүн аныктайбыз.

Кремний концентратынын заттык курамын үйрөнүү

Изилдөөлөрдө колдонулуучу кремний концентраттарынын үлгүлөрү, негизинен гранулометрикалык курамы менен айырмаланат. Концентраттын биринчи үлгүсүнүн бөлүкчөлөрүнүн чоңдугу -0,3мм (85%), ал эми экинчи үлгүнүкү -1,0 мм ди түздү.

Эки үлгүнүн гранулометрикалык курамы 2.1 таблицасында келтирилген. Үлгүнүн концентратынын орточо химиялык курамы (% менен) төмөндөгүдөй: TiO₂ – 51; SiO₂ – 40; Fe₂O₃ – 2,5; Al₂O₃ – 4; CaO + MgO – 0,7; ZrO₂ – 0,23; P₂O₅ – 0,1; PЗЭ – 0,1; Ni₂O₅ – 0,0186.

Таблица 2.1 Кварцтык концентраттын фракциондук курамы (% менен)

Өлчөмүнүн классы, мм	Үлгү 1	Үлгү 2
-1+0,8	-	0,5
-0,8+0,63	-	1,5
-0,63+0,315	16,5	23,6
-0,315+0,2	33,5	35,3
-0,2+0,1	38,9	29,9
-0,1+0,05	7,3	6,7
-0,05	0,95	0,8

Кварцтык концентраттын алгачкы үлгүлөрүнө гранулометриялык анализ көрсөткөндөй, концентраттын болжолдуу 35,3% -ында диаметри (0,3 + 0,2) мм болгон, ал эми 29,9% - (0,2-0,1) мм, 23,6 %- (0,63-0,315) мм болгон кремний бөлүкчөлөрү болот.

Кремнийди хлорлоонун оптималдуу шарттары, температурага, убакытка, хлордун берилүү ылдамдыгына жана баштапкы материалдын майдалануу даражасына жана башкаларга көз карандылыгынын хлорлоо даражасы [15] жумушта көрсөтүлгөн.

Механикалык майдалоо

Механикалык майдалоо (ММ) Fritsch: type 06.102; Pulverisette 6. шар тегирмендеринде жүргүзүлдү. Биз 80 мл көлөмдөгү активаторлорду колдондук, абада тегиздөө мезгилинде активатор айнеги менен герметизациялоочу капкак арасына жалпак тефлондук жылуулагыч шакекчеси коюлду, ал эми коргогуч атмосферасында витондон шакекче колдонулду. Майдалоочу шарлар 5 даана санында, диаметри 20 мм болуп, активдештирүүчү менен бирдей материалда алынды. Активатор майдалоочу шарлар жана ундар менен тегирмендин ичинде адаптер аркылуу фиксирленет. Кремнийдин кристаллдык бөлүкчөлөрүнүн баштапкы үлгүлөрү өздөрүн курамындагы MnO аралашмасы 0,40 масс. % дан көп болбогон, тазалыгы 99,60 масс. % болгон SiO₂ уну катары көрсөтөт.

Жумушту аткарууда заманбап изилдөө усулдарын жана анализдерди кеңири колдондук: аналитикалык, электрондук микраскопияны, термогравиметрикалык, минералогикалык анализ, спектраскопикалык жана башкалар. Аталган усулдар физика-технологиялык изилдөөлөр үчүн традициялык болуп саналат, технологиялык пределдеги шарттарды тандоо үчүн керектүү ишеничтүү аналитикалык маалыматтарды алууга мүмкүндүк түзөт, процессти бир нече саат аралыгында жүргүзүү керек [2].

Үлгүлөрдү анализдөө үчүн стандарттык изилдөө усулдары колдонулду:

1. ГОСТ Р 51069–97. API гидрометринин тыгыздыгын, с алыштырмалуу тыгыздыгын жана тыгыздыгын аныктоо усулу;
2. ГОСТ 33–2000. Тунук жана тунук эмес суюктуктар. Кинематикалык илешимдүүлүктү аныктоо жана динамикалык илешимдүүлүктү эсептөө;
3. ГОСТ 2477-65 – Суунун курамын аныктоо; 4. ISO 13322- Static image analysis methods. Бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүнө анализ, 1.Б. - 24 б.
5. ISO 13322-2:2016 Particle size analysis – Image analysis methods - Part 2: Dynamic image analysis methods. Бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүнө анализ, 2.Б. - 20б.
6. ГОСТ 11772-73 Суу полимерлеринин жана сополимерлеринин дисперсиясы. Бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүн аныктоонун микрофотографиялык усулу – М.: Стандарттар басмаканасы, 1973. - 6 б.
7. ГОСТ Р 8.777-2011. Өлчөө бирдиктүүлүгүн камсыздоочу мамлекеттик система. Аэрозолдук жана суспензиялык дисперстик курам. Бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүн аныктоо. – М.: Стандартиформ, 2012. - 8 б.
8. ГОСТ Р 8.774-2011. Өлчөө бирдиктүүлүгүн камсыздоочу мамлекеттик система. Суюк чөйрөнүн дисперстик курамы. Жарыктын динамикалык таркалуусу боюнча бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүн аныктоо. – М.:

Стандартинформ, 2010. - 8 б.

9. ГОСТ 8.531-2002 Монолиттик жана дисперстик материалдардын курамынын стандарттык үлгүлөрү. М.: Стандартинформ, 2002. - 15 б.

Изилдөөлөрдү аткаруу үчүн бир катар инструменталдык усулдар жана изилдөө ыкмалары тартылды.

Чийки заттагы аралашмаларды аныктоо үчүн колориметрикалык усулду колдондук, анын маңызы төмөндөгүлөрдөн турат: фосфор кислотасынын туздары аммоний молибдаты менен күкүрт кислотасы чөйрөсүндө эрий турган комплекс, молибдендин калыбына келүүсүндө, тиомочевиндик эритме көк түскө боелот. Эритменин боелуусунун интенсивдүүлүгү спектрофотометрде же колориметрде өлчөнөт. Усул түрдүү аралашмаларды 0,003 % га чейин аныктоого мүмкүндүк берет.

Күкүрттү йодометрикалык ыкмада аныктадык. Бир бөлүгүн кычкылтек агымында күйгүзүлдү, жыйынтыгы SO_2 нин сууга сиңип кетишинин натыйжасында пайда болгон күкүрт кислотасы титрленген йод эритмеси менен кычкылданды жана үлгүдөгү күкүрт курамы эсептелди. Усул күкүрттү 0,007 % га чейин аныктоого мүмкүнчүлүк берет.

Көмүртекти автоматикалык кулонометрикалык титрлөө усулунда көмүртектин массалык үлүшүн аныктоого арналган АН-7529 жана АН-7560 экспресс-анализаторлор жардамында аныктадык. Усул көмүртекти 0,005-0,0002 % га чейин аныктоого мүмкүндүк берет.

Баштапкы чийки заттын негизги компоненттерин аныктоо, стандарттык аналитикалык усулдарда жүргүзүлдү [73-76].

Термикалык анализ, ПРТ-1000 жана Pt-PtRh-термопаралары жана ПП-63 потенциометрлери комплекти жана 0,2г салмакты $10 \text{ град} \times \text{мин}^{-1}$ ылдамдыгында ысытуу менен торсиондук тараза ВТ-1000 комплекти менен НТР-70 түзүлүшүндөгү кварц идишинде аткарылды. Үлгү – кызытылган Al_2O_3 . Алдын ала бардык үлгүлөр $150^\circ C$ температурада 3 саат аралыгында газсыздандырылат.

2.1.1 Титриметрикалык усул

Усул, аныкталуучу зат менен өз ара аракеттенишүүсүнө сарпталган реагент-титр (анык белгилүү концентрация) көлөмүн аныктоого негизделген. Титр антанын анализденүүчү зат менен өз ара аракеттенишүүсү жогорку ылдамдыкта жана четки процесстери биргеликте, практикалык толук өтүүсү зарыл. Реакциянын жыйынтыгы так же визуалдык фиксирлениши (мисалы, индикатор түсүнүн өзгөрүшү аркылуу) же системанын физика-химиялык касиеттерин (оптикалык тыгыздыгы, рН, электрдик өткөрүмдүүлүгү, ЭКК жана башкалар) өлчөөлөр так жазылышы керек.

Түз титрлөө анализденүүчү заттын жана анта титрдин өз ара аракеттенишүүлөрүнө негизделип өзгөчөлөнсө, тескери титрлөө процесси жардамчы реакцияда ажыралып жүрөт. Титриметрикалык анализдин жыйынтыктарынын каталыгы 0,1-0,5 % ды түзөт.

Усулдун ишенимдүүлүгү: аткаруунун тездиги, керектүү түзүлүштөрдүн жөнөкөйлүгү, титрлөөнүн автоматтык вариантын колдонуунун мүмкүндүгү,

анализ максаттары үчүн катары менен аткаруу шарттарынын болушу. Кемчилдиктери: анта титр эритмесинин стандартын алдын ала түзүү зарылдыгы жана өлчөөчү буюмдарды калибровкалоо.

2.1.2. Фотоколориметрикалык усул

Коллориметрия –спектрдин көрүнгөн бөлүгүндө, боелгон эритмелер жардамында жарыктын жутулуусун өлчөөгө негизделген бир кыйла жөнөкөй усул болуп саналат. Бул В.М. Севергин тарабынан 1795-жылы сунушталган: кээ бир заттардын эритмелери мүнөздүү түстөргө ээ, бирок көбүнчө эритмеге ион менен аныкталуучу өз ара таасир кылуучу реактив эритмелерин кошуп боего алып келет, кийин боелгон анализденүүчү эритмесине жарыктын жутулуусун өлчөйт же анын түсү белгилүү концентрациялуу эритменин түсү менен салыштырылат жана ушундай таризде заттын курамы аныкталат. Бугер – Ламберт – Бер закону боюнча эритмени бое интенсивдүүлүгүнүн боелгон заттын курамынан көз карандылыгы:

$$I = I_0 e^{-al}, \quad (14)$$

теңдемеси менен аныкталат. Мында a - жутулуу коэффициенти; l - жутуучу катмардын калыңдыгы.

Жутуучу эритиндинин концентрациясы менен анын оптикалык тыгыздыгы арасындагы байланышты Брег закону менен мүнөздөлөт. Анын законуна ылайык. Эритменин оптикалык тыгыздыгы турактуу калыңдыктагы катмарга ээ аралашма заттын концентрациясына түз пропорциялаш.

2.1.3. Эритменин рН көрсөткүчүн аныктоо усулу

Суутектик көрсөткүч, рН (лат. Pondus Hydrogenii - «суутектин салмагы»)

– бул анын кычкылдыгын сандык түрдө билдирген эритмедеги суутектин иондорунун активдүүлүгүнүн чени (ал жакшы аралашкан эритмелерде концентрациясына эквиваленттүү).

Суутектик иондордун концентрациясын аныктоо 1 ден 10 мг-экв/л ге чейинки диапазондо ишке ашырылат, ал рН тын 0 ден 14 ко чейинки маанилерине туура келет. рН=7 чоңдугу эритменин нейтралдык абалын берет, андан кичине маанилери – кычкыл, ал эми андан чоң маанилери – жегич абалынын маанилерине туура келет.

рН чоңдугу суунун кычкылдыгын же жегичтик көрсөткүчтөрүн аныктоодо керектүү болуп саналат, андан тышкары түрдүү аналитикалык эсептерде жардамчы чоңдук кызматын аткарат. Жаратылыштагы суулардын көпчүлүгүндө суутектик иондордун концентрациясы эки оксиддүү көмүртектин жана бикарбонат-иондорунун концентрациясынын аракеттенишүүлөрү менен аныкталып, бул учурда рН 4,5 ден 8,3 кө чейин термелет.

рН чоңдугу фотосинтез маалында СО₂ ну жутуу натыйжасында пайда болгон гуминдик заттар, негизги карбонаттар жана гидроокистер курамы, кээ бир учурларда гидролиз үчүн иштетилүүчү туздардын көбөйүшү жана башкалар таасир кылуусу мүмкүн. Агын суулар жана булганган сырткарыдагы суулар, кошумча күчтүү кислоталарды жана негиздерди камтышы мүмкүн.

pH чоңдугун колориметрикалык же электрометрикалык усулдарда, өлчөөчү электроддо пайда болгон потенциалды өлчөө менен аныктайт. Бул усулдардын ичинен бир кыйла так өлчөөчү усул болуп электрометрикалык усул саналат.

Болжолдуу аныктоолор тездиги менен айырмаланганы менен, ал так жыйынтык бербейт жана болжолдуу баалоо үчүн колдонулат. Компаратор менен аныктоо усулу тез, жеңилдетип кең пределде чоңдукту аныктоого (жекече караганда талаа шарттарына) негизделген. Аныктоо интервалы 1,2 ден 11,8 pH га чейин термелет. Аралык эритиндилерди колдонуу аркылуу аныктоо көп эмгекти жана убакытты талап кылбайт. Усул, негизинен, кадимки чоңдуктардын пределдинде лабораториялык аныктоолор үчүн резерв катары колдонулат. Аныктоо интервалы 5,3 төн 8,0 гө чейин термелет. Электрометрикалык усул pH ты бир кыйла так аныктоого негизделген, андан сырткары колориметрикалык усул тоскоолдуктардын таасиринде колдонууга мүмкүн болбогон учурларында колдонулат. Сууда реакциялардын жүрүүсүнүн натыйжасында pH өзгөрүүсү мүмкүн, ошондуктан үлгүлөрдү тандагандан кийин токтоосуз аныктоолорду жүргүзүүнү сунуштайт. Эгерде аныкталбаса, кыска мезгилде обработка жүргүзүп жана аны ысышынан сактап, үлгүнү анализ жүргүзүүчү жерге алып баруу сунушталат.

2.1.4. Спектроскопикалык усул

1. Стандарттык жана анализденүүчү эритмелердин оптикалык тыгыздыктарын салыштыруу усулунда заттын санын аныктоо. Бул усулда анализденүүчү эритменин аликваттык бөлүгүн алабыз, боелгон эритме алуу үчүн реакция жүргүзөбүз жана анын оптикалык тыгыздыгын (Dct) өлчөйбүз. Кийин, анык ушул жол менен бизге анык белгилүү болгон концентрациянын аныкталган ионунун 2-3 стандарттык түстөгү эритмесин даярдайбыз жана ошол эле калыңдыктагы катмарда (ошол эле кюветада) алардын оптикалык тыгыздыгын аныктайбыз.

2. Заттын санын молярдык жутулуу коэффициентинин орточо мааниси боюнча аныктоо. Бул усул теңдөө усулунун түрдүү көрүнүшү болуп саналат, болгону бул учурда анализденүүчү эритменин белгисиз концентрациясын таап, анын чоңдугу боюнча мааниси эсептелет. Ушул үчүн биз, бир нече стандарт эритмелерди даярдайбыз, түстүү бирикмелерди алуу үчүн реакцияларды жүргүзөбүз, ар бир эритменин оптикалык тыгыздыгын өлчөйбүз жана молярдык жутулуу коэффициентинин орточо маанисин эсептейбиз. Кийин анализденүүчү эритменин Dct. маанисин өлчөйбүз жана заттын санын табабыз.

3. Калибрлөөчү графикти түзүү усулу. Стандарт түстүү эритмелердин сериясын даярдайбыз, алардын концентрациялары анализденүүчү эритменин концентрациясынын аймагын камтыйт. Кийин алардын D чоңдугун өлчөйбүз жана көз карандылык графиктин тургузабыз. Анализденүүчү эритмени өлчөп, график боюнча анын ордината огундагы маанилерин табабыз, андан кийин абсцисса огундагы маанилерин таап жана аныкталуучу заттын санын эсептейбиз.

4. Фотометрикалык анализдин практикалык колдонулуштары.

Роданидик комплекс түрүндөгү темирди калибрлөө графигин тургузуу усулунда калибровкалык куроо ыкмасында аныктоо. Үч валенттүү темирдин иондору белгилүү өлчөмдөгү роданид-иону менен бирге кандык-кызыл комплекстик ионун пайда кылат.

Бул комплексте жарыктын максималдык жутулуу аймагы 400-450ммк ны түзөт. Темирдин тузунун стандарттык эритмелеринин сериясы боюнча белгилүү концентрациясында калибровкалоочу графигинин көз карандылыгын тургузабыз.

2.1.5. Кремний оксиди негизинде композиттик материалдардын физика- техникалык мүнөздөмөлөрү

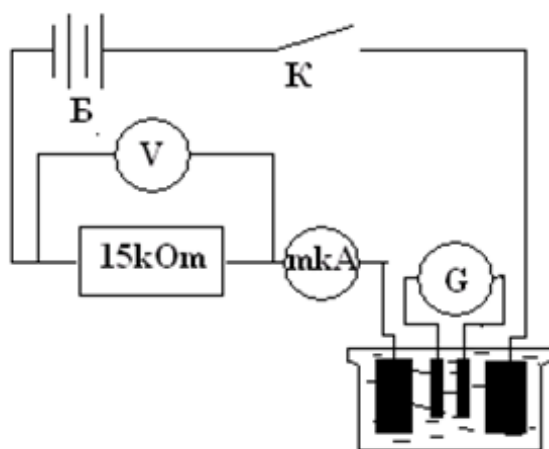
Эффективдүү электрофизикалык ионизация процессинен өтүү үчүн кварц кумун (SiO_2) кошуу менен аны жетиштүү өлчөмгө чейин (1-50 мкм) майдалоо керек. 0,75 г массадагы майдаланган кварц кумун 0,5 л дистирлирленген сууга аралаштырабыз жана бул эритмеге (аралашмага) Na_2CO_3 (сода) кошобуз (1-сүрөт). Алынган эритменин вольтампердик мүнөздөмөсү изилденди жана төмөндөгү эксперименттер жүргүзүлдү. Алынган жыйынтыктар тиешелүү түрдө 3.3 – 3.4 таблицаларда келтирилди: сунушталган эритмени (аралашманы) 287 К температурада кармап, атайын түзүлүштө 0,5 литр сууга коебуз. Түзүлүштө алюминий электроддорунун ар биринин аянты $19,4 \text{ см}^2$ ка барабар. Кварц кумун 0,75 г кошуп (SiO_2 кумдун курамынын 87 % түзөт) жана 0,5 л дистирлирленген сууга 0,12 г Na_2CO_3 заты кошулган эритмеге электроддордон чыңалуу бердик. Изилденүүчү эритменин (аралашманын) концентрациясы $c = 6,5 \%$. Изилдөөлөрдүн негизинде алынган жыйынтыктар 2.2-таблицасында келтирилди.

Таблица 2.2.

C, %		1,6			3,3			6,5		
№	Т,К	Чыңалуу, В								
		U_1	U_2	U	U_1	U_2	ΔU	U_1	U_2	ΔU
1	287	5.0	5.0	0.0	5.0	5.0	0.0	5.0	5.0	0.0
2	288	7.5	7.5	0.0	7.5	7.5	0.0	7.5	7.5	0.0
3	293	9.0	9.3	0.3	9.0	9.2	0.2	8.2	8.5	0.3
4		12.5	12.7	0.2	12.5	12.6	0.1	13.5	14.9	1.4
5		15.0	15.1	0.1	15.0	15.1	0.1	15.0	15.2	0.2

Эритменин (аралашманы) температурасын 288 К де (1-экспериментке салыштырмалуу 1 К ге жогору), кармап туруу аркылуу, биз 0,5 литр суу алып, 0,52 г кварц кумун жана 0,31 г Na_2CO_3 соданы кошуп электроддордон чыңалуу бердик. Бул учурда изилденүүчү эритменин (аралашманын) концентрациясы $c = 1,6 \%$.

Эритменин (аралашманын) температурасын сактап, ага 0,16 г кварц куму жана 0,61 г Na_2CO_3 кошулуп, 293 К мааниси өзгөрүлбөй сакталды. Ушундан кийин түзүлүштөгү электроддорго чыңалуу берилди. 3- тажырыйбада эритменин (аралашманын) концентрациясы $c=3,3 \%$ болду. 2.2-таблицада келтирилген жыйынтыктардан көрүнүп тургандай, температуранын ар түрдүү маанилеринде, белгилүү убакыттын өтүүсүндө (300 с), чыңалуунун өзгөрүүсү (четтөөсү) түрдүү маанилерге ээ болот, б.а. чыңалуунун өзгөрүүсү (четтөөсү) 0,1 В; 0,2 В жана 1,4 В ту түзөт.



2.1 – сүрөт. Электрофизикалык ионизация процесси

Эксперименттен байкагандай, электроддорго 5 В тон 8,2 В ко чейин чыңалуу бергенде электроддорго берилген чыңалуунун мааниси белгилүү убакытка чейин өзгөрүлбөйт (табл.2.2). Мына ушундан кийин эритмеде электро-физика-химиялык реакция жүрүүсүн баштайт жана бул процесстин жүрүүсүндө суунун түсүнүн өзгөрүшүн жана сууда чөкмөнүн пайда болуусун байкоого мүмкүн. Чындыгында, чыңалуунун жогорулоосу, электроддун бирдик бет аянтында бир аттуу (бирдей, бир тектүү) заряддардын-иондордун көбөйүүсүнөн көз каранды. Белгилүү чекте бир аттуу заряддардын көбөйүүсүн бир аттуу (бирдей, бир тектүү) атомдордун иондошуусу катары кароого болот. Убакыттын өтүүсү менен эритмеге берилген чыңалуунун маанилеринин өзгөрүүсү менен байланышкан бул процессти шарттуу түрдө электрофизикалык ионизация процесси деп атап коебуз. Белгилүү болгондой, эритменин (аралашманын) курамына түрдүү заттардын атомдору кирет. Мына ошондуктан эритмедеги электроддор арасындагы потенциалдар айырмасынын өзгөрүү маанисине туура келген чыңалуунун чоңдугу, заттардын иондошуу потенциалынын сандык маанисине туура келген эритмедеги атомдордун болушу менен түшүндүрүлөт. Изилдөөлөрдөн, эксперименталдык маанилер көрсөткөндөй, бир мезгилде чыңалуунун сандык маанисинин жогорулоосу менен бир нече элементтердин атомдору иондошушат. Мисалы, оксиддин

иондошуусунда (1-иондошуу потенциалы 13,61 эВ) электроддор арасындагы чыңалуунун мааниси 1,4 В ко барабар болду. Ал эми кремнийдин 1- иондошуу потенциалы 8,157 эВ ко барабар болду, электроддор арасындагы чыңалуунун маанилерин 8-9 В ко алып келгенде, чыңалуулардын айырмасы (өзгөрүшү, айырмаланышы, четтөөлөрү) пайда болот б.а. кремнийдин атому ионизация процессине катыша баштайт. Канчалык көп кварц кумунун концентрациясын азайтсак, чыңалуунун сандык маанисинин айырмасы ошончолук көп азая баштайт.

Убакыттын берилген аралыгында чыңалуунун маанисинин чоңоюшу ионизация кубулушунан көз каранды болот. Белгиленгендей, температуранын белгилүү маанисинде эритменин иондошуусу жакшы жүрөт б. а. эритменин температурасынын төмөнкү маанилеринде ионизация процесси жакшы жүрөрү аныкталды.

Алынган эксперименталдык жыйынтыктардын негизинде төмөндөгүдөй тыянакка келдик, электрофизикалык ионизация усулунда, эритмедеги электроддордун арасындагы чыңалуунун маанисин чоңойтуу: электрофизикалык иондошуу жүргөн эритменин (аралашманын) температурасынан;

1. электрофизикалык иондошуу жүргөн эритменин (аралашманын) концентрациясынан;

2. электрофизикалык ионизация аянтынын чоңдугунан;

3. эритмеде (аралашманын) электрофизикалык иондошууну ишке ашырган электроддорго берилген чыңалуунун жана ток күчүнүн чоңдугунан;

4. идиште эритменин (аралашманын) электрофизикалык иондошуу убактысынан (иондошуу убактысынын ашып кетүүсү жыйынтыксыз, максатсыз) көз каранды болот.

2.1.6. Кремнийдин оксидинин дисперстик курамын аныктоо усулу

Бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрү 50 мкм ден кичине болгон материалдарды ажыратуу үчүн лабораториялык гравитациялык сепараторунда нымдуу сепарация жүргүзүлдү.

Жумушта дисперстик курамды аныктоо үчүн электен өткөрүү усулун жана микроскопия усулун колдондук.

1. Электен өткөрүү усулун колдонуу өтө жөнөкөй, анын түрдүү көрүнүштөрү болуп механикалык жана филтрлөө жана башка усулдар саналат.

Механикалык электен өткөрүү усулу негизинен бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү 10 мкм ден чоң борпоң материалдар үчүн колдонулат [10]. Электен өткөрүү усулун колдонууга мисал катары 10 мкм ден 25 мкм ге чейинки диапазондо бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүн аныктоого мүмкүнчүлүгү бар, түрдүү өлчөмдөгү электердин жыйындысынан турган, кургак электерден өткөрүүгө арналган аналитикалык элөөчү машина саналат [11].

Филтрлен электен өткөрүү усулу негизинен 0,1 ден 5 мкм ге чейинки сфералык формадагы бөлүкчөлөрдү суюк электен өткөрүүгө арналган жана микроборпоңдуу филтрлерде ишке ашырылыат.

Электен өткөрүү усулдарынын кемчилдиктери болуп, өлчөө процессинин узактыгы, жабышкак бөлүкчөлөрдү изилдөөгө мүмкүн эместиги, андан сырткары туура эмес формадагы бөлүкчөлөрдү (созулма, ийне сымал ж.б.у.с.) изилдөөгө мүмкүн эместиги, мунун натыйжасында электердин мезгилдүү токтоп калышы, статистикалык маалыматтарды алууга мүмкүн эместигин билдирет.

Седиментациялык усул бөлүкчөлөрдүн чөгүү тездигин алардын өлчөмдөрүнөн көз карандылыгын аныктоону камтып, гравитациялык седиментация (оордук күчүнүн таасиринде), борборго умтулуучу (борборго умтултуу күчүнүн таасиринде) жана фотоседиментометрия (жарыктын түз өтүүсүндө чөгүү процессин регистрациялоо (фотометрия)) болуп бөлүнөт.

Седиментациялык анализдин негизинде, түрдүү өлчөмдөгү бөлүкчөлөрдүн ылдамдыгы жана чөгүү убактысы бирдей эместиги жатат (бир кыйла чоң өлчөмдөгү бөлүкчөлөр, бир кыйла тез чөгөт). Седиментациялык гравитациялык анализ – дисперстик анализдин традициялык усулу өндүрүштүн көп тармактарында колдонулат. Бул усул бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүнүн (1 ден 100 мкм ге чейинки) жетиштүү кичине диапазонду үчүн эффективдүү. Борборго умтулуучу седиментация негизинде дисперстик чөйрөгө анализ жүргүзүүдө гравитациялык ыкмага салыштырмалуу, аны жүргүзүү убактысы кыскарат, андан сырткары субмикрондук өлчөмдөгү бөлүкчөлөрдү изилдөөгө мүмкүндүк түзүлөт.

Микраскопикалык усулдар традициялык түрдө жарык микраскопиясы (0,1 мкм ден жогорку бөлүкчөлөр үчүн) жана электрондук микраскопиясы (1 нм ден 10 мкм ге чейинки диапазондогу бөлүкчөлөр үчүн) усулдарына бөлүнөт, бир гана жогорку жөндөмдүүлүктөгү заманбап сандык микроскоптор традициялык микраскопикалык усулдардагы бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүн аныктоочу эки диапазонду тең жабат [22]. Микраскопикалык усулдар, жыйынтыктардын жогорку ишенимдүүлүгүнө ээ болуу менен көбүнчө лабораториялык шартта ишке ашырылат, бирок атайын чаралар колдонулбаса аларды технологиялык агымга киргизүү кыйын. Суюк дисперстик система (СДС) үчүн бөлүкчөлөр өлчөмүн аныктоонун бир кыйла жөнөкөй жана колдонулуучу усулу болуп, изилденип жаткан бөлүкчөлөрдүн формасын аныктоо мүмкүнчүлүгү менен түз эсептөө усулунда микраскопикалык анализдөө саналат. Микраскопия негизинде түзүлүштөргө таасир этүү принцибинде оптикалык (видеотехникалык) каражаттарда, изилденүүчү үлгүлөрдү фотографиялоо, андан кийин сүрөттөрдү кайра иштетүүнү пайдалануу жардамында жүргүзүлөт [23, 24, 25].

2.1.7. Табигый кремний кендеринен тазартылган кремнийдин оксидин алуунун технологиясы

Жер кыртышында кремний таралуусу боюнча экинчи орунда турат. Ал 27,6 % га чейинки санда тоо породаларынын курамына кирет. Булар кремний, силикаттар, алюмосиликаттар жана башка көп сандагылар кремнийдин бирикмелери болушат. Мисалы, каолиндер – Al_2O_3 , $2SO_3$, $3H_2O$; талаа шпаттары: ортоклаз - K_2O , Al_2O_3 , $6SiO_2$; альбит - Na_2O , Al_2O_3 , $6SiO_2$; анорит - CaO , Al_2O_3 ,

2SiO_3 ; слюда- $2\text{K}_2\text{O}$, $3\text{Al}_2\text{O}_3$, 6SiO_2 , H_2O ; асбест - CaO , MgO , 2SiO_3 ; тальк - 3MgO , 4SiO_3 , H_2O жана силикаттык группанын минералдары Al_2O_3 , SiO_2 (андалузит, силлиманит, цианит), мулит $3\text{Al}_2\text{O}_3$, 2SiO_2 жана башка бир катар силикаттык тоо породадары жана минералдар.

Табиятта кремний кээ бир төмөнкү организмдердин тышкы скелеттеринен куралган аморф кремнийинен аморфтук жана кристаллдык абалдарында кезигет. Мындай скелеттер жердин түрдүү орундарында табылды – диатомит жана трепел жана башкалар, породадар бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү 1-100 мкм ди түзөт.

Сууда эрий турган силикаттарга: жалпы формулага ээ $m\text{Kt}_2\text{O}$; SiO_3 (мында Kt – жегич металл иону), суудагы эрүүчүлүгү кремнийлик модулу жана дисперстүүлүгү менен аныкталган жегич металлдардын силикаттары тиешелүү [19]. Кремнийлик байланыштагы иондор коллоиддик (дисперсиондук) болуп саналышат. Коллоиддик бөлүкчөлөрдүн зарядынын белгиси эксперименталдык жол менен тургузулушу мүмкүн, турактуу электр тогунун таасиринде оң коллоиддик бөлүкчөлөр катодко карай жылышат, ал эми терс коллоиддик бөлүкчөлөр электрофорез кубулушу менен анодду көздөй жылат.

Коллоид бөлүкчөлөрү молекулаларга караганда бир кыйла чоңдугуна карабай, алар кадимки фильтр кагазынын тешиктеринен жеңил өтүшөт, себеби кадимки фильтр кагазынын көндөйүнүн диаметри 3000-10000 микронду түзүшөт. Мындай система үчүн, белгилүү молекулаларды жана иондорду өткөрүүчү, бирок коллоиддик бөлүкчөлөрдү кармап калуучу диализатор усулун колдонуу керек [20].

Лабораториялык шартта экспериментти жүргүзүү үчүн Таш-Көмүр кремнийине концентренген азот жана туз кислоталарын (1:3) катышында колдонуу менен металл аралашмаларынан тазалоо жүргүзүлдү. Кийин тазаланган анализденүүчү үлгүнү агын сууда жуудук, жана кийинки жуу дисстиллирленген сууда ишке ашырылды. Тазаланган кремний кургатылды жана форфор сокусунда майдаланды жана салмагы 1 г кремнийди 1 л сууда 1 сутка аралыгында комнаталык температурада эриттик.

Изилденүүчү эритменин суутектик көрсөткүчүн (pH) ЭВ-74 универсалдык иономери жардамында аныктадык.

Изилдөө процессинде изилденүүчү эритменин суутектик көрсөткүчү $\text{pH}=4,0$ кө барабар экендиги, бир суткадан кийин эритменин гидролиздик ажыроосунун эсебинен суутектик көрсөткүчү $\text{pH}=4,2$ ге барабар болуп калгандыгы аныкталды.

Кремнийдин эритмесинин 0,01 % химиялык курамын андан ары изилдөө үчүн, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , SiO_2^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} иондоруна сапаттык анализдер жасалды [19].

1. Сульфа –иондор реакциясы - SO_4^{2-}

Барий хлориди сульфат – иондору менен ак кристалл чөкмөлөрдү берет. $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4$ барий сульфаты кислоталарда эрибейт.

Изилденүүчү эритмелерде сульфат – ион - SO_4^{2-} -терс.

2. Хлорид –иондор реакциясы - Cl^-

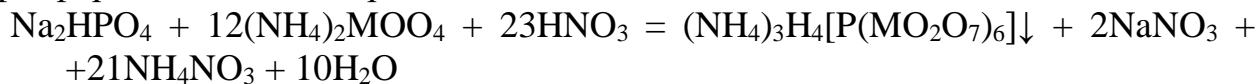
Күмүш нитраты хлорид –иондор менен күмүштүн хлорунун ак сүзмө

чөкмөсүн берет: $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl} \downarrow$

Изилденүүчү эритмеде хлорид- иондор жок болуп кетет.

3. Фосфат –иондор реакциясы - PO_4^{3-}

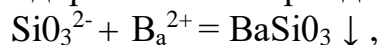
Молибдендик суюктук, башкача айтканда аммоний молибдени азот кислотасында фосфат- ион менен сары кристаллдык чөкмө - аммоний фосфоромолибдатты берет:



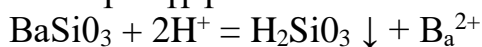
Биздин эритмеде фосфат иондору - PO_4^{3-} табылбады.

4. Силикат – иондорунун реакциясы - SiO_3^{2-}

Барий хлориди силикат иондор менен ак барийдин силикаттарын берет:



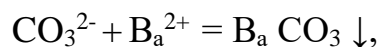
Кремний кислоталарынын аралашмасынан студенистик чөкмө пайда кылуучун кислоталар менен бөлүштүрүлөт:



Изилденип жаткан эритмеде силикат иондордун SiO_3^{2-} реакциясында барийдин силикатынын абдан чоң чөкмөсү пайда болот. Удаалаш эле 4-5 тамчы барийдин силикатынын эритмесин кошуу менен катар эле 3-4 тамчы туз кислотасын кошкондо кремний кислотасынын гели пайда болду.

5. Карбонат –иондор реакциясы - CO_3^{2-}

Барий хлориди карбонат иону менен ак түстөгү барийдин карбонатынын чөкмөсүн берет:



Чөкмө туз жана уксуз кислоталарында жеңил эрийт.

Мына ошентип, изилденүүчү эритмеде карбонат-иондор CO_3^{2-} барий хлориддери менен ак түстөгү өтө аз сандагы чөкмөлөрдү берет.

Ушундан кийин Таш-Көмүр кремнийинен 1; 2; 3; 4 % эритмедаярдадык да комнаталык температурада туздардын гидролизи тургузулушу үчүн 15 сутка аралыгында коюп коебуз б.а. эритмеде суутектин жана гидроксилдин иондор аралык катышынын өзгөрүүсүнө алып келүүчү суу иондору менен туз иондорунун айланма процесстерин жаратабыз [5].

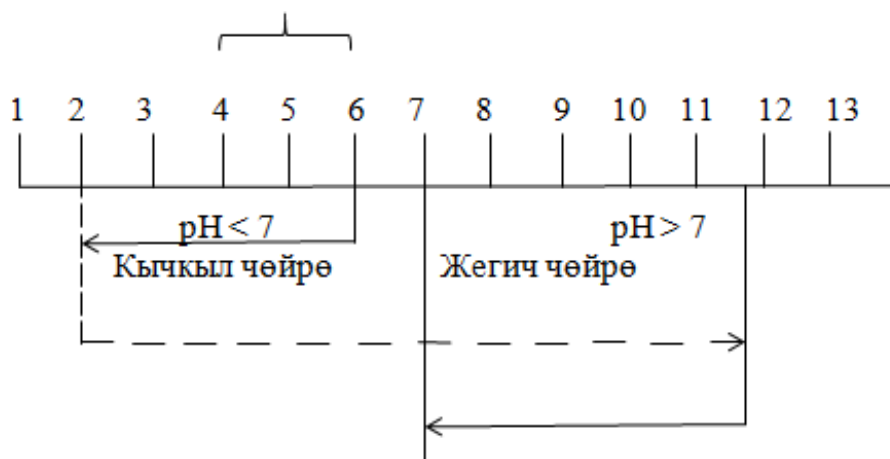
Белгилүү болгондой, көптөгөн заттардын эрүүсү көбүнчө аларды эритүүчүлөр менен химиялык өз ара аракеттенишүүсү менен коштолот. Эритүүчү молекулалардын курамдык бөлүктөрү жана эрүүчү заттардын өз ара аракеттенишүү реакциясы сольволиз (суу үчүн гидролиз) деп аталат. Мына ошондуктан түрдүү туздардын, углеводдордун, белоктордун, эфирлердин, майлардын ж.б. түрдүү класстарынын химиялык байланыштары гидролизге дуушар болушу мүмкүн [6].

Бизге универсал иономер көрсөткөндөй, химиялык таза сууда (дистиллирленген сууда) суутектин иондорунун концентрациясы жана иондордун гидроксиди бирдей, мындан суу нейтралдык реакцияга ээ болот (pH=7).

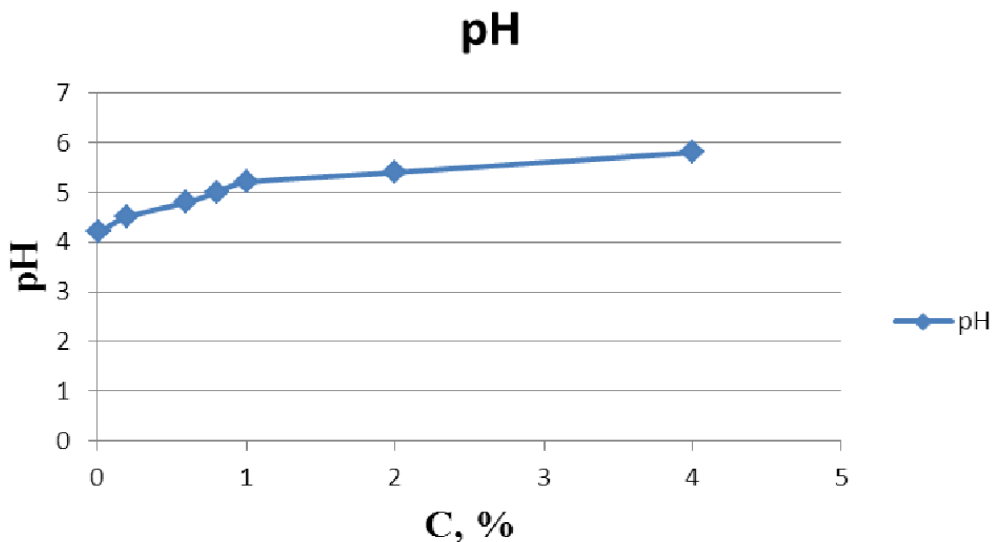
Таш-Көмүр кремнийинин эритмелеринин pH суутектик көрсөткүчүн изилдөөлөр 2.3.таблицасында, 2.2 сүрөтүндө жана 2.3 гафигинде берилди.

Таблица 2.3. Кремний эритмелеринин суутектик көрсөткүчү

п/п	Глинозем эритмесинин концентрациясы, %	Суутектик көрсөткүч рН						
		1	2	3	4	5	6	7
		4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,4	5,8
	0,01	////						
	0,2		////					
	0,6							
	0,8				////			
	1					////		
	2						////	
	4							////



2.2.- сүрөт. рН начар кычкыл чөйрө



2.3-сүрөт. Таш-Көмүр кремнийинин эритмелеринин рН суутектик көрсөткүчү

2.2 Кремнийдин оксидинин табигый органикалык эмес минералдарынын элементтик курамын аныктоо

Кыргыз Республикасынын түштүк регионунда, өндүрүштүк масштабда кремнийдин таза оксидин жана техникалык кремнийлерди өндүрүүнү уюштуруу үчүн керектүү болгон, гранулдашкан таза кварцтарга бай кендер белгилүү: Сүлүктү, Озгур, Таш-Көмүр ж.б. Биздин изилдөөлөрүбүздөн, бир катар кендердин кварцтарынын анализдеринин жыйынтыктары көрсөткөндөй, жогоруда аталган кендердин арасынан бир кыйла таза гранулдашкан кварцтарга Сүлүктү кени ээ экендиги аныкталды. Бардык үч кендердин тең казып алына турган ресурстарынын потенциалы ондогон миллион тонна гранулдашкан кварцтарга ээ деп бааланып келет.

Изилдөөлөрдө колдонулган кремний концентраттарынын үлгүлөрү, негизинен гранулометрикалык курамы боюнча айырмаланат. Биринчи концентрат үлгүнүн чоңдугу - 0,3мм (85%), ал эми экинчи үлгүнүкү -1,0 мм ди түздү.

2.4-таблицасында үч кендин кварцтарына анализдердин жыйынтыктары келтирилди [38,39].

Белгилүү болгондой, кремнийдин сапаты, техникалык кремнийди алуу үчүн колдонулуучу чийки заттын (кварц, калыбына келтиргичтер ж.б.) курамындагы аралашмалардын деңгээлинен көз каранды болот.

Таблица 2.4. Түрдүү кендердин кварцтык чийки заттарынын элементтик курамы (% менен)

Химиялык элементтержана байланыштар	Салмактык концентрациясы		
	Сүлүктү кени	Таш-Көмүр кени	Озгур кени
SiO ₂	85	94,3	88,3
Al ₂ O ₃	10,5	1,8	6,3
F ₂ O ₃	0,83		
MgO	0,7	-	-
CaO	0,97	-	-
K ₂ O		3,0	5,5
I		2·10 ⁻³	2,3·10 ⁻³
Ag		2,1·10 ⁻⁴	1,2·10 ⁻⁴
Cu		3·10 ⁻³	1,2·10 ⁻³
Zn		2·10 ⁻¹	-
Mo		4,3·10 ⁻⁴	3,8·10 ⁻⁴
Ti		3·10 ⁻²	3,8·10 ⁻²

Ni		$4,1 \cdot 10^{-3}$	-
Cr		$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$
Sn		$2 \cdot 10^{-4}$	-
Ga		-	$7 \cdot 10^{-4}$
Pb		-	$1 \cdot 10^{-3}$
Zr		$3,5 \cdot 10^{-3}$	$5,5 \cdot 10^{-3}$
Ba		-	$6 \cdot 10^{-2}$

Таблицадан көрүнүп тургандай, анализденүүчү объекттер химиялык курамы жана курамындагы аралашмалардын деңгээли боюнча түрдүүчө. Нормативдик документация 12-35 аралашмаларды 10^{-7} масс. % дан бирдик пайызга чейин көзөмөлдөөнү камтыйт. Бирок, аналитикалык усулдардын бири дагы бир мезгилде бул талаптарды канааттандыра албайт, технологияларды иштеп чыгуу жана продукцияларды сертификациялоо боюнча маселелерди чечүүнүн аналитикалык усулдарынын комплекси зарыл. Техникалык кремнийди өндүрүүнү уюштуруу үчүн бир кыйла ыңгайлуу кен болуп, чалгындоолордон аныкталгандай кварц кумунун кору 4-5 млн. тонна көлөмдөгү Таш-Көмүр кени саналат. Бул кумдарда кремнийдин орточо курамы 95,5 % ды түзөт. Кумду кошумча жуу, аны 97-98 % га чейин байытууга мүмкүндүк берет.

Изилденүүчү объекттер эки класска бөлүндү:

- техникалык кремнийди алуу үчүн чийки зат: кварц, кварциттер, күрүчкабыгы;

- калыбына келтиргичтер: көө, таш көмүр.

Техникалык кремний алуу үчүн чийки зат катары SiO_2 ге болгон технологиялык талаптар бир катар жарыяланган жумуштарда каралды [1-13].

Бул жумуштардагы талаптарга ылайык, металлургиялык ээритүүдө колдонулган кварцит төмөндөгү техникалык шарттарга жооп бериши керек:

- кремнийдин курамы 93-99 %;
- зыяндуу шлак түрүндөгү аралашмалардын курамы – кальций жана магний оксиддеринин, өзгөчө глинозем жана фосфорлор минималдык болуусу керек (P_2O_5 курамы 0,02 % дан ашпоосу керек);
- кварциттин нымды жутуусу 5 % дан ашпоосу керек;
- кварцитти майдалоо жана ысытуу мезгилинде минималдык сандагы чыгым жумшалуусу керек.

Ушуну менен бирге, алгачкы рудаларга болгон керектүү талап темир, титан, кальций, жегич металлдар, магний оксиди ж.б. аралашмалардын курамынын чектелүүсү саналат. Темир жана титан аралашмаларынын жогору курамында чийки заттан, коюлган талаптарга туура келген кондициондук эритмени алуу мүмкүн эмес. Эритмеден аралашмаларды чыгарып салуу үчүн атайын металлургиялык тазалоо зарыл. Курамындагы кальций оксидин чектөө, руданы калыбына келтирүүчү эритүүлөрдө алардын шлактарды жаратуу

жөндөмдүүлүгүнө байланыштуу.

Эритменин курамындагы калыбына келтирилген кальцийди рафинирлөө процессинде чыгарып салат.

Чийки затта жегичтердин болуусу, үстүнкү бөлүгүнүн сынуусу, ал эми алардын көп санында балкуу жүрөт.

Балкууну эритүүгө электр энергиясынын салыштырма чыгымы практикада кремний чийки затынын минералогиялык курамынан көз каранды болбостугу аныкталды. Бул, бир модификациядан башкасына жылуулук айланууларын жана кремний заттарынын түрдүү модификацияларынын мутиллизациясынын жылуулук эффекттеринин айырмасы кремнийдин калыбына келүү реакцияларынын жылуулук эффекттерине салыштырмалуу маанисиз экендигин түшүндүрөт.

Магний оксидинин курамы чектелген болушу керек, себеби анын калыбына келүүсү жана буулануусуна энергия сарпталат, бул электр энергиясынын чыгымынын жогорулоосуна алып келет. Глинозем камтыган бардык чийки заттардын жалпы талаптары болуп, 1,5 % дан ашпашы керек болгон темирдин жана титандын оксиддеринин суммасын чектөө саналат.

950-1000 °C температурада кремнийдин (IV) хлоридин калыбына келтирүү үчүн төмөндөгү реакциялар орун алышы керек:



Бул учурда металлдар учуучу хлориддер көрүнүшүндө чыгарылат – реактордун муздак дубалында чөгөт, ал эми аморфтук кремнийлер ыссык зона кайерде болсо, амморфтук кремний ошол жерде калат.

Калдыкты калыбына келтирүүдөн кийин, ыссык дистиллирленген сууда суюлтурулат, эритме суюлтурулгандан кийин металлдардын хлоридине өтөт..

Аморфтук кремнийдин калдыгы кургатылат жана кристаллдык кремнийди алуу үчүн колдонулат. Бул үчүн бир кыйла эффективдүү газ SiCl₄ жардамында агым усулун колдонуу менен, буулары суутек же аргон аркылуу ташылат. Төмөндөгү реакцияга ылайык Кип аппаратынын жардамында суутек алынды:



Аморф кремнийин түзүлүштүн биринчи бөлүгүнө жайгаштырабыз. Тазалануучу кремний аркылуу SiCl₄ буусу өтпөөсү үчүн, суюк SiCl₄ аркылуу (H₂) газ ташуучуну жай өткөрөбүз. Печканы 1050-1100 °C га чейинн ысытылды.

Мына ушундай температурада SiCl₄ суутектин катышуусу менен аморфтук кремний менен реакцияга кирет.

Түзүлүштүн экинчи бөлүгүндө (муздак бөлүгүндө) кремний төмөндөгү процесстер негизинде жылтырак ничке ийне көрүнүшүндө кристаллдашат:





Негизги реакциялардын суммардык теңдемеси:

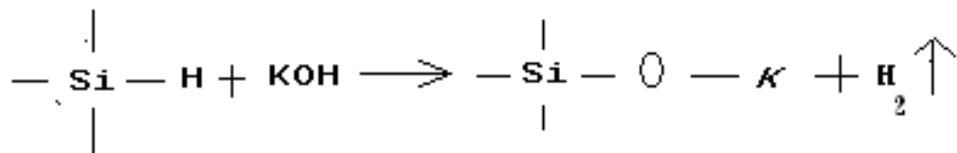


көрүнүшүнө келет.

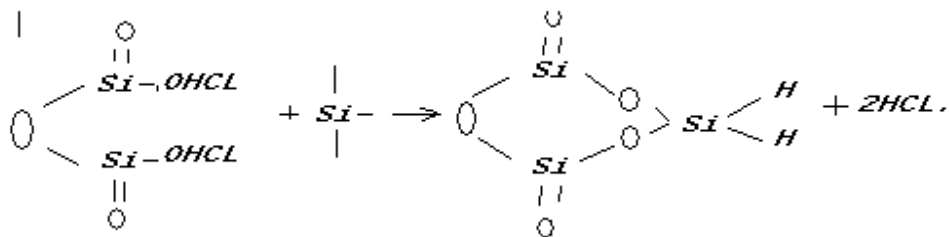
Экзотермикалык реакцияларда $T_1 \rightarrow T_2$ ($T_2 > T_1$) багыты боюнча б.а. бир кыйла жогорку температурага ээ аймакка заттарды ташуу жүрөт. Эгерде ажыроо реакциясы эндотермикалык болсо, анда заттарды ташуу $T_2 \rightarrow T_1$ багытында б.а. бир кыйла муздак аймакка багытталат.

Реакцияны жүргүзүүдө тихлорсилан, полисилан, хлориддердин продуктылары пайда болот. Кремний хлориддерин силикагелей жана 30 % калий гидроксид эритмелери менен тазалоо усулдарын карайлы:

1-вариант:



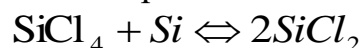
2-вариант:



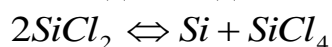
Газ агымы усулу менен катар, кремнийди тазалоодо диффузиялык-транспорттук усулу да колдонулат, анда 850-900 °C температурада $SiCl_4$ буусунда аны ысытуу менен тазалоо жүргүзүлөт.

Салыштырмалуу бир кыйла жогорку температурада кремнийдин белгилүү бөлүгү анын тетрахлориди менен өз ара аракеттенишет жана трубчатый реактордун каптал бетинин муздак бөлүгүнө ташуу реакциясы натыйжасында ташылат.

Анда кремнийди тазалоо үчүн ампулалык усулду колдонсо болот. 4-5 г кремний ампулаларга салынып, хлор менен толтурулат, аларга 1-2 тамчы $SiCl_4$ же иод кристаллдары кошулат. Кремний салынган ампуланын аягы 1100 °C га чейин ысытылат. Ушул температурада $SiCl_4$ кремний менен реакцияга кирет:



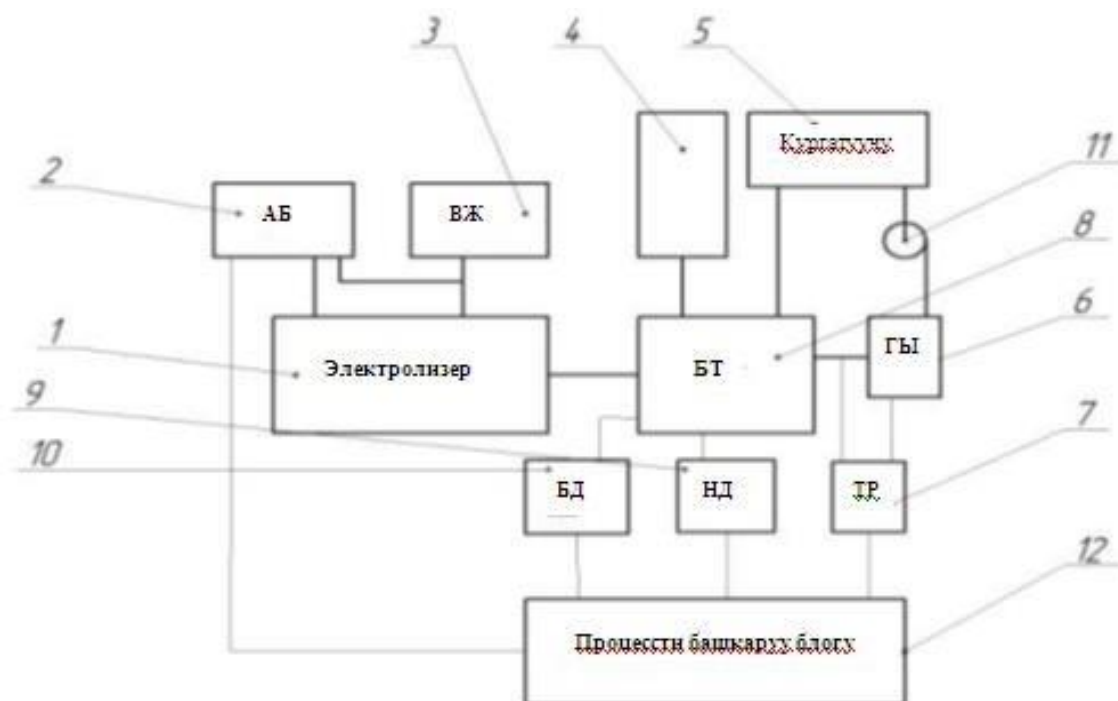
Температураны 900 °C га чейин төмөндөткөндө $SiCl_2$ диспропорциондошот:



Эгерде ампула дистиллирлөө менен колдонулса, кремнийди ташуу өтө акырындайт.

2.3 Магний жана натрий туздарынан тазалоо негизинде таза кремний алуу

Табигый кремний минералдарынан кремнийдин оксидинин унун алуу үчүн, блок-схемасы 2.4-сүрөттө көрсөтүлгөн түзүлүш иштелип чыккан.



2.4.-сүрөт – Кремнийдин оксидинин кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрүн алуучу түзүлүштүн жалпы көрүнүшү

Мында, 1–гидрофракциондоо блогу; 2–азыктандыруучу булак; 3–вибрацияны жетектөөчү; 4–дистиллирлөөчү идиш; 5–ным адсорбери; 6–газ ысыткыч; 7– терморегулятор; 8–бөлүштүргүч түзүлүшү; 9–нымдуулук датчиги; 10– басымдын датчиги; 11–компрессор; 12–процессти башкаруу блогу.

1. Дирилдеткич жетеги камсыздалган көп каскаддуу ячейкалардан турган гидрофракциондоочу блок.

2. Кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрдү (КӨБ) ячейкалардан ажыратуучу блок, жуу жана кургатуу ячейкаларынан башка, КӨБ суспензиясын ажыратуучу түзүлүштү, дистиллирленген суусу менен идишти, андан сырткары газды ысытуу менен туюк системаны кургатууну, компрессор жана адсорбердеги циркуляциялануучу газдан нымдуулукту жок кылууну өзүнө камтыйт.

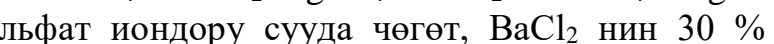
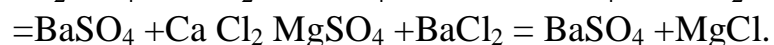
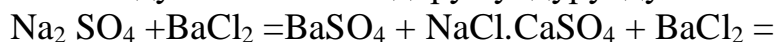
3. Кремнийдин оксидинин КӨБ рүн алуу процесстерин башкаруу, башкаруу блогуна туташтырылган газдын температурасын көзөмөлдөөчү датчик, КӨБ дүн нымдуулугун көзөмөлдөөчү датчик, басымдын датчиги жана башкаруу модулу аркылуу ишке ашырылат.

КӨБ дү алуу жана алуу процессинде адамдык факторлорду минимизациялоо үчүн түзүлүштү автоматташтыруу максатында адамдын минималдык катышуусу менен технологиялык процесстин өзүнүн башкаруусунда ишке ашырууга мүмкүн болгон автоматташтырылган башкаруу каражаттары колдонулду.

2.4. Термикалык кургатуу, химиялык тазалоо жана филтрлөө

Биринчи аналитикалык топторго K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} жана башка катиондор киришет. Алардын туздарынын көп бөлүгү сууда жакшы ээрийт. Таш-Көмүр глиназемунун курамынын 94 % сууда ээрүүчү заттардан турат. Төмөндөгү заттардан: Na_2CO_3 , $MgCO_3$, $CaCO_3$, $NaSiO_3$, $MgSiO_3$, $CaSiO_3$, Na_2SO_4 , $MgSO_4$, $CaSO_4$, глиназемдордон 50 % дык эритме даярдалды. Аны өрт өчүрүү үчүн колдондук, күйүү процессинде SO_4^{2-} иону газ түрүндөгү SO_2 жана O_2 заттарына ажырайт, алар өрт өчүрүүгө каршы төмөндөгү реакциялар менен тоскоолдук кылат:

$SO_4^{2-} \xrightarrow{S} SO_2 + O_2$ Ошондуктан SO_4^{2-} иондору тундурулду



$BaSO_4$ сульфат иондору сууда чөгөт, $BaCl_2$ нин 30 % дык эритмесин пайдаланууда CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} , Na^+ , Cl^- , Mg^{2+} , Ca^{2+} иондору өрттү өчүрүүгө эффективдүү таасир этет.

III ГЛАВА. СҮЛҮКТҮ, ОЗГУР КЕНДЕРИНИН КРЕМНИЙ ОКСИДИНИН УНУН КОЛДОНУУ МЕНЕН КОМПОЗИТТИК МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУУНУН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

3.1 Композиттик курулуш материалдарын кичине өлчөмдүү кошулмаларда модифирлөө

Белгилүү болгондой, минералдарды байытуу, ун түрүндөгү системаларды синтездөө, көмүрлөрдү брикеттөө жана башкалар менен байланышкан көптөгөн технологиялык процесстер, тигил же бул таризде баштапкы материалдардын гранулометрикалык курамына байланыштуу болот [40-45]. Эреже боюнча, түрдүү бөлүкчөлөрдүн (ундардын) дисперстик курамын үйрөнүүдө, Колмогоров тарабынан иштелип чыккан бөлүкчөлөр өлчөмдөрүнүн бөлүштүрүлүшүнүн логарифмикалык нормалдык законун же Бродмент жана Калькоттилер тарабынан сунуш кылынган телолорду майдалоо же талкалоо процессин матричтик моделдөө усулу колдонулат [46].

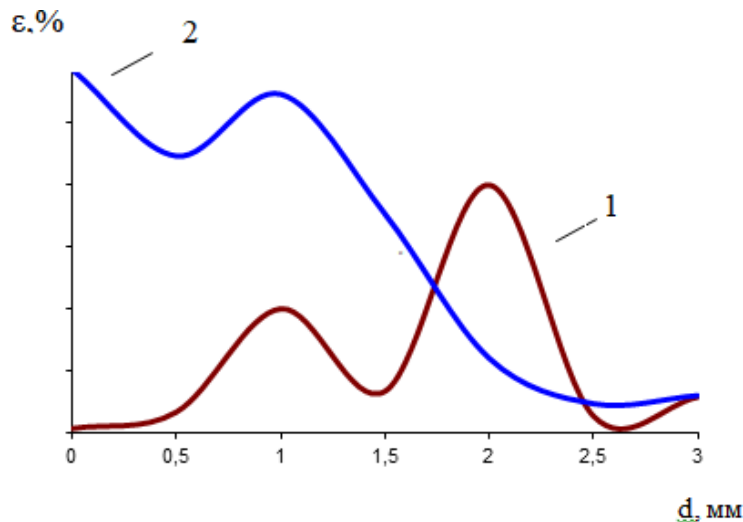
[46] жумушка ылайык, майдалоодо же талкалоодо бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрү логарифмикалык нормал спектрин бериши керек, б.а. бир мезгилде таркалуусу керек. Бирок, [47-51] жумуштарда көрсөтүлгөндөй, түрдүү кату телолордун бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү боюнча бөлүштүрүү бир нече максимумга (режимге) ээ. Акыркы жагдай, SiO_2 унунун табигый пайда болуу процессинде кремний оксиди ундарынын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрү боюнча бөлүштүрүлүшүнүн спектрлеринен дискреттүүлүгүнүн касиеттерин аныктоого мүмкүн деген ойго алып келет.

Ушул максатта Таш-Көмүр жана Озгур кендеринин кварц кумдарын изилдөө объекттери сыпатында колдондук. Эки кендерде тең SiO_2 нин кору өтө көп. Кварц куму жооп берүүсү керек болгон, жогорудагы талаптардын төрт позициясында изилдөөлөр жүргүзүлдү.

Алдын кварц кумун ылай аралашмаларынан арылтуу үчүн суу менен жуудук, кийин чоңдуктары боюнча текшерилип фракциялар боюнча сорттоолор жүргүзүлдү жана кургатуучу камераларда кургатылды. Аталган кендердин SiO_2 ундарынын гранулометрикалык курамы электен өткөрүү усулунда аныкталды жана андан кийин МИМ-7 оптикалык микраскопто аны 450 ке чейин чоңойтуу менен күңүрт айнек жардамында визуалдык байкоолор жүргүзүлдү. Изилдөөлөр жыйынтыгынан бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрү боюнча бөлүштүрүлүшүн көрсөтүүчү гистограммалар тургузулду (3.1-сүрөт) [52].

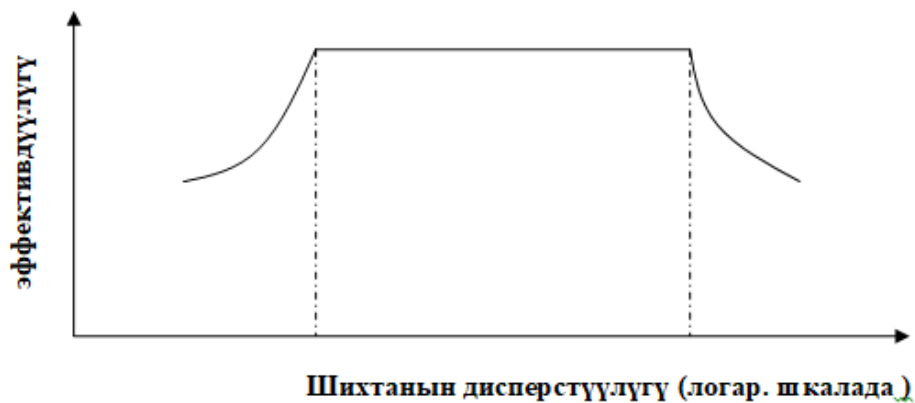
Бул SiO_2 бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрү боюнча фракциондоонун технологиялык максаты төмөнкүлөр болуп санала тургандыгын белгилей кетүү керек:

- химиялык реакцияга жеткиликтүү бөлүкчөлөрдүн бетинин чоңоюсу;
- бардык көлөм боюнча шихтанын ээрүүсүнүн салыштырмалуу бир тектүүлүгүнө (гетерогендүү орто) жетишүү;
- шлак түрүндөгү аралашмалардын азайуусу ж.б.



3.1-сүрөт. Бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрү боюнча бөлүштүрүлүүсүнүн дифференциалдык ийрилери. 1-Озгур; 2-Таш-Көмүр

Системанын эрүүсүнүн эффективдүүлүгү шихтанын бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрүнөн көз карандылыгына жараша сезилерлик өзгөрүшү мүмкүн (3.2-сүрөт), ошондуктан бөлүкчөлөр өлчөмдөрүнүн фазалык өзгөрүүлөрүнүн (синтез) кинетикасына таасирин эске алуу керек. Жогорку дисперстик бөлүкчөлөрдө салыштырмалуу беттик энергиясы кескин жогорулайт, ошондуктан чөйрө чечүүчү ролду аткарып калат. Бир эле курамга ээ, бирок түрдүү даражадагы дисперстүүлүктөгү ундарды, түрдүү касиеттерде жана түзүлүштөрдө алууга мүмкүн.



3.2-сүрөт. Шихтанын эрүү эффективдүүлүгүнүн бөлүкчөлөрдүн дисперстүүлүгүнөн көз карандылыгы

Колмогоровдун теориясына ылайык [46] жеке кристаллдардын өлчөмү логнормалдуу болушу керек, б.а. бир чокулуу бөлүштүрүүгө ээ болушу керек. [48-51] жумушта жана 3.1 сүрөтүндө алынган маалыматтар локалдык логнормалдык тыянакты тастыктайт, бирок гистограммаларда бир эмес, бир нече чокулары менен SiO_2 нин бөлүкчөлөрүнүн өлчөмдөрүнүн массалык концентрацияларынан көз каранды болушат. Озгур жана Таш-Көмүр кендеринин SiO_2 бөлүкчөлөрү үчүн функционалдык көз карандылыгы $R = f(d)$

пигине туура келе турган бөлүкчөлөр өлчөмдөрү бири-биринен эки эсе айырмаланат.

$R = f(d)$ көз карандылык ийрисине жана [48-52] жумуштарына талдоолор негизинде төндөгүдөй жыйынтык чыгарууга болот:

1. Бөлүкчөлөрдүн таркалуу спектри полимодалдык мүнөзгө ээ;
2. Бөлүштүрүүнүн удаалаш жайлашкан режимдеринин орточо мааниси (максимуму):

$$\frac{d_n}{d_{n-1}} = 2, \quad (25)$$

пределинде табылат. Мында: $n = 1, 2, 3, \dots$

Бул эки жыйынтыктан биз ушундай тыянакка келишибиз мүмкүн, SiO_2 нин унунун пайда болуу процессинде ага туура келген өлчөмү ар жолу 2 мезгилдүү бифуркациялар удаалаштыгын баштан өткөрөт. Бул, системанын унга айлануу процесси функционалдык итерация менен жазылат:

$$d_n = d_0 C^n, \quad (26)$$

мында: $n=0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$, $c=2$ -масштабдык инвариант, d_n - n -блоктуң өлчөмү, d_0 -нөлдүк (акыркы) элементтин масштабы.

Мына ошентип, бөлүкчөлөрдүн өлчөмдөрүнүн масштабдык деңгээли өз ара итерациондук теңдеме менен байланышкан. Мындан, бир масштабдык деңгээл диапозонунда (микроскопикалык, түзүлүштүк) майдалоо законченемдүүлүгүн билүү менен, функционалдык итерация жолу менен ар кандай деңгээлдеги системанын абалын аныктоого мүмкүн.

3.2 Композициялык цемент ташынын касиеттерине кремнийдин оксидинин кичине өлчөмдүү кошулмаларынын таасирин изилдөө

Глинозем цементи дегенибиз даяр продуктада кальций алюминаттарынын курамы төмөн алюминий эритмеси менен эригенге чейин күйдүрүлгөн боксит жана акиташ чийки заттарынын аралашмаларынан алынган, тезкатуучу гидравликалык байланыштыруучу зат.

Клинкерди даярдоо процессин жандандыруу үчүн цементтин сапатын төмөндөтпөгөн, бирок анын баасын төмөндөткөн 2% га чейинки технологиялык кошулмаларды кошуугу уруксат берилет. Глинозем цементи үч маркада чыгарылат: 400, 500 жана 600. Цемент клинкеринин курамында төмөнкү негизги алюминаттар бар, алардын негизги компоненти - жалгыз кальций $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3$ алюминаты. Глинозем цементинин унун суу менен аралаштыруу кезинде пластикалык камырдын пайда болуу, аны андан ары ийлөө жана катыруу кадимкипортландцементке окшош болот.

Суу менен аракеттенишкен бир кальцийлүү алюминат гидратланат, натыйжада эки кальцийлүү сегиз суу гидроалюминаты $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ жана алюминий оксидинин гидраты түзүлөт. Кийин дикальций гидроалюминатынын гелинин тыгыздалуусу жана гидратация продукталарынын кристаллдашуусу жүрөт. Глиноземдук цементтин гелинин тыгыздалуусу жана кристаллдашуусу абдан интенсивдүү жүрүп, бышыктыгынын тез жогорулоосун камсыздайт. Болжолдуу 5..6 сааттан кийин глиноземдук цементтин маркадагы

бышыктыгынын 30 % же андан да жогорку маанисине жетиши, бир суткадан кийинки катуусу – 90 %дан жогору, 3 суткадан кийин маркадагы бышыктыгына жетиши мүмкүн. Глиноземдук цементти кысуудагы бышыктыгынын сандык предели боюнча үч маркага бөлүнөт: 400, 500 жана 600. Маркасын аныктоо үчүн 40X40X160 мм өлчөмдөгү калыптын жарым үлгүлөрүн нормалдык шартта, 3 сутка аралыгында катуулануусун аныктоо үчүн сыноодон өткөрүлөт.

Глиноземдук цемент тез катуулануучу, бирок тез коюуланбоочу заттардан болуп саналат. Коюулануунун башталышы 30 минуттан эрте эмес, аякташы 12 сааттан кеч калбашы керек. Глиноземдук цементтин катуулануусу үчүн бир кыйла ыңгайлуу шарт болуп, нымдуу шарттар жана нормалдык температура (20±5) °С саналат. 25°С температурадан жогорку шарттарда цементтин бышыктыгынын өсүүсү төмөндөйт. Эки кальцийлик гидроалюминаттын үч кальцийлүүгө кайра кристаллдашуусунун жыйынтыгында бышыктыгынын төмөндөөсүнөн бетондун бузулуусу мүмкүн. Бул глиноземдук цементтин оорусу деп аталат. Ошондуктан глиноземдук цементтеги материалдардын температурасынын жогорулоосуна жол берилбейт. Глиноземдук цементтин нормалдык температурадан төмөн жана нол температурасына жакын температураларда катуулануусу канааттандыраалык жүрүп, анын жогорку экзотермикалык экендигин түшүндүрөт. Глиноземдук цементтин катуулануусунун 1...3 суткасында, портланд цементине салыштырмалуу 1,5 тен 2 эсеге чейин көп жылуулук бөлүп чыгарат. Көп жылуулук чыгаруусу массивдүү конструкцияларда глиноземдук цементтин колдонуусун чектейт, себеби массив ичиндеги бетондун ысышы жана муздашы сырткы катмарлардын созулуу чыңалуусуна жана жарылуулардын пайда болуусуна алып келет.

Дандардын майдалыгы №008 электен өткөрүлгөндөн калган, үлгүнүн 10 % дык массасынан ашпаган калдыгы менен мүнөздөлөт.

Глиноземдук цементтин бетону сууга-, абага- жана суука чыдамдуу, андан тышкары таза жана сульфаттык сууларга туруктуу, бирок жегич сууларда бузулат. Глиноземдик цементтин абага жогорку туруктуулугу цементтин гидратация продуктыларынын тыгыздыгы, кристаллдашуусу жана абанын нымдуулугунун өзгөрүүсүндө көп эмес деформациялануу жөндөмдүүлүгү менен түшүндүрүлөт. Глиноземдук цементтин бетондору сезилерлик тыгыздыкка ээ, бул анын жогорку суука туруктуулугун аныктайт. Тыгыздыкты жогорулатууга тыгыз түзүлүшкө ээ бир кальцийлүү алюминаттын гидратациясында пайда болгон алюминий оксидинин гидратынын гели жөндөмдүү. Глиноземдук цементти пайдалануу, табигый түрдө анын баасын чектейт (ал портландцементинен 3...4 эсе кымбат), өзүнүн физика-химиялык касиеттери боюнча (катуулануу ылдамдыктары, түрдүү чөйрөлөргө туруктуулугу) башка бардык бириктирүүчү заттардан, анын катарында портландцементинен да жогору турат. Глиноземдук цементти качан анын спецификалык касиеттери бир кыйла рационалдык колдонулганда гана, мисалы, тез бүтүрүүчү калыбына келтирүү иштеринде (плотиналарды, жолдорду, көпүрөлөрдү ж.б.у.с. ремонттоодо) колдонулат. Глиноземдук цементтин химиялык туруктуулугун максаттуу түрдө нефть жана газ

кудуктарын улоодо, азык түлүк өндүрүш мекемелеринде, туздоо жана бое мекемелеринде, шахта кудуктарын жана туннелдерди төшөө үчүн колдонуу сунушталат. Башка бириктирүүчүлөр менен салыштырганда, глинозем цементи жогорку температурага (1200... 1400°C жана жогорку) туруктуу болуп, бул аны жылуулук аппараттарында төшөө сыпатында колдонулуп, термотуруктуу бетондорду даярдоодо колдонсо болоорун көрсөтөт.

Курулуш материалдарынын жаңы түрлөрүн иштеп чыгарууну уюштуруу инновациялык долбоор болуп саналат жана продукциянын сапатын башкаруунун комплекстик системасына ылайык төрт баскычты карайт: изилдөө жана иштеп чыгуу; продукцияларды иштеп чыгаруу; кайрылуу жана ишке ашыруу; эксплуатация жана колдонуу.

Чийки заттардын жана энергетикалык заттардын бааларынын өсүү шартында курулуш материалдарын өндүрүүнү уюштуруу маселеси негизгилердин бири катары, традициялык кымбат баалуу чийки заттын компоненттерин бир кыйла арзан, берилген региондо таркалган чийки зат же өндүрүштүк чыгынды заттар менен алмаштыруу мүмкүнчүлүгүн үйрөнүү болуп саналат.

Жергиликтүү чийки заттар жана чыгындылар негизинде жаңы курулуш материалдарын чыгаруу төмөндөгү негизги көйгөйлөрдү чечүүдө жардам берет:

- курулуш материалдары жана буюмдар менен региондордун талаптарынканааттандырат;
- курулуш материалдарынын жана буюмдардын өздүк баалары төмөндөйт;
- алынган материалдардын жана буюмдардын сапаты жакшырат жана иштөө мөөнөтү узарат;
- сапатынын жана чыдамдуулугунун жакшырышына байланыштуу колдонуучунун эксплуатациялык чыгымдары төмөндөйт;
- жеткирип берүү кыскарат, транспорттук чыгымдарды ликвидациялоо;
- чыгындыларды, таштандыларды утилизациялоо эсебинен региондо экологиялык жагдайларды жакшыртуу.

Өндүрүш райондору пайдалуу кендердин коруна бай, энергетикалык базасы өнүккөн. Технологиялык келип чыккан чийки заттардын булактарынын негизинде минералдык курулуш материалдарынын бардык түрлөрүн жана алардын негизинде буюмдардын көптөгөн санын өндүрүү жолго салынган.

Түстүү металлдарды иштеп чыгаруу боюнча кубаттуу өндүрүштүк комплекстери жайлашкан региондогу мекеме менен имараттардын (агрессивдик чөйрөдө, төмөнкү температурада, жогорку нымдуулукта) эксплуатациялоо шарттары, алар даярдалган курулуш конструкциялары жана материалдарынын негизинде катуу талаптар коюлат. Ошондуктан атайын материалдарды: суу өткөрбөөчү суука чыдамдуу бетондорду, жогорку физика-механикалык мүнөздөмөлөргө ээ герметизациялоочу жана изоляциялык материалдарды чыгаруу зарыл.

Мындай материалдарды жана конструкцияларды иштеп чыгарууну жергиликтүү базанын, адаттан сырткаркы, иштелип чыккан материалдарынын

курамын оптимизациялоо эсебинен алдыңкы технологияларды колдонуу менен аларды өндүрүштө уюштурууга мүмкүн.

Азыркы мезгилде өндүрүштүк райондордо талап кылына турган жана кымбат курулуш материалдарын: өзгөчө тыгыз бетондорду алуу үчүн бышыктоочу кошулмаларды, жардамчы, герметизациялоочу жана изоляциялык материалдарды, фасаддык боекторду алуу үчүн кошулмалар импорт кылынат.

Жумушта автор тарабынан өндүрүш чыгындыларынан кремнийди иштеп чыгаруу – цемент – бышыктоочу, кошумчалоочу жана пигменттер сапатында колдонуунун эсебинен жогоруда саналган материалдарды өндүрүүнү уюштуруу суроолорун караган. Химиялык курамы боюнча курулуш материалдарынын жаңы түрлөрүн кошумча өндүрүүнү уюштуруу көйгөйлөрүн чечүү менен автор өзүнүн алдына төмөндөгү максаттарды койду:

1. керектүү курулуш материалдарын кошумча иштеп чыгарууну уюштурууну максатка ылайык баалоо үчүн керектүү илимий негизделген маалыматтардын жыйындысын алуу;

2. эффективдүү композициялык материалдарды өндүрүү үчүн негизги чийки зат катары кремнийди колдонуу мүмкүнчүлүгүн аныктоо менен технологиялык линияларды иштеп чыгуу.

Жумушчу гипотеза катары: керектүү курулуш материалдарын кошумча иштеп чыгарууну уюштуруу, силикаттык кремнийдин бышыктоочу кошулмаларына химиялык курамы боюнча кирүүчү, өзүн жукка дисперстик, практикалык инерттүү материал катары көрсөткөн, негизги чийки зат катары кремний колдонулган, алдыңкы технологияларды иштеп чыгуу менен мүмкүн. Жалпысынан жумуш изилдөөлөрдүн эки блогунан турат:

1. керектүү курулуш материалдарын өндүрүүнү уюштуруу максаттуулугун аныктоо;

2. жаңы чийки заттын түрүн изилдөө жана аны өндүрүүнүн алдыңкы технологиясын иштеп чыгуу.

Чийки заттарды изилдөө менен байланышкан маселелерди чечпей туруп, продукциялардын жаңы түрүн өндүрүүнү уюштуруу мүмкүн эмес.

3.3. Композициялык материалдардын механикалык, физикалык мүнөздөмөлөрүн сыноо

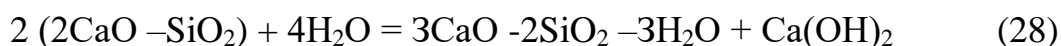
Цемент камырын таш түрүндөгү телого айланышы клинкер минералдарынын суу менен өз ара аракеттенишинде татаал химиялык жана физика-химиялык процесстер натыйжасында ишке ашат, жыйынтыгында сууда дээрлик эрибей турган жаңы гидраттык байланыштар пайда болот.

Үч кальцийлүү силикаттардын гидролиз жана гидратация процесстери төмөндөгүдөй теңдемелер менен берилет:



Жыйынтыгында, сууда эрибей турган кальцийдин гидросиликаттары жана сууда белгилүү бөлүктөрү гана эриген кальций гидроксиди пайда болот.

Дикальций силикат 2CaSi жай гидратталат жана анын суу менен өз ара аракеттенишүүсүндө $\text{Ca}(\text{OH})_2$ аз бөлүнүп чыгат, бул реакцияларды төмөндөгүдөй берсек болот:



Цемент камырында пайда болгон гидросиликаттарындагы $\text{CaO} : \text{SiO}_2$ молдук катышы материалдын курамына, катуулануу шарттарына жана башка абалдарына карап өзгөрүшү мүмкүн. Ошондуктан бардык кальций силикаттарынын полукристаллдык жана аморфтук гидраттары үчүн C-S-H термини колдонулат. $(0,8...1,5) \text{CaO} - \text{SiO}_2 (1 \dots 2,5) \text{H}_2\text{O}$ курамына ээ төмөнкү негиздеги кальций гидросиликаттары C-S-H(I) формуласында (Тейлор боюнча) белгиленсе, $(0,8...1,5) \text{CaO} - \text{SiO}_2 (1... \dots 2,5) \text{H}_2\text{O}$ курамына ээ жогорку негиздеги гидросиликаттар (Тейлор боюнча) C-S-H(II) формуласында, $(1,5...2) \text{CaO} \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ жогорку негиздеги гидросиликаттар - C-S-H (II) формуласында белгиленет.

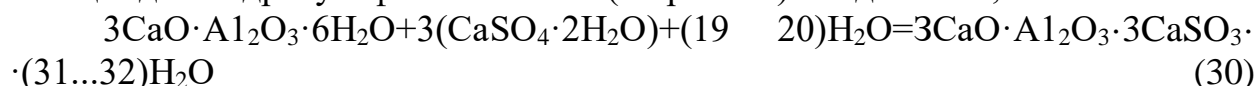
Төмөнкү негиздеги кальцийдин гидросиликаттарынын пайда болушу, цемент ташынын бышыктыгын жогорулатат; жогорку негиздеги гидросиликаттар алардын бышыктыгын начар жогорулатат. Белгилүү шарттарда, мисалы, автоклавдык иштетүүдө цемент ташын катууландыра турган, жакшы кристаллдар менен мүнөздөлгөн $5\text{CaO} - 6\text{SiO}_2 - 5\text{H}_2\text{O}$ тоберморит пайда болот.

Үч кальцийлүү алюминаттын суу менен өз ара аракеттенишүүсүндө гидроалюминаттын пайда болуусуна алып келет:



Реакция чоң ылдамдыкта жүрөт. Пайда болгон алты суулуу үч кальцийлүү алюминат бышык эмес кристаллдашкан түзүлүштү жаратат жана цемент камырынын пластикалык касиеттеринин тез төмөндөөсүнө алып келет. Портландцементинин кармоо мезгилинин жайлап калуусуна, камырга көп эмес экисуулуу гипсин бир аз кошумчалоону киргизүү менен жетишүүгө болот.

Гипс жана суу кошулган үч кальцийлүү гидроалюминатта химиялык өз ара аракеттенишүүлөрүнүн жыйынтыгында кыйынчылык менен ээрүүчү кальцийдин гидросульфоалюминаты (эттрингит) пайда болот, схема боюнча:



$\text{Ca}(\text{OH})_2$ каныккан эритмесинде эттрингит алгач коллоиддик майда өлчөмдүү абалда бөлүнүп чыгат жана $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ бөлүкчөлөрүнүн бетине чөгүү менен алардын гидратациясын жайлатат жана цементтин кармоосун узартат. Мына ошентип, бир канча убакыт эритмедеги гипс толук иштетилбегичекти (адатта 1...2 саат), эркин кальций гидроалюминатынын пайда болуусу жана цемент камырынын мезгилинен алдын катып калуусун алдын алат. Гипсти туура ченемде кошуу портландцементинин катуу мезгилин башкаруу эле эмес, цемент ташынын касиеттерин жогорулатат. Себеби, жогору каныккан эритмеден $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нин кристаллашуусу эритмедеги кальций гидроксидинин концентрациясын төмөндөтөт жана эттрингит узун ийне сымал кристаллдар көрүнүшүндө калыптануусу менен байланыштуу.

Эттрингит кристаллдары катып калган цементтин эрте бышыктыгын дагы аныктайт. Мындан сырткары, кальций гидросульфоалюминаттын көлөмү баштапкы реакция продуктыларынын көлөмүнөн эки эсе көптүк кылат.

Бетондун бышыктыгы негизинен цемент-кошумчалагыч байланыштыргычтан көз каранды жана ушул аспектиге көптөгөн изилдөөлөр

багытталган. Бетондун микротүзүлүштүк изилдөөлөрүнө арналган бир нече [18] обзордук материалдар бар.

Лабораториялык шартта табигый кургатуудан кийин, диаметри 50 мм, бийиктиги 30 мм болгон цилиндр формасындагы эксперименталдык үлгүнүн бышыктыгын өлчөйбүз. Даярдалган үлгүлөрдү КЭФ -1736-86 прессинин жардамында, кысуу жана чоюу стандарттык ыкмаларда сыналды, 250 мкм сериясында курамы 5% дан 15% га чейин болгон портландцементин бышыктыгы 15% дан 55% га чейин түздү. 75 мкм сериясындагы үлгүлөр 5% дан 15% га чейинки курамдагы портландцементтин бышыктыгы 19% дан 90% га чейин түзгөн бышыктыгы менен айырмаланды. Үлгүлөрдүн бышыктыгы 3.1 – таблицада көрсөтүлдү.

Цемент камырынын матричасында бетонду адекваттуу түрдө чоң жана майда кошумчалагыч композиттер катары жазууга мүмкүн эмес. Кошулманын жанындагы цемент камырынын микротүзүлүшү, цемент камырынын микротүзүлүшүнүн калган бардык көлөмүнөн айырмаланат, бул эритменин чоң бөлүгүн камтыйт [18]. Деформациясына жана бышыктыгына анын түзүлүшү сезилерлик таасир этет. Цемент жана кошумчалагыч аралашмасына сууну кошкондо гидратация процесси (химиялык реакция) башталат, б.а. цемент жана кошумчаланган суу арасында бөлүкчөлөрдүн биригүүлөрү - физика-химиялык байланыштары көрүнүшүндөгү студнеобраздык борпоң масса пайда болот. Компоненттерди суу менен аралаштыруу процессинде, убакыттын өтүшү менен бетондун катуулануусу жүрөт. Мына ошентип, бетондун бышыктыгына таасир этүүчү негизги факторлор болуп, бетонду алуу үчүн аралашманын курамы жана аралашмага кошулган суу саналат.

Таблица 3.1. Үлгүлөрдүн бышыктыгы

№	Пайыздык катышы	Дисперстүүлүгү 0,075 мм	Дисперстүүлүгү 0,25 мм	Дисперстүүлүгү 0,5 мм
1	5%	19 кг/см ²	15 кг/см ²	12 кг/см ²
2	10%	60 кг/см ²	35 кг/см ²	22 кг/см ²
3	15%	80 кг/см ²	55 кг/см ²	25 кг/см ²

Мына ошондуктан, бетонду алуу үчүн жана цементти катыруу үчүн суу цементтин массасынын 15-20 % ын түзүүсү керек. Кээде практикада, сууцементтик мамиле 40-60 % га жетет. Бул учурда суунун ашыкча саны дайыма бууланып турат жана жыйынтыгында бетондо көзөнөктөр жана капиллярлар пайда болот. Бетон агрегаттарынын бири – кремний диоксиди (SiO₂-кварц) эң көп таркалган жана бышык минерал болуп саналат. Кысууда кварцтын бышыктыгы 2000 МПа га жетет. Ошону менен бирге, кварц жогорку кычкылдык жана химиялык туруктуулук касиеттерине ээ. Кварцтын эрүү температурасы 1700 °С, ошондуктан ал отко чыдамдуу материалдарды алууда көп колдонулат.

Азыркы мезгилде көмүртек органикалык дүйнөнүн негизги элементи

катарында колдонулса, ал эми кремний органикалык эмес системанын керектүү химиялык элементи болуп саналат. Кремний жер бетинде кум көрүнүшүндө - кремнийдин диоксиди SiO_2 кезигет жана түрдүү технологиялардын жардамы менен кремний оксидинен башка, бардык кремнийдин бирикмелерин алууга болот.

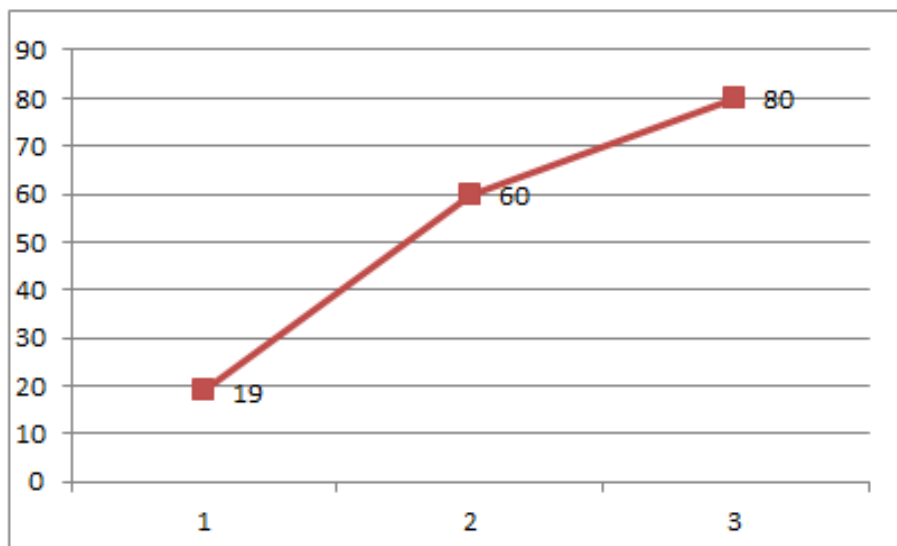
Диаметри 50 жана бийиктиги 30 миллиметр болгон цилиндр формасы көрүнүшүндөгү бетон аралашмаларынын эксперименталдык үлгүлөрү, туура келген формаларга жайгаштырылып, лабораториялык выброаянчада 3-5 мин. аралыгында кармалып тыгыздалды.

Даярдалган үлгү кеминде 6 сутка убакытка табигый кургатууга калтырылды. Кургатуу процессинде төмөндөгү үч критерий аткарылат: буулануу, процесстин уланышы жана чөгүүдөн жаракалардын пайдаболуусу.

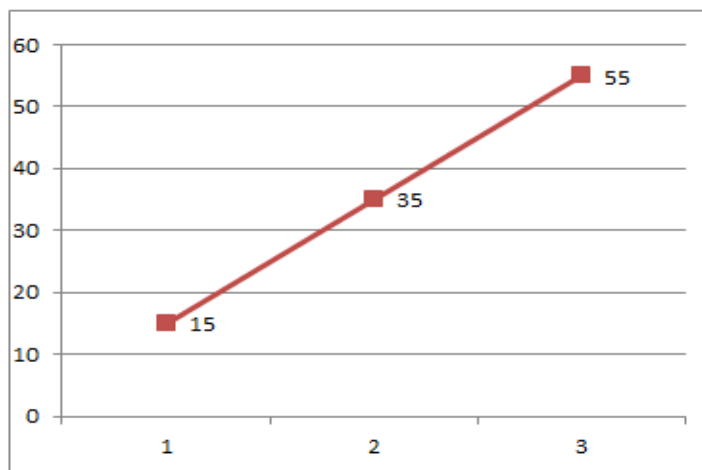
Адатта кургатуу бетон алдын белгиленген бышыктыкка ээ болгондон кийин башталат, себеби нымдын буулануу процессинде гидратация орун албагандыктан бетондун бышыктыгы төмөндөйт.

Бетон бышыктыгы R_b нын катуулануу убактысынан көз карандылыгы төмөндөгү факторлорго көз каранды: цементтин бышыктыгы R_c жана суу менен цементтин катышы (B/c). Ушуну менен катар бетондун бышыктыгына цементтин маркасы жана түрү, алардын беттеринин өзгөчөлүгү, изилденүүчү үлгүлөрдү даярдоо усулдары жана башкалар таасир этет.

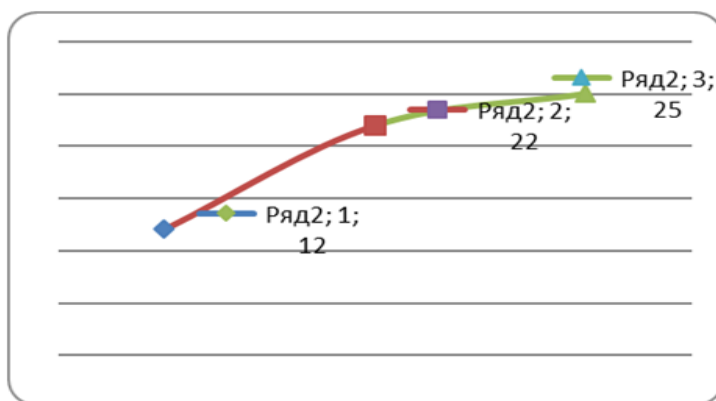
Бетондун бышыктыгы цемент-кошулмалар байлыныштарынан да көз каранды жана ушул аспекти боюнча көптөгөн изилдөөлөр жүргүзүлгөн.



3.3.-сүрөт. Бетондун проценттик катышынын 0,075мм дисперстүүлүктөгү бышыктыгынан көз карандылык графиги



3.4.-сүрөт. Бетондун проценттик катышынын 0,25мм дисперстүүлүктөгү бышыктыгынан көз карандылык графиги



3.5.-сүрөт. Бетондун проценттик катышынын 0,5мм дисперстүүлүктөгү бышыктыгынан көз карандылык графиги

3.4. Кремний оксидинин майда өлчөмдүү унун колдонуу менен композиттик материалдарды алуунун технологиясын иштеп чыгуу

Жумушта кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрдү кошумчалоо жолу менен бетондун сапатын жогорулатуу сунушталган. Мындай кошулмалар катары кичине өлчөмдүү кварциттик ундар тандалып алынган. Жумушта көрсөтүлгөндөй кичине өлчөмдөрдү кошумчалоо бетондун сапатын жогорулатууга гана мүмкүндүк бербестен, материалдын функционалдык мүнөздөмөлөрүн жогорулатат. Ошондуктан жогорку бышыктыктагы композициялык курулуш материалдарын алуу технологиясы негизги маселелерден болуп саналат жана жаратылыштагы тазартылган кварциттерден кичине өлчөмдүү системаларда курулуш материалдарын калыптандыруучу стандарттык технологиялык процесстерди адаптациялоо талап кылынат.

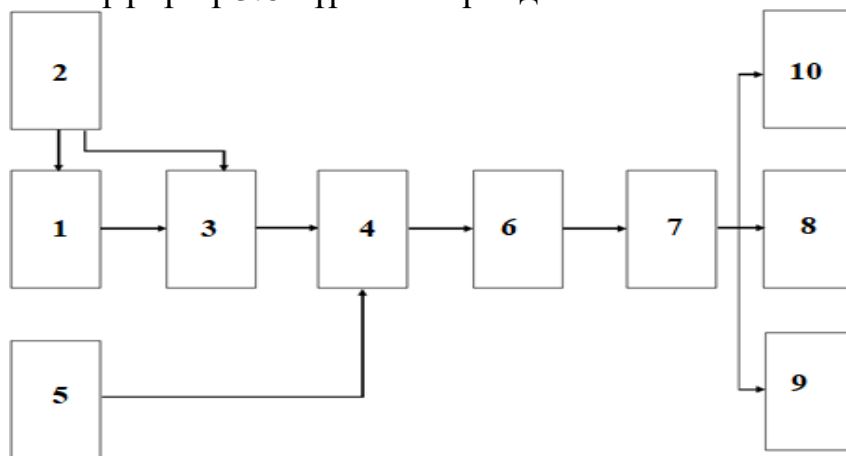
Портланд цементи жана кошулмалар негизинде жогорку бышыктыкты камсыздоочу композициялык материалдарды алсак болот. Мындан сырткары кошулманын концентрациясын (курамын) жана өлчөмүн өзгөртүү жолу менен композиттин касиеттерин өзгөртүү мүмкүнчүлүгү композициялык материалдарды алуунун артыкчылыгы болуп саналат.

Кошумчалануучу материалдардын физикалык мүнөздөмөлөрүнө

анализдерден, ата мекендик бириктирүүчү материалдар негизинде жогорку бышыктыктагы композициялык материалдарды алуу көйгөйлөрүн практикалык жактан чечүү мүмкүнчүлүгү түзүлдү. Негизги базалык технология катары, жогорку тазалыктагы, кичине өлчөмдүү кварцит унун алуу ыкмалары саналат. Жогорку тазалыктагы ун түрүндөгү кремнийоксидин (бул изилдөөнүн базалык материалы) табигый кварцитти көп каскаттуу гидродинамикалык фракциондоо жолу менен алдык. Сейрек кездешүүчү металлдардын карбонатын жана титандын диоксидин оксид- цирконий майдалоочу бөлүктөрү бар шар тегирменинде нымдуу жол менен аралаштырылат.

Жүргүзүлгөн изилдөөлөр бизге физика-механикалык касиеттерге ээ болгон КМдын үлгүлөрүн калыптандырууга мүмкүндүк берген технологиялык процесстерди иштеп чыгууга мүмкүндүк берди.

Жумушта КМды калыптандыруу үчүн химиялык фракциондоо жана химиялык тазалоо технологиялары колдонулду. КМды алуунун технологиялык схемасынын жалпы көрүнүшү 3.6-сүрөттө берилди.



3.6.-сүрөт. Аралашмалардан тазаланган портландцементинин жана кичине өлчөмдүү кварцит унунун негизинде композиттик материалдарды иштеп чыгаруу технологиясынын блог схемасы. Мында: 1. Табигый кварциттин казып алынышы; 2. Скрининг (Грохочение); 3. Кварцит концентраты (1 мм же андан кичине); 4. Шар тегирмени жардамында майдалоо (0-100 мкм); 5. Гидродинамикалык фракциондоо; 6. Кургатуу; 7. Химиялык тазалоо; 8. Кремнийдин оксидинин тазаланган кичине өлчөмдүү унун алуу; 9. Портландцементин жана кремний оксидин аралаштыруу; 10. КМ үлгүлөрүн алуу.

Композит курамына кичине өлчөмдүү композиттик унду (КӨКУ) кошууда, бетондун бышыктыгын кошумчаланбаган абалына салыштырмалуу 15-20 % га жогорулатат.

Алынган материалдардын параметрлерин оптимизациялоо үчүн экспериментти пландаштыруу усулу колдонулган. Төмөндөгү факторлор кабыл алынган: бетонго портландцементинин коротулушу (A_1), КӨКУнун саны (A_2), өзгөрүү предели: $A_1=400-600$ кг, $A_2=0,001-0,1\%$.

Эксперимент факторлору таасир көрсөтүүчү чыгуу параметрлери сапатында 5 жана 30 күндүк мезгилде кысуудагы бышыктык чеги (Y) тандалып

алынды. Эксперименттин планы аткарылгандан кийин, жыйынтыгы 3.2., 3.3 - таблицаларында берилди, Microsoft Excel редактору жардамында статистикалык иштеп чыгуулар жүргүзүлдү.

Таблица 3.2. Эксперименттин планынын негизги параметрлери

Эксперименттин параметрлери	Белгилениши	Төмөнкү деңгээл	Орто деңгээл	Жогорку деңгээл	Өзгөрүү кадамы
Портландцементинин коротулушу, гр	A ₁	400	500	600	100
КӨКУ нун массалык концентрациясы, %	A ₂	0,001	0,01	0,1	A ₂ *10

Таблица 3.3. Экспериментти пландаштыруу

№	Экспериментти пландаштыруу		Суткалык мезгилге карап кысууда КМ үлгүлөрдүн бышыктык чеги, МПа	
	Бириктиргичтердин сарпталышы, гр	Пайыздык катышы (дисперстүүлүк 250мкм)	5 сут	30 сут
1	400	5	28	44
7	400	10	24	40
3	400	15	27	39
орточосу	400		26.3	41
1	500	5	36	52
2	500	10	27	44
3	500	15	35	46
орточосу	500		32,7	47,3
1	600	5	29	41
2	600	10	35	54
3	600	15	30	38
орточосу	600		32	44,3

КӨКУ ну сарптоонун оптималдык чыгымы 0,001–0,01 % чегинде жатаары аныкталды. Бириктирүүчүлөрдүн сандык өзгөрүшү 400 дөн 600 гр чейин болгондо, кысуудагы бышыктыгы 5 күндүгүндө 24төн 36 % чейин, 30 күндүгүндө 15–20 % чейин жогорулайт.

ГЛАВА 4. КРЕМНИЙ КЫЧКЫЛЫНЫН (ОКСИДИНИН) БИРИКМЕЛЕРИНЕН СУУ ЭРИТМЕСИН, СИЛИКАТТЫК МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУУНУН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ

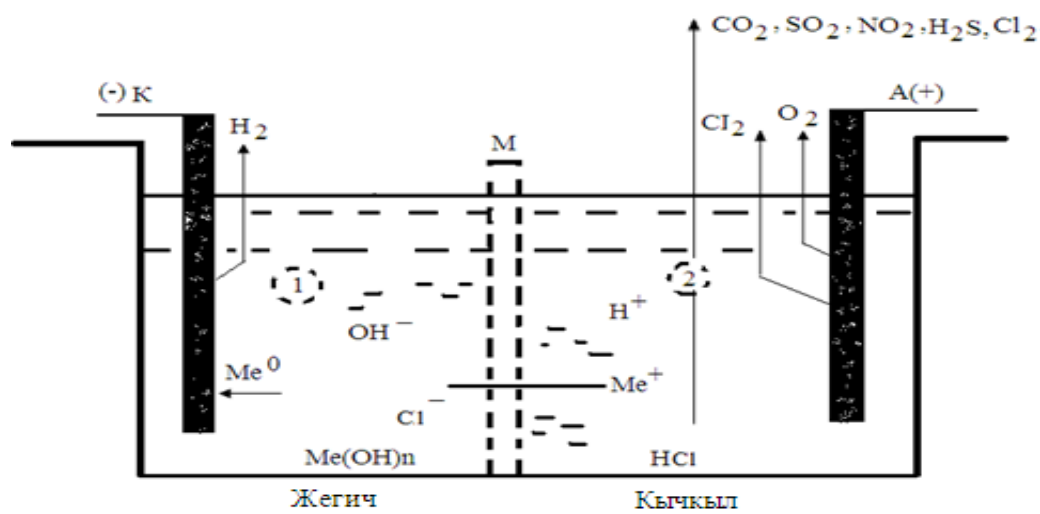
4.1. Активдешкен суунун физика-химиялык параметрлери

Электролиз процессинде сууну активдештирүү процесси жүрөт жана катоддо эркин газдардын көбүкчөлөрү пайда болот – суутек.

Сууну активдештирүү физикалык процессинин жүрүшү, потенциал колдонулган кезде электроддор арасындагы суунун көлөмүндө электромагниттик талаа пайда болот жана электроддор аркылуу электрондор өтө баштайт, ошентип суунун электрдик активдешүүсү керамик стаканы сапатында иштетиле турган жарым өткөргүчтүү мембрана аркылуу иондордун которулуусуна негизделген. Сууну активдештирүү процессинде мембрананын эки тарабына тең потенциал айырмасын жаратууда катодтук камерада – католит (жегич суу), ал эми аноддук камерада - анолит (кычкыл суу) пайда болот. Катоддук камерада сууну активдештирүү процессинде жогорку активдүүлүктөгү металлдар (Fe, Ca, Mg, Al, Cu, Mn, Ba, ж.б.) жана чөкмө болгон металлдын эрибөөчү иондору калыбына келет. Жеңил металлдардын гидроксиддери (K, Na) чөкмө болбойт жана эриген абалда(100%) толугу менен калат.

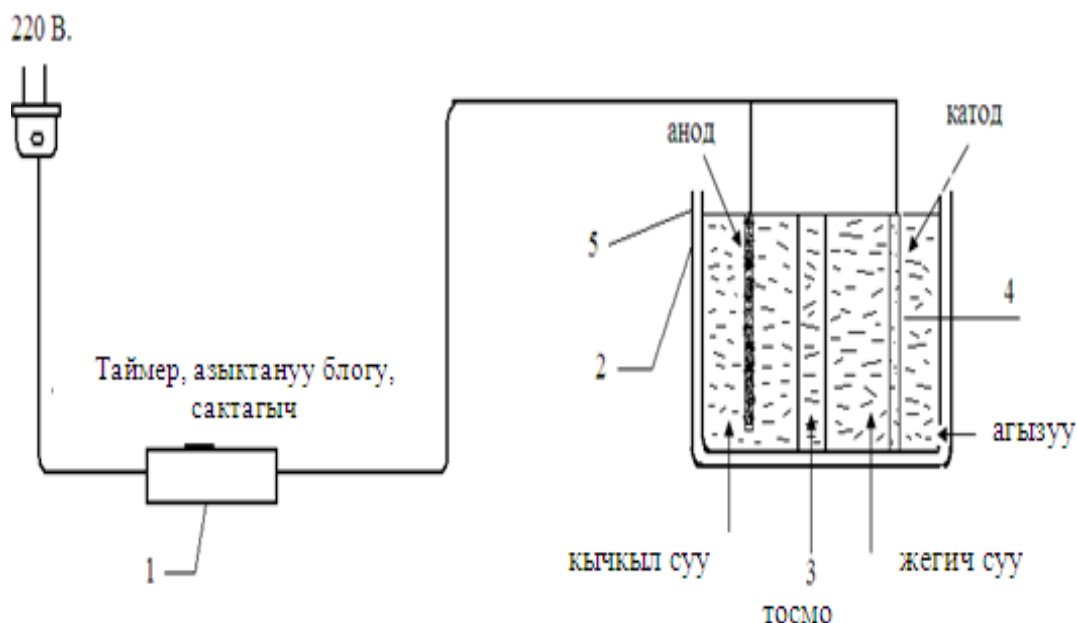
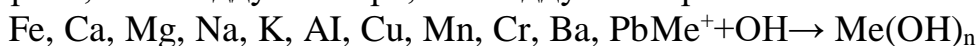
Андан сырткары, суунун курамында түрдүү аралашмалар: органикалык заттар жана сууну активдештирүү процессинде эркин газдарды CO_2 , SO_2 , NO_2 , H_2S , O_2 , Cl_2 , H_2 ж.б. бөлүп чыгарган, микроорганизмдер тарабынан пайда болгон заттар камтылат.

Эксперименталдык жана лабораториялык шарттарда сууну активациялоо үчүн атайын аппарат даярдалды - электролизер (4.1-сүрөт). Электролизер айнек банкасынан, арасы 40 см менен ажыратылган нерж болоттон жасалган эки электроддордон турат. Алар идиштин түбүнө 2 см тийбей турат. Электроддордун өлчөмү - $40 \times 160 \times 0,8$ мм. Керамикалык жарым өткөргүчтүү мембрананын (стакан) диаметри - 80-90 мм, бийиктиги $h=160-200$ мм.



4.1.-сүрөт. Сууну активдештирүүдөгү физика-химиялык процесстер

мында К-катод; А-анод; Me^{0+} - металл иондору; М- жарымөткөргүчтүү мембрана; 1- катоддук камера; 2- аноддук камера.



4.2.-сүрөт. Сууну физика-химиялык активдештирүүчү түзүлүш (электролизер). Мында 1-азыктандыруучу блок; 2-сууну электрдик активдештирүүчү көлөм; 3-жарым өткөргүчтүү мембрана; 4-К-катод, католит-жегич суу; 5-А-анод, анолит-кычкыл суу.

Электролиз үчүн 1дм^3 көлөмүндөгү кадимки суу колдонулду. Суунун ажыроо процесси керектүү мааниге жараша 3-8 минутага созулат. Андан ары ЭВ -74 иономери жана U-500 рН-метри жардамында суунун рН көрсөткүчүн өлчөдүк. Суунун рН көрсөткүчүн өлчөрдөн алдын эки иономерди тең стандарт буфердик эритме менен калибровкалайбыз. 2-разряддан (ГСО) стандарт-титр буфер эритмесин даярдадык.

Католит жана анолит чөйрөсүнүн рН көрсөткүчүнүн жыйынтыктары 4.1-таблицада көрсөтүлдү.

Таблица 4.1.

Заттын аталышы	Өлчөгүч түзүлүштөр	
	ЭВ-4	U-500
Католит (жегич суу)	рН = 10,8 бирдик	рН = 11 бирдик
Анолит (кычкыл суу)	рН = 5,2 бирдик	рН = 4,9 бирдик

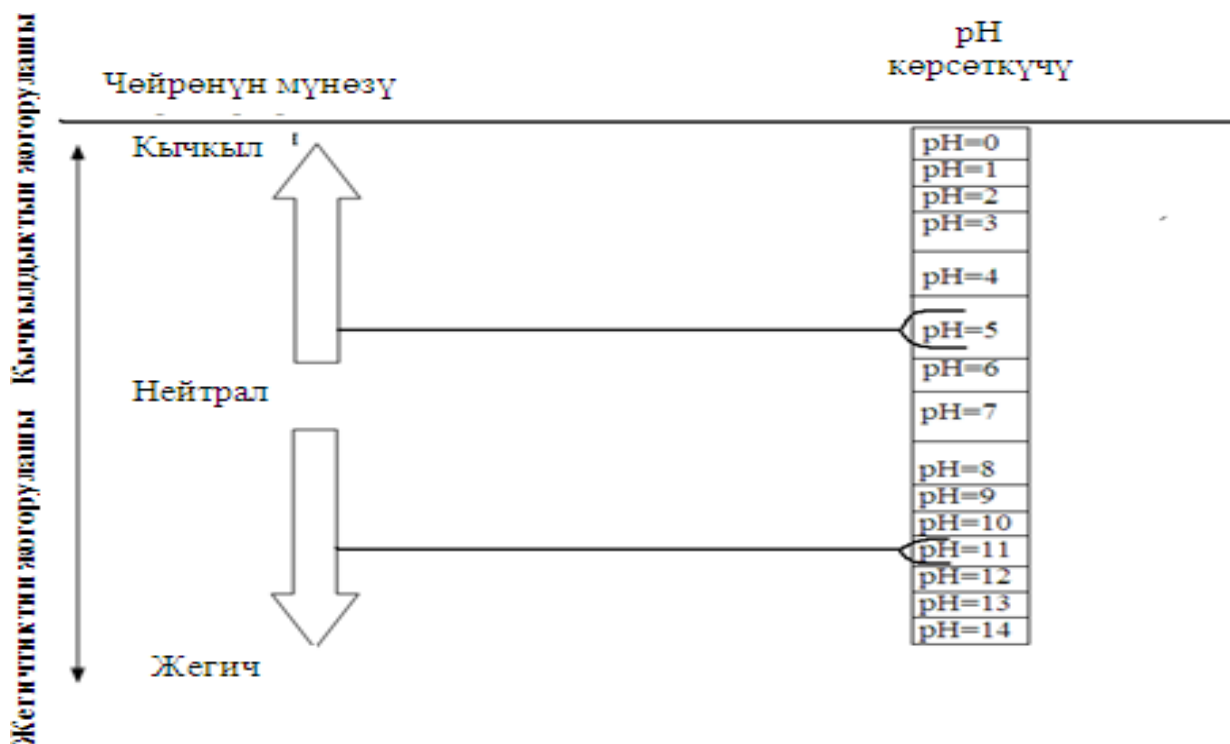
Жегич жана кычкыл суулардын рН көрсөткүчүн индикатордук кагаздар жардамында түсүнө карап да аныктасак болот (Таблица 4.2.).

Таблица 4.2.

№	Индикатордук кагаздын аталышы	9 - 5,2 бирдик.кычкыл	8 - 11 бирдик.жегич
1	Фенолфталеин	түссүз	кочкул-кызыл
2	Метилоранжевый	кызыл	сары
3	Лакмус	кызыл	көк
4	Универсалдуу индикатор	pH=0; pH=1,2; pH=4-5; pH=6; (кызгылт; кызыл; кызгылт сары; сары)	pH=8-9; pH=10;pH=11; pH=11; (жашыл; кара- жашыл; көгүлтүр; көк)

Активдешкен суунун кычкылдык деңгээлинин табиятын 4.3-сүрөт боюнча салыштырышыбыз мүмкүн.

Эгерде сууну активдештирүүнү 30-40 минута кармасак, анда жогорку активдүү металлдар калыбына келет, ал эми эрибөөчү иондор чөкмө болуп түшөт. Чөкмөлөрдү тешикчелүү-пластикалык өткөргүч аркылуу филтрледик, эритүү үчүн 0,1 Н натрий гидроксиди эритмесин колдондук, андан кийин pH=10 го чейин шорун кетиребиз. Кальций жана магнийди аныктоо үчүн эритмеге анализденген, тактап айтканда 100 мл ге 5 мл аммонийлүү буфердик аралашма кошулган жана кара хромоген эритмесин тамчылатып винно-кызыл түс жакшы байкалганга чейин, бирок өтө жалтырак болбогон абалына келтирилген эритмени коштук. Андан кийин винно-кызыл түс көккө өткүчөктү III комплексондун 0,05 Н эритмеси менен титрледик.



4.3.-сүрөт. Активдешкен суунун кычкылдык деңгээлинин мүнөзү.

Титрлөөнү үч жолу жүргүзүп орточо көрсөткүчүн алдык жана төмөндөгү формула боюнча эритменин жалпы катуулугун (литрге Ca^{2+} - Mg^{2+} мг-экв) эсептедик:

$$Ж = \frac{N \cdot U_1}{V} \cdot 1000;$$

мында N- комплексон III эритмесинин нормалдуулугу;

U_1 – титрлөөгө чыгымдалган комплексон стандарттык эритмесинин көлөмү(мл).

V-эксперимент үчүн алынган суунун көлөмү (мл).

Эгерде 100 мл изилденүүчү эритмени титрлөө үчүн орточо 17,60 мл 0,05022 Н III комплексон эритмеси колдонулса, анда

$$Ж = \frac{0,05022 \cdot 17,60}{100} \cdot 1000 = 8,84 \text{ мг} \quad - \text{ м} - \text{ экв/л}$$

Сууну активдештирүү процессинде бош газдар (SO_2 , NO_2 , H_2S) бөлүнүп чыгат. Бул газдар «Сигнал – 4», «Сигнал-4Э» жана «Сигнал-4М SO_2 » газ анализаторлорунун жардамы менен жарылуу коркунучундагы газдардын (ЖКГ-метан, этан, пропан, бутан) жана бууларынын (бензин буусу жана башка ЖКГ) жана аммиак, көмүртектин оксиди, кычкылтектин азоттук жана күкүрттүк байланыштары ж.б. сыяктуу уулуу буулардын агып кетүүсүн издөөгө жана локализациялоого арналган.

Газ анализаторлору жертөлөөлөрдө, кудуктарда, камераларда жана башка технологиялык мекемелердин В-1, В-1а класстарында газдашуусунун деңгээлин аныктайт.

а) Газ анализатору ысытуу убактысынан кийин өлчөө аныктыгын камсыздайт (30 с дан ашпайт);

б) Ар бир 10°C үчүн айлана – чөйрөнүн температурасын өлчөө менен газ анализаторунун кошумча жана абсолюттук каталыгы $\pm 2,5$ г/см³;

в) Үн сигналдарынын жооп берүү убактысы 10 с ашпайт [4].

Газ анализаторлорунун маалыматы боюнча газдардын курамы, мг/м³ менен 4.3 таблицасында көрсөтүлгөн.

Таблица 4.3

№	Газ анализаторлордун жана газдардын аталыштары	Газ курамы, мг/м ³
1	"Сигнал-4"(көмүртектин оксиди)	0,1
2	"Сигнал-4" (азоттун оксиддери)	0,15
3	"Сигнал-4Э" (күкүрт суутеги)	0
4	"Сигнал-4М SO_2 " (күкүрт диоксиди)	0,3

Газдарды изилдөө үчүн “ылдам усулун” колдондук. ГХ-2 – түзүлүшү көмүртектин оксидинин, күкүрт диоксидинин, аммиак жана күкүрт суутегинин концентрациясын тез аныктоого арналган. Аба үлгүсүн алуу үчүн мех насосу, ал эми газ концентрациясын аныктоо үчүн тийиштүү шкалалар (индикатордук түтүктөр) бар [5].

Таблица 4.4. Туура келген шкалалар боюнча газдардын концентрациясы, % менен.

№	Газдардын аталыштары	Газдардын концентрациясы, %
1	көмүртек оксиди	0,01
2	күкүрт диоксиди	0,3
3	аммиак	0,05
4	күкүрт суутеги	0,0

1. ЭВ-74 жана рН-метра U-500 универсалдуу иономерлерин колдонуу менен активдешкен суунун кычкылдык деңгээли изилденди (рН көрсөткүчү):

а) жегич суу (католит) - рН=10,8 – 11 бирдик.

б) кычкыл суу (анолит) - рН= 4,9 – 5,2 бирдик.

2. Активдешкен суунун кычкылдыгы жана жегичтиги визуалдык ыкмада түсү боюнча кагаз индикаторлорун (фенольфталеин, метилоранжевый, лакмус, универсалдуу индикаторлор менен) колдонуу менен аныкталды.

3. Суу 30 минутадан ашык убакыт активдештирилгенде, рН чөйрөнүн көрсөткүчү андан ары өзгөрүлбөйт, бирок жогорку активдүү металлдар чөкмө болуп түшөт. Титрометрикалык (комплексометрикалык) усулда, активдешкен суунун курамындагы чөкмөдө негизинен кальций (Ca) и магний (Mg) - 8,84 мг - экв/л бар экендиги аныкталды.

4. Газдардын курамы “Сигнал-4” , “Сигнал-4Э” жана “Сигнал-4М SO₂” газ анализаторлорунда изилденди жана төмөндөгүлөр аныкталды: көмүртек оксиди - 0,1мг/м³, азоттун оксиди – 0,15 мг/м³, күкүрттүү суутек – 0,0 мг/м³, күкүрттүн диоксиди – 0,3 мг/м³.

5. Газдарды изилдөө ГХ-2 түзүлүшүн колдонуу менен “ылдам усулунда” жүргүзүлдү. Газдардын курамын аныктоо % менен туура келген шкала боюнча жүргүзүлдү: көмүртек оксиди - 0,01 %, күкүрт диоксиди - 0,3 %, аммиак – 0,05%, күкүрт суутеги – 0,0%.

4.2. Кремний оксидинин гидрофобдук кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрүнүн негизинде стабилдешкен суу эритмелерин алуу

Теориялык-эксперименталдык изилдөөлөр көрсөткөндөй, өрттүн пайда болуусунда акустикалык ыкмада алынган суу чачуучу менен өрттү өчүрүү эффективдүү эместигин көрсөттү. Айтылгандарды эске алуу менен мисалы азот же суу буусу сыяктуу нейтралдык газы бар суунун аралашмасын колдонууну сунуштайт. Ошондуктан суу аэрозолдук чачкыч жаратуунун өзгөчө перспективалары азыркы убакытта ысытылган суюктукту колдонуу менен байланыштуу. Тажырыйбалар жана практикалык колдонуулар анын жогору өчүрүү касиетине ээ экендигин белгилейт. Азыркы мезгилде жүргүзүлгөн диспергирленген ысытылган суюктуктарда өчүрүүнү изилдөөлөр эреже боюнча кичине масштабдуу оттук сыноолорду өзүнө камтыйт. Изилдөөчүлөрдүн

өздөрүнүн ойлору боюнча, инструментальдык- техникалык жарыктандырууга туура келбөөсү теплофизикалык өлчөөлөрдүн жүргүзүлүшү төмөнкү тактыкка алып келет. Ошону менен бирге түтүндү жок кылуу жыйынтыктары экинчи даражадагы таасирлер катары бааланат. Акыркы бир нече жылдар аралыгында ага түрдүү химиялык кошулмаларды кошуу менен байланышкан, диспергирленген суюктукта өрт өчүрүүдө сапаттуу жаңы баскычтын пайда болуусун аныктоого мүмкүн. Бул багыттагы сыноолордун кенейтилген жыйынтыктарынан корутунду чыгаруу менен, өчүрүү жөндөмдүүлүктөрүн ашырууга багытталган мындай аракеттер кадимки чачуу агымынын жыйынтыгы менен жүргүзүлөт.

Мына ошентип, азыркы мезгилде өрттү өчүрүүнүн интегралдык түзүлүштөрдү жаратуу менен байланышкан теориялык таасирлери жок. Ошону менен катар ысытылган суюктуктарды ийгиликтүү колдонуу үчүн, газсуюктуктук агымдардын изотермикалык эмес структуралык пайда болууларын изилдөөнү үйрөнүү керек. Аларды калыптандыруу динамикасын эске алуу менен түтүндү жоюу жана өрт өчүрүүнүн физика-химиялык ыкмалары жана бул процесстерди ишке ашыруу үчүн түзүлүштөр иштелип чыгарыла элек.

Диссертациялык жумуштун максаты болуп дисперстик агымдын калыптануу шарттарын үйрөнүү жана алардын мүнөздөмөлөрүн оптимизациялоо негизинде түтүндү жоюу жана өрттү өчүрүүчү түзүлүштөрдү интеграциялоо технологияларын иштеп чыгуу саналат.

Коюлган максатты ишке ашыруу үчүн төмөндөгү маселелер формулировкаланды:

- ысытылган суюктукту берүү натыйжасында пайда болгон аэрозолдук чачкычты алуу жана колдонуу шарттарын үйрөнүү;
- газдуу суюктук агымынын дисперсиясынын термофизикалык процесстерин мүнөздөөчү моделдерин жаратуу;
- ИК-термографиясы усулуна негизденип, структуралык пайда болууларынын стендик эксперименттерин жүргүзүү, андан сырткары агымдын чыгымдык жана дисперстик мүнөздөмөлөрүн калыптандыруу;
- чачкычтын рационалдык конструкциясын жана кичине дисперстик чачкычты, колдонуусу менен алуунун технологиясын жаратуу, андан сырткары бир катар стендик жана өрт өчүргүч сыноолорунда алардын функционалдык мүмкүнчүлүктөрүн изилдөө.

Төмөндөгү жыйынтыктар коргоого алып чыгылат:

- ысытылган суюктукту берүү натыйжасында пайда болгон аэрозол чачкычты алуунун жана колдонуунун шарттарын теориялык жана эксперименталдык үйрөнүү;
- газдуу суюктуктун агымын диспергирлөөнүн теплофизикалык процесстерин моделдештирүү;
- структуралык пайда болууларынын стендик эксперименттери, андан сырткары ИК-термография усулун колдонуунун негизинде агымдын чыгымдык жана дисперстик мүнөздөмөлөрүнүн калыптануулары;
- диспергирлөөчү түзүлүштү жана кичине дисперстик чачкычты, анын

колдонуусу менен алуунун технологиясын проектирлөө, ошондой эле стендик жана полигондук өрттүк сыноолорунун серияларында алардын функционалдуулугун изилдөө.

Жумуштун илимий жаңылыгы төмөндөгүлөрдөн турат:

- математикалык жана эксперименталдык-статистикалык моделдер ошондой эле аэрозол тибиндеги суу чачкычын трансформирлөөнү сыноо усулу сунушталды;
- ИК-термография усулу негизинде аналитикалык жана эксперименталдык жол менен, дисперсияланган ысытылган суюктуктун түтүндү жабуу жана өчүрүү жөндөмдүүлүгү аныкталды;
- изотермикалык болбогон газдуу суюктук агымынын параметрлерин физика жана химиялык усулдар менен башкаруу үчүн теориялык-эксперименталдык негиздери жаратылды;
- патенттик-техникалык экспертиза оң чечим чыгарып ойлоп табуу деп тапкан, табигый шарттарда өрттү өчүрүүчү усулдар жана аларды ишке ашыруучу түзүлүштөр иштелип чыккан жана сыноодон өткөн;
- мындан ары үйрөнүү үчүн өрттү өчүрүүчү интеграцияланган түзүлүштө суюктукту дисперсиялоочу аймакта перспективдүү багыты аныктоочу бир катар маселелер аныкталды.

Диссертациянын практикалык баалуулугу, иштелип чыккан математикалык моделдер этап боюнча же бир мезгилдеги түтүндү басуу жана өрттү өчүрүүнү камсыздоо үчүн тамчы агымынын структуралык пайда болууларынын оптималдык шарттарын аныктоого мүмкүндүк берет.

Мобилдүү жана стационардык курулмаларда колдонула турган суюктукту дисперсиялоо үчүн иштелип чыккан технологиялык негиздер практикалык баалуулукка ээ. Түрдүү максаттардагы мекемелерде же технологиялык түзүлүштөрдө, ошондой эле өрт өчүрүүчү бөлүмдөрдө оперативдүү өрттү өчүрүү үчүн жана авариялык куткаруу жумуштарында аларды колдонуу перспективдүү. Иштелип чыккан математикалык моделдерди жана сыноо усулдарды колдонуу, удаалаш же бир мезгилде көрүүнү жакшыртууну, коркунучтуу газдардын концентрациясын коопсуз маанилерине чейин азайтууну, аларды муздатууну, ошондой эле жылуулук агымын күчсүздөндүрүүнү жана өрттү жок кылууну баалоого мүмкүндүк берет.

Күчөбөгөн өрт үчүн мүнөздүү бир нече маселелерди бир убакыттын өзүндө чечүү үчүн, иштетүүгө мүмкүн болгон түзүлүштөрдү жаратуу жана ишке ашыруу, аны жок кылуу боюнча аракеттердин жемиштүүлүгүн ашырат.

4.3. КР ӨКМ өрт өчүрүү бөлүмүнүн лабораториялык шарттарында кремний оксидинин суудагы эритмесин сыноо жана колдонууга киргизүү

Өрттөр адам организми үчүн түздөн түз коркунуч алып келет. Андан сырткары түтүн, жалын жана жарылуудан түз зыянынан башка, элдер өрттөн кыйыр түрдө жапа чегип келишет. Ошентип, үйдүн ички тарабында иштетилүүчү синтетикалык материалдардын күйүүсүндө, уулуу жана канцерогендик заттар бөлүнүп чыгат. Токой эске алынбаганда, турак үй

имараттарындагы өрт, башка түрдөгү өрттөрдүн 60-80 % зын түзөт. Зыяндуу заттардан улануудан зыян тарткандар арасында распиратордук, ашказан, вирустук, онкологиялык, иммунодефициттик оорулардын өсүүсү байкалууда.

Бул көйгөй өзгөчө шаарларда адамдардын көп жашаган жерлеринде актуалдуу, себеби мындай жерлерде булгоочу заттардын концентрациясы нормадан тез эле ашып кетет. Атмосферанын, суунун жана топурактын булганышы көбүнчө кең масштабдагы токой жана технологиялык өрттөр таасиринде жүрөт. Жыл сайын миллионго жакын токой жана ландшафт өрттөрү болуп турат, алар Жер бетинин 5 % на жакынын түзөт. Өрт атмосферага көмүр кычкыл газынын күчтүү бөлүнүп чыгуусуна алып келет, климаттын жагымсыз өзгөрүүсүндө “парниктик эффекттин” пайда болуусуна алып келет. Өрттүн алдын алуу үчүн, азыркы мезгилде мамлекеттик деңгээлде жана дүйнөлүк деңгээлде статистикалык эсепке алуу жүргүзүлүүдө, анын максаты өрттүн себептерин аныктоо жана келечекте ушуга окшош абалдардын алдын алуу болуп саналат. Өрт коркунучу жалпы кабыл алынган, бирдик убакыттагы өрттөрдүн саны, өлгөндөрдүн саны жана материалдык жоготуу сыяктуу параметрлер менен мүнөздөлөт. Транспорттук катастрофа натыйжасындагы, элдерге зыян алып келбеген, материалдык чыгым алып келбеген өрттөр официалдык статистикада эске алынбайт.

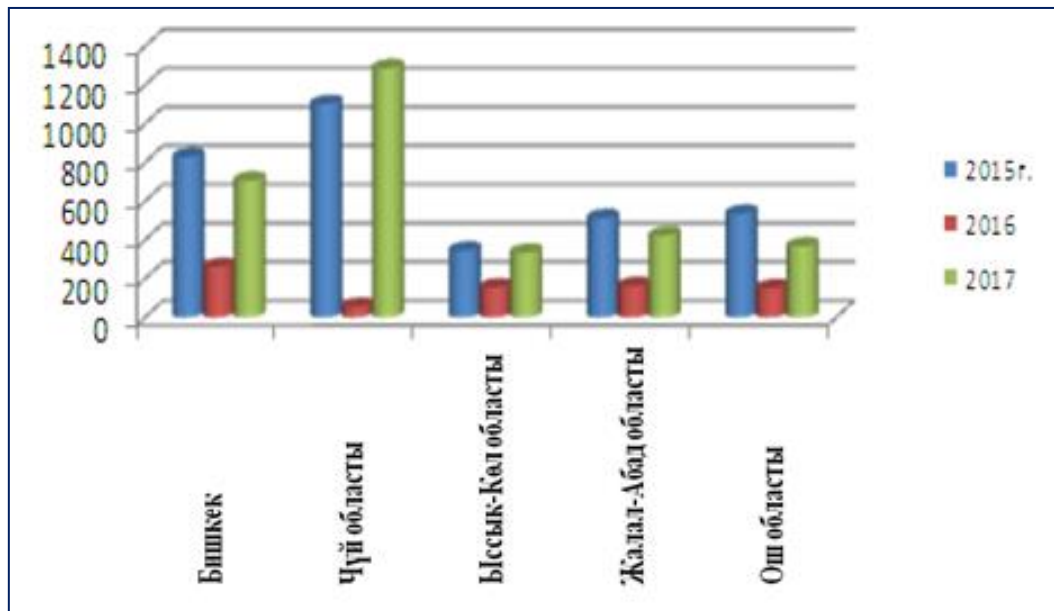
Кыргызстанда жыл сайын 300 миңге жакын өрттөр катталат. 2017-жылы республикада 3739 өрт кырсыгы болгон.

Дүнүйө боюнча өрт өчүрүүчүлөрдүн табигый тилеги бул өрттүн өөрчүшүнө чейинки баштапкы баскычында өчүрүү аракетин болуп саналат. Өрттү өчүрүү каражаттарын жаратуу жана аларды колдонуу усулдарын жаратуу, алардан пайдалануунун тактикалык усулдарын иштеп чыгуу боюнча жумуштар биздин мамлекетибизде да, башка мамлекеттерде да алып барылууда. Өрттү өчүрүү каражаттарынын эффективдүүлүгү негизги маселе боюнча калууда. Өрткө келип, анын өөрчүшүнүн баштапкы этабында бир нече өрт өчүрүүчү бөлүмдөр биргеликте адамдардын коопсуздугун камсыздоо, чалгындоо иштерин жүргүзүү, күйүүнүн локализациясы жана ликвидациясы көйгөйлөрүнө туш болушат.

Статистикалык маалыматтарга анализдер көрсөткөндөй, 2017-жылы Кыргызстанда 10 айда 3739 өрт болгон. Өрттөн 50 адам өлгөн, ал өрттөн келтирилген материалдык чыгым 447 млн. сомду түздү. Республика боюнча өрттөрдүн негизги үлүшү төмөндөгү диаграммада көрсөтүлгөн. Анын ичинде өрттөрдүн 46,6 % турак-жай секторунда орун алган жана мына ушундай объекттердеги өрттү өчүрүү бир топ кыйынчылыктар менен байланышып, аны менен катар өрттөр материалдык чыгымдарга алып келип, адамдардын өлүмдөрү менен коштолууда.

Техникалык каражат куралдары болсо, өчүрүү маселесин ийгиликтүү чечүүгө мүмкүндүк берет. Ошону менен бирге, принципалдык түрдө жаңы каражаттарды жаратуу жана колдонууга киргизүү үчүн керектүү шарттар түзүлүп, алар мисалы, күйүүнү жок кылуу эле эмес, күйүүчү продуктылардын конкунучтуу концентрациясын төмөндөтөт жана көрүү шарттарын жакшыртууга мүмкүндүк берет. Ошентип, түтүндү жана өрттү өчүрүү

түзүлүштөрүн бир системага интегралдоого мүмкүндүк берип, маанилүү артыкчылык алат. Алар максаттуу өчүрүү менен, энергия жана ресурстарды коромжусуз пайдаланууну ишке ашырууга тийиш. Бирок, перспективдүү колдонулушуна карабай, ушундай интегралдаштырылган түзүлүштөр дагы деле иштелип чыгарылуу баскычтарында.



4.4-сүрөт. Кыргызстан республикасы боюнча өрттөрдүн үлүштөрү

Аларды кеңири колдонуу үчүн түтүндү бир убакыттын өзүндө же этабы менен өчүрүү сыяктуу мүмкүнчүлүктөрүн бир усулга жана түзүлүшкө бириктирүү керек. Андан сырткары, интегралдаштырылып каралып жаткан түзүлүштөрдүү проектирлөөдө түтүндү басуу жана өрттү өчүрүү ыкмаларынын өзгөчөлүктөрүн эске алуу менен алардын иштөө параметрлерин башкарууну оптимизациялоону камтуу керек.

Мекеме жана имараттарды түтүндөн коргоо үчүн, эвакуациянын коопсуздук шарттарынын артыкчылыктарын камсыздоого багытталган. Өрт пайда болгон учурда мындай түзүлүштөрдүн камсыздалышы адамдарга өрт пайда болгон мекеме, имараттардан чыгуу үчүн белгилүү мүмкүнчүлүк берет. Бирок, бөлмөлөрдөгү жана этаждардагы түтүндөрдүн болуу ыктымалдуулуктары дагы деле алынып салына элек.

Түтүндү азайтуунун бир жолу токтоп калган абалдан күйүү продуктыларын чыгаруунун системасын проектирлөө болушу мүмкүн. Ошентип, газ чөйрөсүн аэрозолдордон тазалоонун физика-химиялык усулдарын жана күйүүнү токтотуу механизмдерин үйрөнүү негизинде суу түрүндөгү аэрозол көрүнүшүндө кичине дисперстик бүркүгүчтү колдонуу менен өрт-түтүндү өчүрүүгө керектүү параметрлерди алуу мүмкүн деген жыйынтык чыгарылган. Мына ошондуктан бул процессти этабы менен жана бир мезгилде жүргүзүүдөн бүркүүнүн төмөндөгү параметрлери аныкталды: басымда берүү, тамчы дисперсиясы, агымдын тыгыздыгы, анын жалынынын геометриясы.

Акыркы он жылдыкта өрт коопсуздугу тармагында бир мезгилде эки

багыт өсүп чыгууда: акустикалык үн берүү менен же сууну ашыкча ысытуу жана суу эритмелеринин кайноо температураларынан бир нече ондогон даража жогорку температураларда болушу натыйжасында ультрадисперстик (туман түрүндөгү) сугаруу жалындарын жаратуу.

Теориялык-экперименталдык изилдөөлөрдөн, өрт пайда болушу менен акустикалык усулда алынган суу бүркүү менен өчүрүү аз эффективдүүлүктү берет. Ушуну эске алуу менен нейтрал газ менен суу аралашмасын, мисалы, азот же суу буусун иштетүүнү сунуштайт. Ушул себептен, суу аэрозолю бүркүгүчүн жаратуунун өзгөчө перспективалары азыркы мезгилде өтө ыссыган суюктукту иштетүү менен байланыштуу. Эксперименттерден жана практикалык колдонуулардан анын жогору өчүрүү жөндөмдүүлүгү аныкталган. Азыркы мезгилде дисперсияланган өтө ыссыган суюктук менен өчүрүү өзүнө эреже боюнча кичине масштабдуу өрт сыноолорун өзүнө камтыйт. Изилдөөчүлөрдүн өздөрүнүн ойлору боюнча, туура келген инструменталдык-техникалык жарыктандыруулардын жетишпестиги теплофизикалык өлчөөлөрдүн төмөнкү тактыгына алып келет. Ошондуктан түтүндү жок кылуу натыйжалары экинчи даражадагы таасирлер катары бааланат.

Өрттөрдү мезгилинде өчүрбөө чоң материалдык чыгым эле болбостон, адамдардын өлүмүнө алып келиши да мүмкүн. Пайда болгон тобокелчиликти төмөндөтүү жолунун бири болуп, мекемеде өрттү өчүрүүнүн автоматтык системасын камсыздоо болуп саналат. Өрттү өчүрүү - өрткө күчтү жана каражаттарды таасир этүү процесси жана андан сырткары аны жок кылуу үчүн түрдүү усулдарды жана ыкмаларды колдонуу.

4.5-таблицасында өрт пайда болгондо күйүүчү чөйрөнүн мүнөздөмөлөрүнө карап эффективдүү өрт өчүрүүчү каражаттарды тандоо боюнча сунуштар келтирилген

Таблица.4.5.

<i>Күйүүчү чөйрөнүн же объекттин мүнөздөмөлөрү</i>	<i>Өрт өчүрүүчү каражаттар</i>
Кадимки катуу күйүүчү заттар жана материалдар (жыгач, көмүр)	Каражаттардын бардык түрү, негизгиси - суу.
Күйүүчү суюктуктар (лактар, боектор, бензин, спирттер)	Бүрккүч суу; пеналар; газдык курамдар.
Күйүүчү газдар (суутек, ацетилен)	Газдык курам жана суу
Электрдик курулмалар жана түзүлүштөр.	Газдык курамдар, ундар

Кыргызстанда акыркы жылдары өрттү өчүрүү үчүн кадимки суу колдонулат, республика 2010 жылдан бери пена сатып албай койду [3]. Өрттү өчүрүүдө сууну колдонуу убакытты көп талап кылат жана эффективдүү болуп саналбайт.

Мына ушуга байланыштуу, эффективдүү каражаттарда өрттү өчүрүү көйгөйлөрүн чечүү үчүн, өрттү өчүрүүдө колдонулуучу суспензияларды жаратуу максаты менен, бизде илимий изилдөөлөр жүргүзүлдү.

Ошондуктан, биз өрткө каршы каражаттарга арналган, жегич металлдар негизинде алынган, өрттө күйүү процессин жайлатуу жөндөмдүүлүгүнө ээ болгон ундарды алууга арналган областа патенттик изилдөөлөр жүргүздүк. Сунушталган каражат жегич металлдардын минералдык туздарынын негизинде өзүн өрт өчүрүүчү ун катары алып жүрөт. Бул ойлоп табуунун максаты ундардын өрт өчүрүү жөндөмдүүлүгүн жогорулатуу болуп саналат. РФ №2523468 ойлоп табуусу А, В, С класстарындагы жана 1000 В ко чейинки чыңалуудагы электрдик түзүлүштөрдүн айыл чарбасынын жана үй тиричилигинин түрдүү тармактарында өрт өчүрүүгө арналган ундук курамдарды алуу ыкмаларына тиешелүү. Алуу ыкмасы ундук компоненттерди майдалоо стадиясында энергиянын чыгымын төмөндөтүүгө жана алып жүрүүчүнүн белгилүү бир фракциясынын курамын жана өрт өчүрүүчү фракциясына ээ болгон продуктасын алуу мүмкүнчүлүгүн берет.

Өрт өчүрүүчү заттарды жана аэрозолдорду колдонуу менен өрттөрдү өчүрүү үчүн жалпысынан 120 дан ашуун патенттер бар. Патенттердин санынын көптүгүнө карабастан эффективдүү жана өрт өчүрүү үчүн арзан суспензияларды жаратуу Кыргыз Республикасы үчүн актуалдуу болуп саналат.

Ошондуктан биздин максат өрт өчүрүү үчүн ата мекендик минералдык-чийки заттык ресурстарды колдонуу менен эффективдүү суспензияларды жаратуу болуп саналат.

[17] жумушта көрсөтүлгөндөй, Таш-Көмүр глинозему сууда ээрүүчү жегич металлдардын (Na, K) силикаттарына тийешелүү экендиги көрсөтүлгөн. Ушул силикаттар силикат иондорун жана бикарбонат иондорун өз ичине камтыйт глинозем концентрациясы 0,01-4.0 % ды түзөт жана рН=4,2-5,8 болгон начар кычкыл чөйрөнү пайда кылат. Эгерде жегич эритмелерге 30-35% хлорлуу натрийди, 2% бентонитти, 40-45% натрий карбонатын кошсок, анда суу эритмесинин ылайка композиттик аралашмасы пайда болот.

Таш көмүр кенинин глиноземунан сууда ээрүүчү кичине дисперстик фракцияларды алуу үчүн электи пайдалануу усулун колдондук. Жыйынтыгы көрсөткөндөй, сууда ээрүүчү глиноземдун заттык дисперстик даражасы 1 мкм ден 100мкм ге чейин термелет, башкача айтканда, бөлүкчөлөрдүн бетинин көлөмүнө болгон катышы чоң. Ошону менен катар, Таш-Көмүр глиноземунун ээрүүчү туздарынын химиялык курамын изилдедик [17]. Алынган жыйынтыктар 4.6.таблицасында берилди.

Таблица 4.6.

Туздар	%	μ-экв \ 100	Усул
			ГОСТ
Ca(HCO ₃) ₂	0,62	7,6	ГОСТ 9169-75Н.П.14
K ₂ CO ₃	0,69	9,7	ГОСТ 2126.10-93
Na NO ₃	0,085	1,0	

Таш-Көмүр кенинин ультрадисперстик сууда эрүүчү глиноземунаан алынган эритме 30-35 гр натрий хлорунан 40-50 гр натрий карбонатынан, 4 гр бентонит курамынан туруп, тажырыйба көрсөткөндөй пульверизатордон жакшы өтөт.

Экспериментте аныкталгандай, алынган эритме өрттү өчүрүү үчүн колдонууда эффективдүү болуп, өрттүн температуралык режимин төмөндөтөт жана зыяндуу заттарды бөлүп чыгарбайт, адам үчүн коопсуз жана эритме жогорку өрт өчүрүү жөндөмдүүлүгүнө ээ.

4.4. Силикаттык энергетикалык материалдарды өндүрүүгө арналган жогорку модулдук силикатты алуу технологиясын иштеп чыгуу

Табигый силикаттардын тетраэдрдик түзүлүшүндө кремний атому төрт кычкылтек атому менен курчалган; жегич же жегич топурактуу металл иону кычкылтек атомдору менен салыштырганда өтө кичине болуп, тетраэдр арасындагы мейкиндикте жайгашкан. Тетраэдрлер кээде узун чынжырдан (асбест сыяктуу) турса, кээде катмарлуу түзүмдөрдөн (слюда) турат, башка учурларда шакектүү түзүмдөр (мисалы, берилл) калыптанат. Табигый силикаттарга талаа шпаттары, слюдалар, ылайлар, асбесттер жана башкалар тиешелүү. Силикаттар тоо тектеринин курамына кирет: граниттин, гнейстин, базальттын, түрдүү сланцтардын жана башкалардын. Көптөгөн баалуу таштар (изумруд, топаз, акварин ж.б.) – булар ачык-силикаттык кристаллдар. Силикаттар негизинен (натрий жана калий силикаттарынан тышкары) сууда эрибөөчүлөр болушат. Натрий жана калий силикаттары сыртынан айнекти элестетишет, ошондуктан аларды эритилген айнек деп аташат.

Суюк айнек – бул натрий же калий силикаттарынын суудагы эритмелери. Натрий силикаты кварц кумун жегич (NaOH) же сода (Na_2CO_3) менен аралаштыруу же кварц менен NaOH тын аралашмаларын басым астында кайнатуу аркылуу алынат. Коммерциялык продукт курамына SiO_2 туруксуз кошулма Na_2SiO_3 камтыйт. Айнек эритмеси кошулма катары самындарда кеңири колдонулат. Кээ бир кир кетирүүчү каражаттар дагы натрий силикатын камтыйт. Суюк айнекти жыгач түзүлүштөрүн нымдуулукка жана өрткө туруктуулугун камсыздоо үчүн, кислотага жана отко чыдамдуу цементти жана бетонду алуу технологиясында, бетон үчүн керосиндүү шыбакта, ткандарга сиңдирүү үчүн, жыгач үчүн отко чыдамдуу боекторду даярдоо үчүн, күчсүз топурактарды химиялык байытуу үчүн колдонсок болот.

Азыркы мезгилде энергия көйгөйлөрү толугу менен айкын болууда. Бир тараптан, алар илимий изилдөөлөрдүн приоритеттүү багыттардын статусун алса, экинчи тараптан дүйнөнүн көптөгөн мамлекеттеринде мамлекеттик деңгээлде талкуунун предметине айланды. Экинчи миң жылдыктын акыры жана үчүнчү миң жылдыктын башынан тартып адам баласынын ишмердүүлүгүнүн негизги тармактарынын бири – традициялык энергетика тарабынан кризистик белгилөөлөр көзөмөлдөндү. Атомдук жана термоядролук энергетика традициялык энергетиканын жүгүн өзүнө алууга жөндөмсүз.

Азыркы убакытта атмосфералык абада органикалык отунду жагуу усулу аркылуу энергия алуу эң көп таркалган, анын белгилүү бөлүгү, болжолдуу 80 %

колдонулган энергияга жумшалат. Бул усул өтө жөнөкөй, бирок ал бир катар кемчиликтерге ээ:

- органикалык отундун булагы болгон көмүр кендери, нефти, газ, токой азайууда жана тез калыбына келбейт;
- күйүү учурунда бөлүнүп чыккан жылуулуктун пайдалуу аракет коэффициенттери (ПАК) 40-42 % дан ашпайт;
- өнөр жайлык масштабда ыкманы ишке ашырууда парниктик газдардын жана катуу заттардын калдыктарынан айлана-чөйрөдө күчтүү жылуулуктук жана химиялык булгануулар жүрөт.

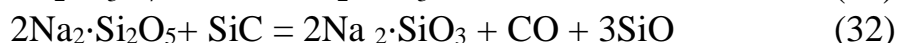
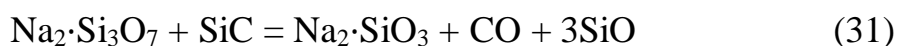
Ушуга байланыштуу, биринчи учурда, Жердин бетин бузуп жана түгөнүп бараткан көмүр-суутектик кендерден айырмаланган жаңы чийки заттык база аныкталган болушу керек. Бүгүнкү күндө ушул чийки заттын булактары силикаттык энергетиканы өз ичине алышы мүмкүн, башкача айтканда мындай сапатта табигый кремний оксиддерин чынжыр механизми боюнча бөлүү аркылуу колдонуу мүмкүн. Алардын негизинде жер бетиндеги жана абадагы транспорттор, өндүрүш жана жылуулук өндүрүү ж.б. үчүн жаңы энергия булагын алыш мүмкүн. Жогорку модулдук силикаттарды колдонуу менен алтернативдик энергиянын түрлөрүнүн (күйүүчү) материалдарын алуу технологияларын иштеп чыгуу жана изилдөө республикабызда эле эмес дүйнөдө дээрлик жокко эсе.

Мындан сырткары, биз жүргүзгөн термодинамикалык эсептер боюнча, силикаттын калориялык жөндөмдүүлүгү белгилүү энергия алып жүрүүчүлөрдүн көрсөткүчтөрүнө караганда бир нече эсе жогорулайт, атап айтканда бир килограмм силикат жагуу, бир тонна мазут күйгүзүлгөнгө эквиваленттүү.

1970-1977 жылдар аралыгында айнек өндүрүшүнүн бир катар бөлүктөрүндө жаратылышы түшүнүксүз бир нече жарылуулар болгон. Техника илимдеринин доктору А.И. Куликов жүргүзгөн аномалдык процесстерди изилдөөлөр көрсөткөндөй, алардын пайда болууларынын ыктымалдуулук себептери, кыязы, жегич металлдардын силикаттарынын ($\text{Na}_2\text{OSi}_3\text{O}_7$, $\text{K}_2\text{OSi}_3\text{O}_7$) бөлүнүүсүнөн (ыдыроосунан) кремний нитриди жана кремний карбиди таасири астында чоң жылуулук энергиясы чыгарылып, чынжырлуу реакциялардын жүрүүсү экендигин көрсөттү.

Энергетиканын бир катар маселелерин бир мезгилде чечүү үчүн А.И. Куликов адаттан сырткаркы - силикаттык энергия алып жүрүүчү энергетикалык түзүлүштөрдү жаратуу мүмкүнчүлүгүн караган. Мындай түзүлүштөр катары жогорку модулдуу силикаттардан жана кремний-кычкылтексиз бирикмелерден пайдалануу сунушталган.

SiR (R – көмүртек же азот) көрүнүшүндөгү кремний-кычкылтексиз бирикмелерде таасир этүүдө $\text{M}_2\text{O} \cdot \xi \text{SiO}_2$ ($\text{M} = \text{Na}, \text{K}, \xi = 3$) көрүнүшүндөгү жогорку модулдук силикаттардын бөлүнүүсү төмөндөгү реакциялар аркылуу жүрөт:



Классикалык термодинамикага ылайык (1) жана (2) тибиндеги бөлүү

реакциялары болбоосу керек, анткени Гиббс энергиясы (ΔGT) оң. Бирок, бул жыйынтык белгилүү эксперименталдык маалыматтарга каршы келет.

Белгилүү болгондой, жылуулук бөлүп чыгаруу закону төмөндөгү формула боюнча аныкталат:

$$Q = K \cdot 10^{3n} \quad (33)$$

мында, K – күйүүчү заттын тазалык коэффициенти жана түрү, $n = 0, 1, 2, 3, 4$ – чынжырлуу реакциянын катары. Гидратация үчүн $n = 0$; химиялык чынжырлуу реакция үчүн $n = 1$; ядролук чынжырлуу реакция үчүн $n = 3$; термоядролук чынжырлуу реакция үчүн $n = 4$. $n = 2$ болгон чынжырлуу реакциянын түрү белгисиз.

Белгилүү болгондой, энергия жетишпестиги дээрлик ар кандай көйгөйлөрдү чечүүнүн керектүү жана зарыл шарттарынын бири. Энергияны берүүнү токтотуу адам баласынын ишмердүүлүгүнүн бардык түрлөрүн токтотот. Ошондуктан энергияга талаптардын өсүүсү үзгүлтүксүз уланууда. Коомдогу ар кандай өсүү, баарынан алдын энергетикалык чыгымдарды талап кылат. Адам баласы эртеби же кечпи энергетикалык кризиске такалат, себеби традициялык күйүүчү заттардын негизги түрлөрү жок болот. Энергетикалык кризис азыр эле адаттан сырткаркы күйүүчү заттардын түрлөрүн интенсивдүү табууну жана жакынкы он жылдыкта токтоосуз жаңы энергиянын булагына өтүүнү талап кылууда. Биз бурулуш деңгээлде турганыбыз ачык эле баарыбызга белгилүү. Чамасы, эң перспективдүү жаңы энергия болуп көмүртектик эмес жаңы силикаттык энергия саналат.

[10] жумушта энергетикадагы кээ бир маселелерди чечүү үчүн салттуу эмес “силикаттык энергия алып жүрүүчү” энергетикалык түзүлүштөрдү жаратуу мүмкүнчүлүгү каралган. Мындай энергия алып жүрүүчүлөр катары жогорку модулдуу силикаттарды (ЖМС) жана кычкылтексиз-кремнийлүү бирикмелерден пайдалануу керек.

Бирок, белгилүү болгондой, классикалык термодинамикага ылайык, Гиббс энергиясынын оң болгонуна карабай, ЖМСнын бөлүнүү реакциясы жүрбөөсү зарыл. Ошондуктан [10] де кремний карбидинин таасири астында, анын чынжыры материалдык-энергетикалык деңгээлде аныкталуучу, чынжырлуу физика-химиялык реакция позициясы менен ЖМС нын ажыроосу каралган.

Ошону менен катар, жакында иштелип чыгарылган, жогорку энергиялык мүнөздөмөлөргө ээ болгон жогорку энергиялык материалдардын (ЖЭМ) жаңы түрү жогору баага ээлиги жана физика-химиялык туруктуулугу менен айырмаланат. Ушуга байланыштуу изилдөөчүлөр кайрадан күйүү эффективдүүлүгү жогору жана энергия-массалык жоготуусу аз болгон ЖЭМ дин жаңы компоненттерин издөөдө.

Белгилүү болгондой, бардык чынжырлуу процесстерде реакциянын ылдамдыгы чынжырдын толук узундугу боюнча борбордук келип чыккан башталгыч ылдамдыгына барабар болот, ошондуктан:

$$W = \frac{W_0}{\beta - \delta} = \frac{W_0 \nu}{1 - \delta \nu}, \quad (34)$$

мында $\nu = \frac{1}{\beta}$ - түз чынжыр узундугу, β - чынжырдын үзүлүү ыктымалдуулугу, δ - тармакталуу коэффициенти, W_0 - чынжырдын келип чыгуу ылдамдыгы.

Мында β реакция санынын толук системада өтүүчү реакциялар санына болгон катышын көрсөтөт.

$\delta > \beta$ болушу менен активдүү бөлүкчөлөрдүн саны дайыма көбөйүп барат, аралашмалардын касиеттери өзгөрөт, активдүү бөлүкчөлөрдүн концентрациясы, реакция ылдамдыгы жана чынжырдын узундугу үзгүлүлтүксүз чоңоюуп барат. Ошондуктан активдүү бөлүкчөлөрдүн концентрацияларынын өзгөрүү ылдамдыгы төмөндөгүдөй берилет:

$$\frac{dn}{dt} = W_0 - (g - f)n, \quad (35)$$

мында g жана $f - \beta$ жана δ чоңдуктарына пропорционалдуу туура келген, чынжырдын буралуу жана үзүлүү реакцияларынын кинетикалык коэффициенттери.

Интегралдоо жана $t=0$ болгондо $n=0$ экендигин эске алуу менен, төмөндөгүнү алабыз:

$$n = \frac{W_0}{g - f} (1 - e^{-(g-f)t}) \quad (36)$$

Экинчи тараптан, реакциянын ылдамдыгы активдүү борбордун концентрациясында чынжырдагы реакцияны мүнөздөөчү a кинетикалык көбөйтүүчүгө көбөйткөнгө барабар, ошондуктан:

$$W = an = \frac{W_0 a}{g - f} \quad (37)$$

(4) жана (1) теңдемелерди салыштыруудан, $\delta = \frac{f}{a}$ жана $\beta = \frac{g}{a}$ алабыз.

$f - g > 0$ болушунан, (2) теңдеменин интегралы төмөндөгүдөй көрүнүшкө келет:

$$n = \frac{W_0}{f - g} [e^{(f-g)t} - 1] \quad (38)$$

Ал эми реакциянын ылдамдыгы:

$$W = \frac{aW_0}{f - g} [e^{(f-g)t} - 1] \quad (39)$$

(6) формуладан көрүнүп тургандай, реакциянын ылдамдыгы экспоненциалдык закон боюнча убакыттын өтүшү менен чексиз өсөт.

Эгерде түз тармакталбаган чынжырдын өсүүсүн бетте диффузиянын активдүү борбору катары карасак жана активдүү борбордун бет менен биринчи эле өз ара аракеттенишүүсүндө “оюндан чыгат” деп эсептесек, анда Эйнштейндин катышын жакындатып колдонсок болот:

$$t_y \approx \frac{x^2}{D}, \quad (40)$$

мында, D - күйүүчү заттын аралашмасынын активдүү борборунун диффузия

коэффициенти; t_u - λ аралыгындагы диффузия убактысы.

Идиш d диаметри менен качан λ ты аныктоого мүмкүн болгон учурда, чынжырлуу физика-химиялык реакция кайсыл жерде ишке ашса, анда t_u чоңдугу бир чынжырдагы өнүгүү убактысын берет.

Эгерде $d \approx 1\text{см}$ жана $D \approx 300 \frac{\text{см}^2}{\text{с}}$ болсо, анда $t_u \approx 3 \cdot 10^{-3} \text{сек}$.

Чынжырдын узундугун V табуу үчүн бир биригүүнүн t_s өнүгүүсүнүн орточо узактыгын табуу керек.

Эгерде чынжырлар жетиштүү узун болсо жана тармакталуу сейрек болсо, анда t_s ны төмөндөгү закон боюнча системадан жок болуучу бөлүкчөлөрдүн орточо жашоо узактыгы катары аныктоого болот:

$$\frac{dn}{dt} = -an. \quad (41)$$

Булл теңдемени интегралдоо менен, төмөндөгү теңдемени алабыз:

$$t = \frac{1}{a} (\ln n_0 - \ln n), \quad (42)$$

мында n_0 - $t=0$ болгон учурдагы бөлүкчөлөрдүн концентрациясы.

Мындай бөлүкчөлөрдүн орточо жашоо узактыгын

$$\bar{t} = \frac{\int_0^{n_0} t(n) dn}{n_0} = \frac{1}{a} \quad (43)$$

теңдемеси аркылуу табабыз.

Кинетикалык коэффициенттин a чоңдугун баалайбыз. Силикатта мындай реакциялардын активация энергиясы катары боюнча 5000-10000 кал/моль барабар. Температурасын 500°C , $P \approx 2$ мм рт.ст., $E=8000$ кал/моль, деп кабыл алып тапсак, анда:

$$a \approx 10^{-10} e^{-\frac{8000}{2.773}} 2 \frac{10^{19}}{773} = 1,4 \cdot 10^4 \frac{1}{\text{с}} \quad (44)$$

$$t_u \cdot a = \frac{t_u}{t_s} \approx 40 \quad (45)$$

Биз кабыл алган шарттарда тармакталбаган чынжыр узундугунун сандык мааниси берилет. Жалпы ылдамдыкты эсептөө үчүн дагы мындай процессте активдештирүүнүн келип чыгуусунун башталуу борборлорунун ылдамдыктарын W_0 абдан чоң баалоо керек, тактап айтканда ал толук үзүлүү менен же силикаттын баштапкы атомдорунун стабилдүү байланыштарынын абдан күчтүү бошоңдошу менен байланышкан.

Бул реакцияны бимолекулярдык деп эсептеп жана анын маанисин $E_0=75000$ кал/моль деп алып, төмөндөгүнү алабыз:

$$W_0 \approx 10^{-10} e^{-\frac{75000}{2.773}} \cdot \frac{10^{38}}{(773)^2} \approx 10 \frac{1}{\text{см}^3 \cdot \text{сек}} \quad (46)$$

Мындай ылдамдыкта чынжырсыз жөнөкөй термикалык реакция

сезилерлик өзгөрүүгө алып келбестиги анык: силикат затынын 1 % реакциясы үчүн 10^{16} сек. га тең убакыт талап кылынат. Башкача айтканда, 1 % заттын айлануусу болжолдуу 1000 жылга созулат. Анын ылдамдыгы төмөндөгүгө барабар:

$$W = W_0 \nu \approx 500 \frac{1}{\text{см}^3 \cdot \text{с}} = 4 \cdot 10^{-14} \text{ мм/сек}$$

Эми бутактанууга айлануунун ылдамдыгын карайлы.

$R=100$ мкм де тармакталуу реакциясы чынжырдын үзүлүү реакциясына салыштырмалуу 10 эсеге жай, б.а. $g \approx 10f$. Бөлүкчөлөрдүн дисперстүүлүгүнүн азайышы менен R ге тескери пропорциялаш болгон g азаят, ал эми f сызыктуу закон боюнча өсөт. Анда $R'=100$ мкм дисперстүүлүктүн баштапкы маанисине туура келген бардык чоңдуктарды штрих менен белгилеп, R дин ар кандай мааниси үчүн ылдамдык реакциясын төмөндөгүдөй жазсак болот:

$$\begin{aligned} W &= \frac{W_0' a' \left(\frac{R}{R'}\right)^3}{g' \frac{R'}{R} - f' \frac{R}{R'}} = \frac{W_0' a' \left(\frac{R}{R'}\right)^2}{g' \left(\frac{R'}{R}\right)^2 - \frac{f'}{g'} \left(\frac{R'}{R}\right)^2 - 0,1} = \frac{0,9W' \left(\frac{R}{R'}\right)^2}{\left(\frac{10^2}{R}\right)^2 - 0,1} = \\ &= \frac{0,9 \cdot 10^{-4} W' R^4}{10^4 - 0,1R^2} = \frac{9 \cdot 10^{-5} W' R^4}{10^4 - 0,1R^2} = \frac{9 \cdot 10^{-5} W' R^4}{10^4 - 10^{-1} R^2} = \frac{9 \cdot 10^{-5} W' R^4}{(3,15)^2 10^2 - R^2} = \frac{9 \cdot 10^{-5} W' R^4}{(3,15 \cdot 10 - R) \cdot (3,15 \cdot 10 + R)} = \\ &= \frac{9 \cdot 10^{-5} W' R^4}{(3,15 - R) \cdot (3,15 + R)} = \frac{10^{-14} R^4}{(3,15 \cdot R)(3,15 + R)} \end{aligned} \quad (47)$$

Ушул чечимден көрүнүп тургандай, бул абалда дисперсия мааниси $R_{кр}=31,5$ мкм чынжыр реакциясынын пайда болуу шарттарына туура келет. $R=10$ мкм үчүн ылдамдыкты эсептейбиз. Бул R маанисин (47) теңдемесине коюп:

$$W = \frac{10^{-14} \cdot 10^4}{21,5 \cdot 41,5} = \frac{10^{-10}}{892,25} = \frac{1}{0,89225} \cdot 10^{-13} = 1,12 \cdot 10^{-13} \text{ мкм/с}$$

маанисин алабыз, б.а. 1 % аралашманы айландыруу үчүн өтө көп убакыт талап кылынат. $R=R_{кр}$ болгондо (47) формуласы боюнча чыгаруу мүмкүн эмес.

W жана $t_{1\%}$ ды аныктоо үчүн келтирип чыгарууну пайдалануу керек:

$$W = aW_0 t = a' W_0' \left(\frac{R}{R'}\right)^3 t = 3,7 \cdot 10^{-10} t \text{ мкм/сек} \quad (48)$$

Мында 1 % заттын реакциясы үчүн керектелинген убакыт:

$$t_{1\%} \approx \frac{W}{3,7 \cdot 10^{-10}} = \frac{10^{10}}{3,7} W = \frac{10^{10}}{3,7} \cdot 1,12 \cdot 10^{-13} \text{ мкс/с} = \frac{1,12 \cdot 10^{-3}}{3,7} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ с}$$

(47) формуланы өзгөртүү менен

$$W = \frac{10^{-14} R^4}{(31,5 - R)(31,5 + R)} \left[e^{\frac{0,1g'(R-31,5)(R+31,5)t}{R'R}} - 1 \right] \quad (49)$$

алабыз, мында $g' = \frac{a'}{\nu'} = \frac{1,4 \cdot 10^4}{48} \approx 300 \frac{1}{\text{с}}$,

анда

$$W = \frac{10^{-14} R^4}{(R - 31,5)(31,5 + R)} \left[e^{\frac{15(R-31,5)(R+31,5)t}{R}} - 1 \right]. \quad (50)$$

Акыркы чечимдерден көрүнүп тургандай, физика-химиялык реакциянын келип чыгышы негизинде чынжырдын бөлүнүшү натыйжасында өтө күчтүү реакция жүрүшү мүмкүн, ошону менен бирге бул областан сырткарыда реакцияга кирген силикат заты убакыттын өтүшү менен сызыктуу өзгөрөт.

Мына ошентип, силикаттарды адаттагыдан сырткаркы энергетикалык түзүлүштөрдө энергияны алып жүрүүчүлөр катары жана жер бетиндеги, абадагы транспорттун түрлөрүндө, өндүрүштө жана жылуулук өндүрүүдө жана башка жерлерде пайдаланса болот.

4.5. Силикаттык материалдарга термодинамикалык анализ

Термодинамикалык анализ көрсөткөндөй, бардык жогорку модулдук системалар (оксиддер) чынжыр механизми боюнча ажыралуусу мүмкүн, канчалык табигый абалда керектүү башталгыч энергия жарым-жартылай жайгашат.

Эсептөөлөр көрсөткөндөй, химиялык бөлүнүү реакциясы процессинде ($n = 1$) 1 кг оксид 3550 ккал (кадимки көмүр менен бирдей), $n = 2$ де (бул реакцияны чынжырлуу физика-химиялык реакция деп атайбыз) 8 500 000 ккал энергия бөлүнүп чыгат, б.а. 1000 т мазутту алмаштырышы мүмкүн.

Физика-химиялык реакция процессинде жогорку модулдуу бирикменин фазалык айлануусу жүрөт. Мындай айлануу үчүн б.а. чынжыр реакциясынын башталуусу үчүн сырт тараптан аз өлчөмдөгү башталгыч энергия жеткирип берүү керек.

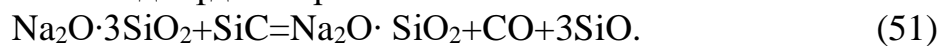
Чындыгында, температурасы башкарылуучу печте өткөзгөн эксперименттер көрсөткөндөй, бөлүнүү компонентинин (БК) жарым ажыроо мезгилинин өзгөрүшү, берилген учурда кремний карбидинин, анын данынын диаметрине көз карандылыгы үч аймак менен сыпатталат:

I – аймак секундалык мезгилдеги күчтүү реакция (дан диаметри $\leq 1-5$ мкм);

II – аймак минуталык мезгилге созулуучу интенсивдүү процесс (дан диаметри $d=30-50$ мкм);

III – аймак саатка созулуучу жөнөкөй процесс (дан диаметри $d=200-300$ мкм).

Кремний карбидинин таасиринде жогорку модулдуу силикаттарды бөлүү процессинин теңдемеси төмөндөгүдөй берилет:



Жогорку модулдуу силикаттардын бөлүнүүсүнүн физика-химиялык чынжырлуу реакцияларынын теориялык негиздемелери көрсөткөндөй, $\text{M}_2\text{O} \cdot \xi\text{SiO}_2$ (мында M – Na, K, $\xi = 3$) ЖМС нын түрү үчүн Q_0 бөлүнүп чыгуучу энергияга катышы

- сенсублизаторсуз - 1:10,

- сенсублизатор менен - 1: 2,5 • 10³,

б.а. биринчи учурда бөлүнүп чыккан энергия 3350 ккал / кг, экинчи учурда - 8,5 Гкал / кг түзөт.

Силикаттарды адаттагыдан сырткаркы энергетикалык түзүлүштөрдө

энергияны алып жүрүүчүлөр катары жана жер бетиндеги, абадагы транспорттун түрлөрүндө, өндүрүштө жана жылуулук өндүрүүдө жана башка жерлерде пайдаланса болот.

Жогорку модулдуу натрий силикатын жаңы энергия булагынын баштапкы материалы катарында пайдалануу перспективасы физика-химиялык реакциялардын пайда болуу шарттарын так үйрөнүүнү талап кылууда.

Белгилүү болгондой, термодинамикалык изилдөө усулу химиялык аракеттенишүүлөр жана фазалык өтүүлөр мезгилинде жүрүүчү татаал кубулуштардын бүт биримдигин камтууга мүмкүндүк берет. Андан сырткары, статистикалык болгон термодинамикалык усул чоң массадагы макросистемаларды изилдөөгө гана колдонулуп, төмөндөгүлөрдү аныктоого мүмкүнчүлүк берет:

1. реакциянын энергетикалык мүмкүнчүлүгүн жана багытын;
2. реакция процесстеринин жылуулук баланстарын эсептөөгө мүмкүндүк берүүчү жылуулук өзгөрүүлөрүн;
3. реакциялардын артыкчылыгын жана алынган кошулмалардын турактуулугун;
4. реакциянын продуктуларынын концентрацияларынын максималдык тең салмактуулуктарын жана алардын пределдик чыгууларын;
5. керексиз реакцияларды четтетүү жолдору жана побочный продуктуларды түзөө;
6. реакцияны жүрүүсүнүн оптималдык режимин (температурасын, басымын жана затты башкаруу концентрациясын) тандоо.

Термодинамикалык анализдин негизги максаты болуп, изобаралык-изотермалык реакциянын потенциалын ΔZ_T^0 аныктоо саналат. Бул маселени термодинамиканын экинчи башталышынын теңдемесин, Кирхгофтун законун жана Гиббстин теңдемесин колдонуу менен чечсе болот. Термодинамикалык анализ жүргүзүү үчүн реакциялык биригүүлөрдүн бардык катышуучулары үчүн төмөндөгү маалыматтар зарыл:

1. Стандарттык термодинамикалык турактуулар, б.а. ΔH_{298}^0 - 298⁰К температурада берилген заттын пайда болуусунда энталпиясынын өзгөрүүсү жана S_{298}^0 - заттын 298⁰К температурасындагы энтропиясы.

2. Фазалык өзгөрүүлөрүнүн температурасы: $T_{пр}$ – полиморфтук айланууларынын температурасы, $T_{пл}$ – эрүү температурасы; $T_{исп}$ –буулануу температурасы.

3. Фазалык өзгөрүүлөрдө энталпиянын өзгөрүшү: $\Delta H_{пр}$ - полиморфтук айланууларда энталпиянын өзгөрүшү; $\Delta H_{пл}$ - эрүүдө энталпиянын өзгөрүшү; $\Delta H_{исп}$ - бууланууда энталпиянын өзгөрүшү;

4. Даражалык функция көрүнүшүндөгү бардык каралып жаткан температуралык интервал үчүн жылуулук сыйымдуулуктун температурадан көз карандылык теңдемеси

$$C_p = a + bT + cT^{-2}.$$

Турактуу басымда жана температурада жүрүүчү химиялык реакция үчүн

экинчи закон төмөндөгүдөй теңдеме көрүнүшүндө жазылат:

$$\Delta H = \Delta Z + T\Delta S, \quad (52)$$

мында ΔH - процесстин толук жылуулугу (энтальпия); ΔZ - процесстин изобаралык потенциалы; ΔS - системанын энтропиясынын өзгөрүшү; T - процесстин температурасы.

(52) теңдемеге ылайык, ΔH жана ΔS ти билүү менен, дайыма ΔZ ти аныктоого мүмкүн. Ар кандай температурада ΔH , ΔZ жана S ти аныктоо үчүн, алардын процесстин температурасынан функционалдык көз карандылыгын билүү зарыл.

Кирхгофтун теңдемесине ылайык системанын энтальпиясы температурадан төмөндөгү формула боюнча өзгөрөт:

$$\Delta H_T = \Delta H_{T_0} = \int_{T_0}^T \Delta C_P dT, \quad (53)$$

мында $\Delta C_P = \sum C_{кон.пр} - \sum C_{исх.вещ}$ реакция продуктылары жана баштапкы материалдардын өздөрүнө мүнөздүү жылуулук сыйымдуулуктарынын суммаларынын айырмасын берет б.а. химиялык реакция жыйынтыгында системанын жылуулук сыйымдуулуктарынын жалпы өзгөрүшү. Башка тараптан белгилүү болгондой

$$S_T = S_{T_0} + \int_{T_0}^T \frac{C_P dT}{T}, \quad (54)$$

болгондуктан $T=298^0\text{K}$ жана $p=1\text{атм.}$ үчүн теңдемени төмөндөгүдөй жазабыз:

$$\Delta H^0_T = \Delta HS^0_{298} + \int_{298}^T C_P dT \quad (55)$$

$$S^0_T = S^0_{298} + \int \frac{C_P dT}{T}. \quad (56)$$

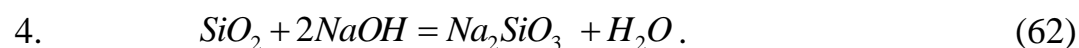
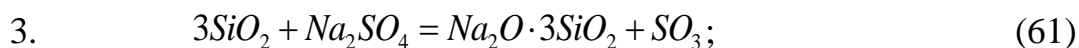
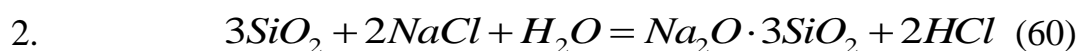
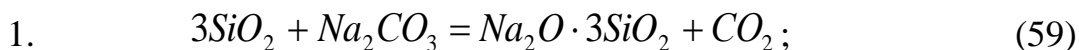
Энтропиянын өзгөрүүсү үчүн

$$\Delta S^0_T = \Delta S^0_{298} + \int_{298}^T \frac{\Delta C_P dT}{T}. \quad (57)$$

алабыз. Эгерде (55) жана (57) теңдемелерди (52)ге колдонсок,

$$\Delta Z^0_T = \Delta HS^0_{298} + \int_{298}^T \Delta C_P dT - T\Delta S^0_{298} - T \int_{298}^T \frac{\Delta C_P dT}{T}. \quad (58)$$

теңдемени алабыз. Төмөндөгү химиялык реакцияларга термодинамикалык анализ жүргүзсөк:



Талдоо үчүн киргизилген баштапкы маалыматтар 4.2. таблицасынан алынган

термохимиялык маалыматтар болду.

Бардык реакциялар үчүн көрсөтүлгөн маалыматтар негизинде изобаралык-изотермикалык потенциалдарынын температуралык өзгөрүүлөрүнүн $\Delta Z = f(T)$ теңдемелери түзүлдү:

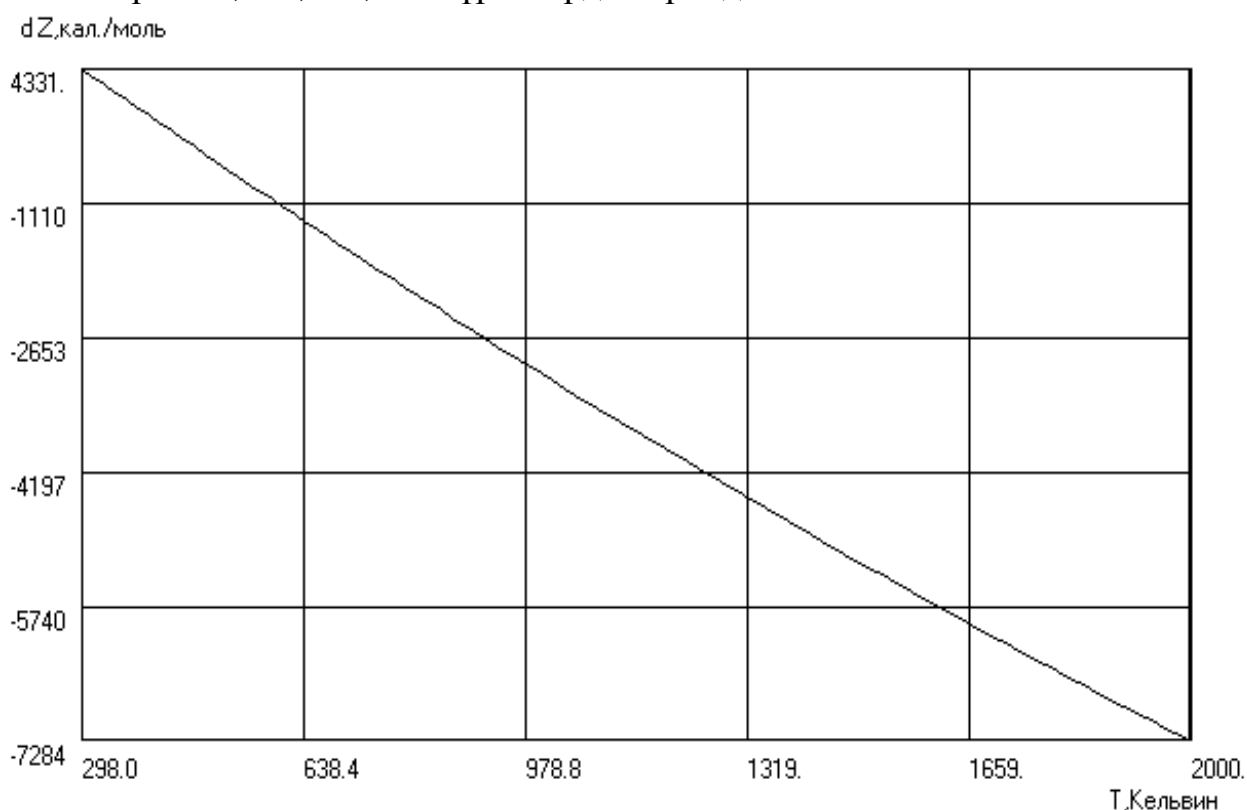
$$1. \quad \Delta Z_T = 23426 + 4,15T \ln T + 2,7 \cdot 10^{-3}(T)^2 - 3,13 \cdot 10^5(T)^{-1} - 85T \quad (63)$$

$$2. \quad \Delta Z_T = 55753 + 1,86T \ln T + 3 \cdot 10^{-3}(T)^2 - 1,78 \cdot 10^5(T)^{-1} - 59,43T \quad (64)$$

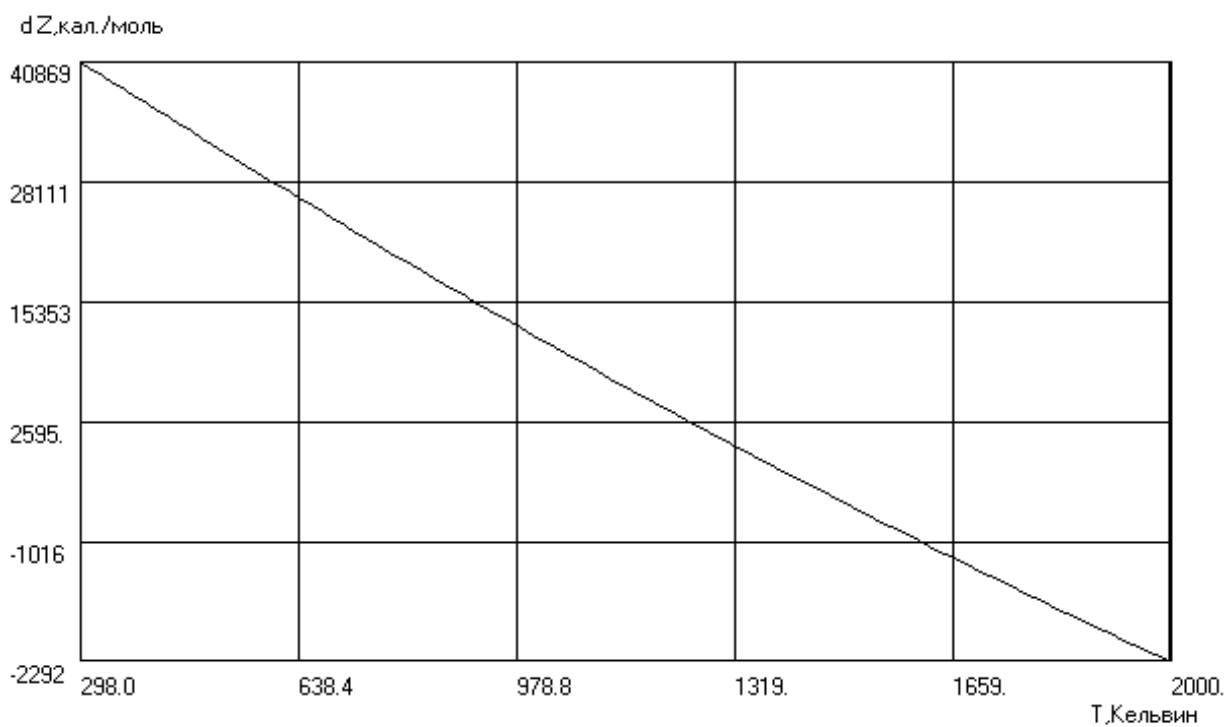
$$3. \quad \Delta Z_T = -13460 - 3,77T \ln T + 23,23 \cdot 10^{-3}(T)^2 - 27,75T \quad (65)$$

$$4. \quad \Delta Z_T = 310688 + 11,31T \ln T - 1,98 \cdot 10^{-3}(T)^2 + 1,845 \cdot 10^5(T)^{-1} + 184,2T \quad (66)$$

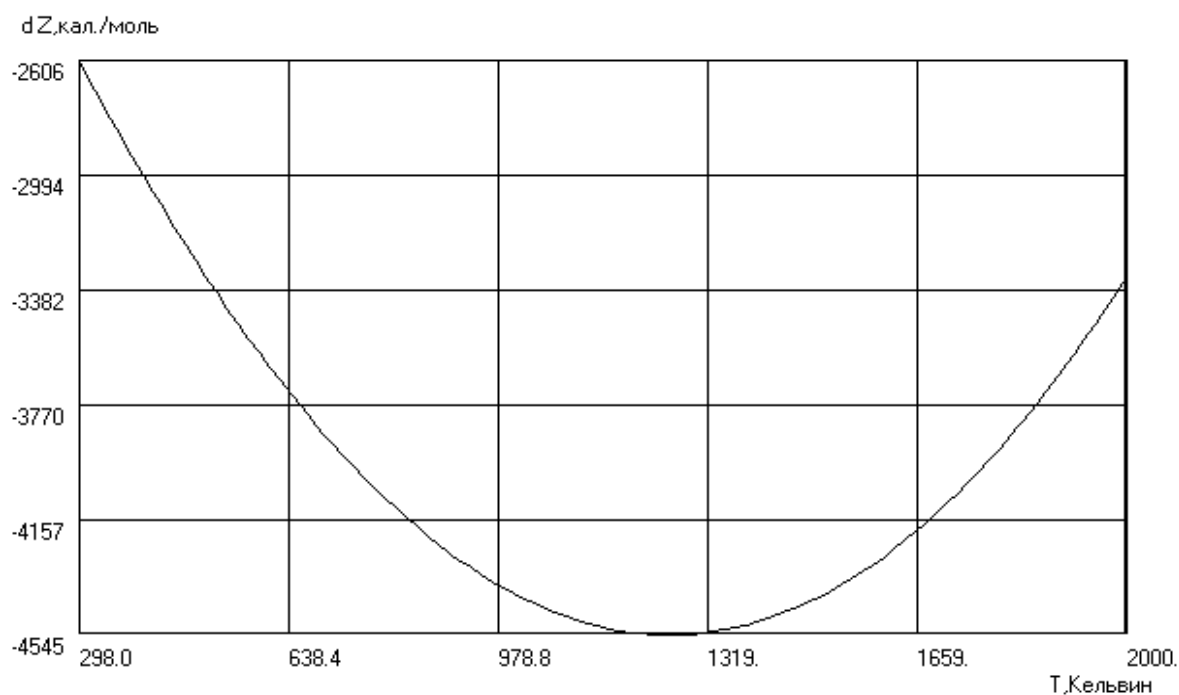
Алынган теңдемелер негизинде изобаралык-изотермикалык потенциалдарынын өзгөрүүлөрү температуранын 298-2000 К интервалында изилденди, андан жыйынтыктары 4.5, 4.6, 4.7, 4.8-сүрөттөрдө берилди.



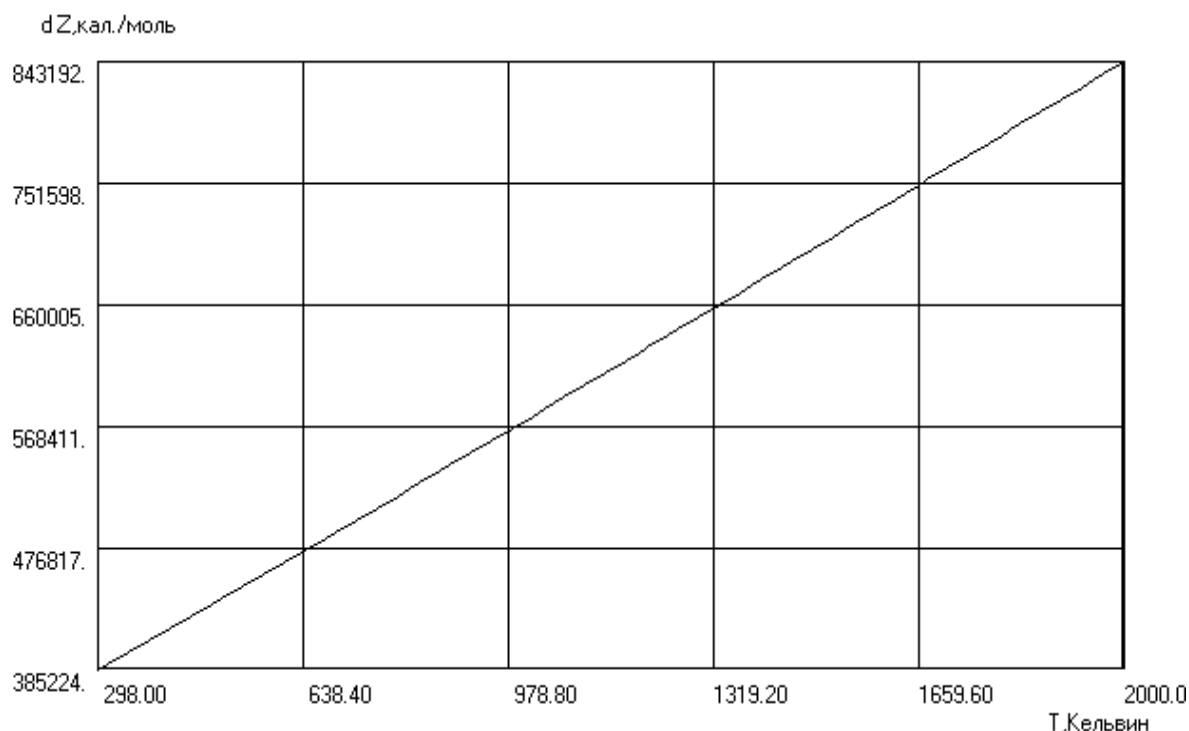
4.5.-сүрөт. $3SiO_2 + Na_2CO_3 = Na_2O \cdot 3SiO_2 + CO_2$ реакциясы үчүн $\Delta Z^0 = f(T)$ көз карандылыгы.



4.6.-сүрөт. $3SiO_2 + 2NaCl + H_2O = Na_2O \cdot 3SiO_2 + 2HCl$ реакциясы үчүн $\Delta Z^0 = f(T)$ көз карандылыгы.



4.7.-сүрөт. $3SiO_2 + Na_2SO_4 = Na_2O \cdot 3SiO_2 + SO_3$ реакциясы үчүн $\Delta Z^0 = f(T)$ көз карандылыгы.



4.8.-сүрөт. $\text{SiO}_2 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ реакциясы үчүн $\Delta Z^0=f(T)$ көз карандылыгы.

Таблица 4.7. Аралашмалар үчүн баштапкы термикалык маалыматтар

Аралашмалар	ΔH_{298}^0	ΔZ_{298}^0	S_{298}^0	$C_p = f(T)$			Температуранын интервалы, К менен
				а	в 10^{-3}	с 10^5	
Na_2CO_3	-270,3	-250,4	32,5	29,29	9,66	-5,18	-
$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$	-809,65	-766,05	51,6	48,25	26,69	-4,98	298-1000
CO_2	-94,05	-94,26	51,06	10,55	2,16	-2,04	298-2500
NaCl	-98,232	-91,785	17,3	10,98	3,9	-	298-1073
H_2O	-57,798	-54,635	45,106	7,17	2,56	0,08	-
HCl	-22,063	-22,769	44,617	6,34	1,1	0,26	-
SiO_2	-217,75	-204,75	10	11,22	8,2	-2,7	298-848
Na_2SO_4	-330,9	-302,78	35,73	23,5	31,74	-	298-450
SO_3	-94,45	-88,52	61,24	13,7	6,42	-3,12	298-1200
NaOH	-101,99	-90,1	12,5	19,2	-	-	298-593
Na_2SiO_3	-55,2	-54,9		31,14	9,6	-6,47	298-1361

Белгилүү болгондой, берилген температурада ΔZ белгиси дайыма реакциянын багытын аныктайт, ошондуктан реакция аягына чейин ΔZ тин терс маанисине туура келген багытта аягына чейин барат.

$3SiO_2 + Na_2CO_3 = Na_2O \cdot 3SiO_2 + CO_2$ реакциясына анализ көрсөткөндөй (4.1.-сүрөт) реакциянын пайда болуусунун термодинамикалык мүмкүнчүлүгү $370^\circ K$ ден башталат.

$3SiO_2 + 2NaCl + H_2O = Na_2O \cdot 3SiO_2 + 2HCl$ реакциясына анализ көрсөткөндөй (4.2.-сүрөт) реакциянын пайда болуусунун термодинамикалык мүмкүнчүлүгү $1370^\circ K$ ден башталат.

$3SiO_2 + Na_2SO_4 = Na_2O \cdot 3SiO_2 + SO_3$ жана $SiO_2 + 2NaOH = Na_2SiO_3 + H_2O$ реакцияларынын анализдери (4.7 жана 4.8-сүрөттөр) көрсөткөндөй, каралып жаткан интервалда реакция жүрбөйт. Мына ошентип, алынган ийрилик көз карандылыктар негизинде тигил же бул реакциялардын жүрүүсүнөн температуралардын интервалын аныктоого мүмкүн. Мында каралган төрт реакциялардын ичинен биринчи ыкма бир кыйла колдонууга ыңгайлуу болуп саналат.

НЕГИЗГИ ЖЫЙЫНТЫКТАР

Изилдөөлөрдүн жыйынтыктары боюнча чыгарылган негизги корутундуларды төмөндөгүдөй көрүнүштө берүүгө болот:

1. Жаратылыштагы кварциттерден майда өлчөмдөгү кремнийдин кычкылын алуунун технологиясы илимий жактан негизделди жана эксперименталдык тастыкталды. Майда өлчөмдүү кремний кычкылын синтездөө, максатка ылайык, аз концентрациялуу суу аралашмаларында ишке ашырылса, ал эми микро өлчөмдүүлөр чөктүрүү технологиясы боюнча ишке ашырылышы көрсөтүлдү..

2. Кыргыз Республикасынын Таш-Көмүр кенинин кремнийинен түрдүү концентрациядагы суу дисперсиясы (жегич металлдардын силикаты) даярдалды жана изилденип жаткан кремний аралашмасынын рН көрсөткүчү аныкталды. Лабораториялык шартта электр-ионометрикалык ыкмада Таш-Көмүр глиноземунун 0,01 ден 4 % чейинки концентрациядагы суу эритмеси рН 4,2 тен 5,8 чейинки бир аз кычкыл чөйрө болуп калат. Гидролизден кийин Таш-Көмүр глиноземунун курамында иондордун силикаты (жегич металлдардын силикаты) жана иондордун бикарбонаты болору аныкталды.

3. Кызыл–Кыя цемент заводунун активдүүлүгү 41,5 МПа болгон портландцементин пайдалануу менен бетон үлгүлөрү изилденди жана лабораториялык сыноолор жүргүзүлдү. Толуктагыч сапатында Сүлүктүкенинин кошулмалардан тазартылган 75 жана 250 мкм болгон өлчөмдөгү кварц куму колдонулду. Дисперстүүлүгү 75 мкм болгон кремний кычкылы жана курамы 10 % дан 15 % чейин болгон портландцемент бекемдиги менен айырмаланып, курулуш материалдарынын талаптарына ылайык келери, толуктагычтын (кварц кумунун) бөлүкчөлөрүнүн өлчөмү 75 мкмден кичирейген сайын, толуктагычтын түрдүү концентрацияларына жараша бетондун бекемдиги 3 жана андан көп эсе жогорулай тургандыгы аныкталды.

ПАЙДАЛАНЫЛГАН АДАБИЯТТАРДЫН ТИЗМЕСИ

1. **Абдуллаев, М.А.** Казахстанский проект создания промышленного производства поли-и монокристаллического кремния на базе собственных запасов кварцевого сырья [Текст] / Борисов Н.И., Касымова А.С., Кеншинбаев Н.К., Кокорин А.И., Кусаинов А.К., Прилипко А.И., Сулеев Д.К., Тыныштыкбаев К.Б. //Материалы электронной техники, г. Алматы 2003-№3.
2. **Адюханов, И.М.** Разработка основ технологии производства металлургического кремния повышенной чистоты для наземной фотоэнергетики. [Текст] / Рос.хим.ж. (Ж.Рос.хим.об-ва им. Д.И.Менделеева), 2001, т.45.№5-6.,с.107-111.
3. **Алтайский, Ю.М.** Карбид кремния как материал современной оптоэлектронной техники. [Текст] / Литвинов Ю.Н. М.:Наука, 1984.133с.
4. **Андреев, С.Е.** Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. [Текст]/ Зверев В.В., Перов В.А. -М.: Недра, 1966. -395с.
5. **Андриевский, Р.А.** Нитриды кремния и материалы на его основе. [Текст] / Спивак И.И. М.: Металлургия, 1984. -136с.
6. **Арапов, Б.А.** Радиационные дефекты образования и квазихимические реакции в неметаллических кристаллах. [Текст]/ Авилов А.Б, Оксонгендлер Б.Л. г. Бишкек-илим-2003.-С.120.
7. **Бабушкин, В.И,** Матвеев Г.М., Мчедлов-Петросян О.П. Термодинамика силикатов / Под.ред.О.П.Мчедлова-Петросяна. 4-е изд., перераб. и доп. – М. 1996. -С 408.
8. **Бадеев, Ю.С.** Показатели эффективности обогащения руд в тяжелых суспензиях [Текст] / Ю.С. Бадеев , М.Д. Гершман, Р.И. Энгель // Обогащение руд, 1975. – №4 – С. 9-13.
9. **Базаров, И.П.** Неравновесная термодинамика и физическая кинетика. [Текст]/ Геворкян Э.В., Николаев П.Н. М.: Изд-во МГУ, 1989. -240с.
10. **Баймуратова, Г.А.** Исследование физика – химической основ получение силикатной энергетики [Текст] / Г.А. Баймуратова // Вестник Кыргызского Национального Университета имени Ж. Баласагына г. Бишкек 2011-специальный выпуск серия 3 – С.130-133.
11. **Баймуратова, Г.А.** Исследование процесса возникновение физика – химической реакции между твердыми телами [Текст] / Г.А. Баймуратова, Г. К. Омурбекова, Ы. Ташполотов // Наука, образование, техника Кыргызско-Узбекский университет г.Ош 2012 – № 1,2. С.98-101.

12. **Баймуратова, Г.А.** Изменение скорости физико – химической реакции между частицами высокомолекулярного силиката [Текст] / Баймуратова, Ы. Ташполотов, Г. К. Омурбекова, //Вестник Ошского государственного университета г.Ош 2012 №1 – С.15-20.
13. **Баймуратова, Г.А.** Глубокая очистка и восстановления кремния газопоточным методом [Текст] / Г.А. Баймуратова, Г. К. Омурбекова, Э. М. Ысманов, Ы. Ташполотов // Вестник Ошского государственного университета г.Ош 2013- №2 – С.141-143.
14. **Баймуратова, Г.А.** Способы извлечения «физико - химической» энергии кремниевого силиката [Текст] / Г.А. Баймуратова, Г. К. Омурбекова, Ы. Ташполотов // Вестник Ошского государственного университета г.Ош 2013 №2 – С.20-24.
15. **Баймуратова, Г.А.** Кинетика низкотемпературного хлорирования окиси металлов и кремния рисовой шелухи [Текст] / Г.А. Баймуратова, Э. М. Ысманов, Г. К. Омурбекова, Ы. Ташполотов, Р. Р. Байдоолатов // Наука, образование, техника Кыргызско-Узбекский университет г.Ош 2014 – № 6. С.12-18.
16. **Баймуратова, Г.А.** Кварц кумунун электрофизикалык мүнөздөмөлөрүн изилдөө үчүн электрофизикалык ионизация ыкмасын колдонуу [Текст] / Г.А. Баймуратова // Наука, образование, техника Кыргызско-Узбекский университет г.Ош 2015 – № 1. С.77-79.
17. **Баймуратова, Г.А.** Приготовление водных растворов на основе Таш – Кумырского кремнезема (силиката щелочных металлов) [Текст] /Г.А. Баймуратова, Г.К. Омурбекова, Э. Ысманов // Проблемы науки г. Москва 2017 - №7 (20) - С. 10-14.
18. **Баймуратова, Г.А.** Исследование и определение прочности бетона из Сулюктинского кварцевого песка и Кызыл-Кийского портландцемента [Текст] / Г.А. Баймуратова, Э. Ысманов, Г. К. Омурбекова, Ы. Ташполотов, // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований г. Москва 2018 – № 5. – С. 18-22;
19. **Баймуратова, Г.А.** Использование водных растворов Таш- Кумырского кремнезема (силиката щелочных металлов) для тушения пожаров, бурение скважин переработки твёрдых полезных ископаемых [Текст] /Г.А. Баймуратова, Г.К. Омурбекова, И. Ташполотов // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Современные проблемы и их решения информационно– коммуникационных технологий и телекоммуникаций» г. Фергона Узбекская Республика 2019- 2часть -С. 313-320.

20. **Баймуратова, Г.А.** Термодинамическое исследование реакции образования высокомолекулярного силиката натрия [Текст] / Г.А. Баймуратова, Г.К. Омурбекова // Бюллетень науки и практики» 2020-№ 1- С. 14-20.
21. **Баймуратова, Г.А.** Автор.күбөлүк №2176 от 05.07 2013 Жогорку модулдук силикаттын бөлүкчөлөрүнүн ортосундагы физико-химиялык реакциянын ылдамдыгын өзгөртүү
22. **Баймуратова, Г.А.** Авт.свид №2468 от 13.11. «физико-химическая энергия кремниевого силиката» 2014.
23. **Барский, М.Д.** Фракционирование порошков. М.: Недра, 1980.-327с.
24. **Басин, А.С.** Получение кремневых пластин для солнечной энергетики. [Текст] / Шишкин А.В. Методы и технологии. г. Новосибирск: Наука, 2000. -196с.
25. **Белогай, П.Д.** Применение конусных сепараторов при обогащении руд и доизвлечении ценных минералов из отвальных хвостов обогатительных фабрик [Текст] / П.Д. Белогай, А.Г. Тищенко // Обогащение руд, 2000. – №5. – С. 40-42.
26. **Бобенко, В.Н.** О проявлении дискретности твердых тел в процессе их измельчения [Текст]/ Горобец Л.Ж. //ДАН СССР. -1987. -Т.292. -№5. - с.1095-1100.
27. **Богданович, А.В.** Интенсификация процессов гравитационного обогащения в центробежных полях [Текст] / А.В. Богданович // Обогащение руд, 1999. – №1-2. – С. 33-35.
28. **Богданович, А.В.** и Зинде И.Н. Авт.свид. №897293 от 14.09.1981. Гравитационный сепаратор.
29. **Broadbent, S.R.** A matrix analysis of processes involving particcle assemblies [Текст]/ Callcott T.G. //Phil.Trans. R. Soc.Lond. -1956.-Ser A.-V.249.-P.99-123.
30. **Венгин, С.И.** технический кремний. [Текст] /Чистяков А.С. М.: Металлургия, 1972-С.206.
31. **Вентцель, Е.С.** Теория вероятностей. М.: Высшая школа, 1998. -576 с.
32. **Вернадский, В.И.** Биосфера и ноосфера. г. М- Наука, 1989 - 61 с.
33. Вещества высокой чистоты в науке и технике. Под.ред. Н.П. Сажина М.: Знамя.1969. -59с.
34. **Власов, А.С.** Комплексная безотходная утилизация органической и минеральной части рисовой шелухи. [Текст] / Захаров А.И., Саркциян О.А. и др. //Гидролизная и лесохимическая промышленность. -1991-№7- с.200.

35. **Власов, А.С.** Получение карбида кремния из продуктов переработки рисовой шелухи. [Текст]/ Захаров А.И., Саркисян О.А., Лукашева Н.А. //огнеупоры,1991-№10- С.15-17.
36. **Воронков, М.Г.** Кремний в живой природе. [Текст] / Кузнецов И.Г. Новосибирск: Наука, 1984.-286 с.
37. **Гапонич, Л.С.** Эко технологии и ресурсосбережение [Текст]/ Чернявский Н.В. Качественные и количественные характеристики пиролиза углей в кипящем слое 2003-№5-С.7-11.
38. **Гиббс, Дж.В.** Термодинамика. Статистическая механика. [Текст] / Дж.В. Гиббс // М.: Наука, 1982. – С.484.
39. **Горобец, В.И.** Новое направление работ по измельчению. - [Текст]/ Горобец Л.К. М.: Недра,1977. -183с.
40. **Гранков, И.В.** Производства полупроводникового кремния зарубежом. [Текст] / Захаров-Черенков В.К., Иванов Л.С., Сивошенская Т.И. М.: ЦНИИЦветмет,1987.-37с.
41. **Грег, С.** Адсорбция, удельная поверхность, пористость. [Текст]/ Синг К. Пер.с англ. 2-е изд. М.: Мир, 1984. -310с.
42. **Грязнов, Н.С.** Пиролиз углей в процессе коксования. М.: Metallurgy, 1983.-183с.
43. **Джаманбаев, А.** Некоторые вопросы комплексного использования углей Киргизии. Фрунзе: Изд-во Кыргызстан, 1970. - 148 с.
44. **Джаманбаев, А.С.** Некоторые вопросы кинетики термического разложения углей. [Текст]/ Шабалина Л.Н. Фрунзе: Илим, 1985. -32 стр.
45. **Ермолаев, А.А.** Кремний в сельском хозяйстве. М.;, 1992. - 253 с.
46. **Жайнаков, А. Ж.** Электрическая дуга-генератор низкотемпературной плазмы. Бишкек: Илим,1991-373с.
47. **Журавлев, В.А.** Термодинамика необратимых процессов в задачах и решениях. М.: Наука, 1979.-136с.
48. **Жучков, В.И.** Энергетические параметры и конструкции рудовосстановительных электропечей. [Текст]/ Розенберг В.Л., Елкин К.С., Зильберг Б.И. г.Челябинск-Металл-1994. -192с.
49. **Иванов, П.А.** Полупроводниковый карбид кремния- технология и приборы [Текст]/ Челноков В.Е. //ФТП, 1995, т.48. вып.11-С.1921.-1943.

50. **Карапетьянц, М.Х.** Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. [Текст]/ Карапетьянц М.Л.г.М.: Химия, 1968.
51. **Карапетьянц, М.Х.** Карапетьянц М.Л. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ. г.М.: Химия, 1968. - С.470
52. Карбид кремния. Рост, свойства и применение β -SiC и α - SiC. Отв. Ред. П.М. Карагеоргий - Алкалаев, Ташкент: Фан,1977-97с.
53. **Кашкаров, П.К.** Необычные свойства пористого кремния
///www.pereplet.ru.
54. **Коллонг, Р.** Не стехиометрия. Неорганические материалы переменного состава. /Перев. С франц., М.: Мир, 1974. -288 с.
55. **Колмогоров, А.Н.** О логарифмически нормальном законе распределения размеров частиц при дроблении //ДАН СССР.-1941.-Т.31.-с.99-101.
56. **Коростелев, П.П.** Титриметрический и гравиметрический анализ в металлургии. г. М.- Металлургия, 1985-320с.
57. **Коузов, Л.А.** Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. -Л.: Химия, Изд-е 2-е, 1974. -280с.
58. **Кравченко, И. В.,** Глиноземистый цемент, Технология цемента и других вяжущих материалов, 4 изд., г. М.- 1964.
59. **Крапухин, В.В.** Физико-химические основы технологии полупроводниковых материалов. [Текст] / Соколов И.А., Кузнецов Г.Д. М.: Металлургия, 1982. -С.352.
60. **Krishnarao, V.V.** Studies on the formation of whiskers from pulverized Rese Husk Ashes. [Текст] / Ciodkhindi M.M. Ceram. Int. - 1992 - V/18 - p. 35-42.
61. **Куколев, Г.В.** Химия кремния и физическая химия силикатов. М.: Высшая школа, 1966. -352 с.
62. **Куликов, И.С.** Термодинамика карбидов и нитридов. М.: Металлургия, 1998.-320с.
63. **Куликов, А.И.,** Козловцев В.Г., Легуенко С.К. Энергоустановка на высокомодульном силикате. / Энергетика, 1994, №4.
64. **Куликов, А.И.,** Козловцев В.Г., Легуенко С.К. К вопросу о строительстве энергоустановки на безядерномминеральном топливе (высокомодульных силикатах) возобновляющимися энергоресурсами. / Энергетическое строительство, 1994, №4.

65. **Куликов, А.И.** Новый источник энергии. / Гражданская авиация, 1990, №3.
66. **Курдюмов, С.П.** Синергетика-теория самоорганизация (идеи, методы и перспективы). В сб.:Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования. Малинецкий Г.Г. [Текст]/ М.: Наука, 1988.с.79-136.
67. **Лакиза, С.М.** Условия получения Карбида кремния из рисовой шелухи. [Текст] / Дыбан Ю.П. Порошковая металлургия - 1982 - №2 - с 43-48.
68. **Леонов, С.Б.,** Подготовка шихтовых материалов для электротермического производства кремния. [Текст] / Зельбург Б.И., Авдеев М.П., Леонов Н.П. г. Иркутск: Изд-во ИПУ,1991. –С.151.
69. **Линч, А.Дж.** Циклы дробления и измельчения. Моделирование, оптимизация, проектирование и управление. -Т.1. -М.: Недра, 1981. -343с.
70. **Лучинин, В.** Карбид кремния стратегический материал электроники будущего [Текст] / Мальцев Е. //Электроника: Наука, Технология и Бизнес. 1997, №3-4. с.61-67.
71. **Макаров,В.П.** Структура и термодинамические свойства нитридокремниевой керамики.// Доктор. диссерт. на соискание учен. степени док. физ.-мат. наук.- Бишкек: Институт физики НАН КР.-2001.- 214 с.
72. **Mandelbrot, В.В.** The fractal geometry nature. – N. –Y.: Freeman, 1983. – 480p.
73. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 9169-75. [Текст]/ Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация.
74. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 21216.10-93. Сырье глинистое. [Текст]/ Метод определения минерального состава.
75. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 21216.2-93. Сырье глинистое. [Текст]/ Метод определения тонкодисперсных фракций.
76. Методические рекомендации по оценке качества кварцевого сырья для плавки и оптического стекловарения. М.: ВПО Союзкварцсамоцветы- 1983-69 с.
77. **Нашельский, А.Я.** Производство полупроводниковых материалов. М.: Металлургия 1982.-312с.
78. **Неделько, В.В.** Кинетические закономерности и продукты пиролиза каменного и бурого углей [Текст]/ Корсунский Б.Л., Чуканов Н.В., Ларинова Т.С., Самойленко Н.Г. Корсунский Б.Л., Чуканов Н.В., Ларинова Т.С., Самойленко Н.Г.// Химия твердого топлива, 2003- №1- с.58-68.

79. **Омурбекова, Г.К.** Технология получения технического кремния на основе оксида кремния Таш - Кумырского месторождения. //Известия ОшГУ. Научно-технический журнал, г.Ош, 2004г.- №2-с.157-161.
80. Патенты изобретений к средствам 2465027, 2504415, 2523468, 3510754, 2520095, и 2457009.
81. **Потапов, В.М.** Органическая химия, г. М.-Просвещение», 1981.- 367с.Программа « Кыргызэлектроника», 1999 г.
82. Промышленные установки электродугового нагрева и их параметры. Под общ.ред. Л. Н. Никольского. г.М – Энергия - 1991. -272стр.
83. **Реньян, В.Р.** Технология полупроводникового кремния, Пер.с англ., М.: Металлургия, 1969.-335с.
84. Российской - корейские исследования реакторов на базе силикатной энергетики/ Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 1999, №5(7).
85. **Рохов, Е.Д.** Мир кремния. Пер.с англ. М.: Химия. -1990. -152с.
86. **Сокович, Г.В.** Агрегация алмазов, полученных из взрывчатых веществ [Текст]/ Губаревич В.Д., Бадаев Ф.З., Брылаков О.А. Губаревич В.Д., Бадаев Ф.З., Брылаков О.А. //ДАН СССР.-1990.-Т.310.-№2.-с.402-404.
87. **Степаненко, Б.Н.** Курс органической химии. г.М.-Высшая школа- 1981. - 464с.
88. СТП ИГХ-013-01. Оксид кремния и кварц. Методика выполнения измерений массовой доли калия, натрия и лития методом пламенной фотометрии. г. Иркутск, ИГХ СО РАН, 2001 (Св-во №06-2002).
89. **Строителев, С.А.** кристаллографический аспект технологии полупроводников. г.Новосибирск: Наука, 1976.-191с.
90. **Тарчевский, И.А.** Биосинтез и структура целлюлозы. Марченко Г.Н. г. М – Наука - 1985. -280с.
91. **Ташполотов, Ы.** Дискретном спектре размеров частиц. [Текст] / Ы. Ташполотов, Ысманов Э.М. // Материалы международной конференс. - сер. химико-техно. науки. -Бишкек. -КТУ. _1999. -с.150-154.
92. **Ташполотов, Ы.** Научно-технический отчет. «Разработка технологии получения технического кремния из органических сырьевых ресурсов». [Текст] / Ташполотов Ы., Ашпаев А., Садыков Э., Омурбекова Г.,Нуранов Ш., Матисаков Ж. 2002
93. **Ташполотов, Ы.** Процессы кокс образования бурого угля Кызыл-Кийского месторождения. В сборнике: Материалы республиканской конференции

«Современные проблемы химической технологии» [Текст]/ Ташполотов Ы., Садыков Э., Ысманов Э., Айдаралиев Ж. г. Фергана Узбекская Республика: ФерПИ, 1998, с. 32-34.

94. **Ташполотов, Ы.** Термический процесс переработки угля материалы второй региональной научно-теоретической конференции «современные проблемы науки, техники и образования» [Текст]/ Ташполотов Ы., Кенжаев И.Г., Курманкулов Ш.Ж., Омурбекова Г.К., Анапияев К.Т. г.Джалалабат, 2003, ЖАГТИ,30-31 мая 2003г.с.323-328.
95. **Ташполотов, Ы.** Теоретическое исследование термического разложения угля. [Текст]/ Кенжаев И.Г., Курманкулов Ш.Ж., Анапияев К.Т., Омурбекова Г.К. //Вестник ОшГУ.-серия физико-математических наук.-Ош:ОшГУ.-2003.-№7.-с.158-161.
96. **Ташполотов, Ы.** Самоорганизация фрактальных конденсированных систем. [Текст]/ Ташполотов Ы., Арапов Б.А. – Бишкек : Илим, -2004, -132с.46.
97. **Ташполотов, Ы.** Получения технического кремния и алюминиевого сплава на основе базальта и каменного угля. /Материалы II Республиканской Научно-практической конференции «Использование нетрадиционных методов техники и технологий» [Текст]/ Айдаралиев Ж.К., Ысманов И., Садыков Э.С., г.Фергана 1999-С.-7-8.
98. **Теменов, Ж.Т.** Получение технического кремния на основе неорганических сырьевых ресурсов [Текст]/ ТашполотовЫ, КурманкуловШ.Ж., ОмурбековаГ.К., АнапияевК.Т. // Вестник ОшГУ, серия физико-математических наук, 2002, вып.6, с.67-70.
99. **Тимашев, С.Ф.** Фликер-шум как индикатор «стрелы времени». Методология анализа временных рядов на основе теории детерминированного хаоса// Российский химический журнал, 1997.-Т.41.-№3.-С. 17-29.
100. **Топор, Н.Д.** Термический анализ минералов и неорганических соединений. [Текст]/ Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. г. М.- Мир- 1987-187с.
101. **Туркдоган, Е. Т.** Физическая химия высокотемпературных процессов. Пер. с англ., г. М-Металлургия, 1985-344с.
102. **Уббелоде, А.Р.** Расплавленное состояние вещества. М.: Metallurgia, 1986,735с.
103. **Угой, Я.А.** Введение в химию полупроводников. Высшая школа, г. М.-1965. -С.331.

104. **Фадин, Ю.А.** Размеры и форма частиц при сухом трении металлов [Текст]/ Полевая О.В., Попов И.Н. //Письма в ЖТФ. -1994.-Т.20.-Вып.17.- с.46-49.
105. **Хакен, Г.** Синергетика.-М.: Мир, 1980.-400с.
106. **Ходаков, Г.С.** Физика измельчения. -М.: Наука, 1972. -307 с.
107. **Цыпленков, В.П.** Определение зольного состава растительного материалов. [Текст]/ Бонкина Т.А., Федоров Л.С. Л.:1981.- 160 с.
108. **Черепов, А.Г.** Физические методы исследования природы поверхности пористых высокодисперсных тел. [Текст]/ Ворожбитова Л.Н. Ворожбитова Л.Н. Л.: ЛТИ, 1987. -46с.
109. **Черных, А.Е.** и др. Теоретические аспекты электроплавки кремния. СПб: Изд-во МАНЭБ, 1999.-291с.
110. **Ысманов, Э. М.** Низкотемпературное получение технического кремния из органических сырьевых ресурсов [Текст] / Ташполотов И.Т., Мурзахалилов К.С., Садыков Э.С., Мурзахалилов К.С. // «Техника ва технологиянинг замонавий муамалори» мавзусидаги ёш олимларнинг республика илимий – амалий конференциясининг материаллари, г.Фаргона, -2002.
111. **Ысманов Э.М.** Технология получения кремния с использованием неорганических и органических сырьевых ресурсов, [Текст]/ Ташполотов И., Айдаралиев Ж., Омурбекова Г., Садыков Э.С. ННТ, 2001, № 1, с. 22-24.
112. Экономика Кыргызстана в последние десятилетия XXвека. Бишкек:..2000, с.10-12.
113. Энигматическая конверсия растительного сырья и отходов сельскохозяйственного производства: Производства и применение продуктов микробиологических производств. Обзор информ. ВНИИСЭТИ -1990-вып. 8,-34с.
114. Энциклопедия технологии полупроводниковых материалов. Электронная структура и свойства полупроводников.Т.1, Пер. с англ. Под ред.Э.П. Домашевской. г. Воронеж- 2004.-982с.

МАЗМУНУ

КИРИШҮҮ	5
Кыскартуулардын жана шарттуу белгилөөлөрдүн тизмеси	9
I. КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНДАГЫ КРЕМНИЙДИН МИНЕРАЛДЫК-ЧИЙКИ ЗАТТЫК БАЗАСЫНЫН АБАЛЫ, АНЫ КОЛДОНУУДАГЫ КӨЙГӨЙЛӨР ЖАНА ИЗИЛДӨӨ МАСЕЛЕЛЕРИ	
1.1 Кремний кендери жана табигый кремний кошулмалары	10
1.2 Кыргыз Республикасында жаратылыштагы кремнийди колдонуунун негизги багыттары	13
1.3 Таза кремнийдин кычкылын алуунун ыкмалары жана анын негизиндеги байланыштар.....	15
1.4 Түрдүү кендердеги кремнийлерди колдонуунун абалы жана келечеги	17
1.5 Кремний негизинде өзүнчө композициялык материалдарды алуу	24
1.6 Түрдүү дисперсияларды колдонуу менен дисперстик суу эритмелерин жаратуу ыкмалары	30
II ГЛАВА. КРЕМНИЙДИ ИЗИЛДӨӨНҮН УСУЛДАРЫ ЖАНА КРЕМНИЙДИН БАЙЛАНЫШТАРЫ	
2.1 Органикалык эмес чийки заттык ресурстардын, кремний аралашмаларынын жана суу суспензиясынын объектилери жана изилдөө усулдары	37
2.1.1 Титриметрикалык усул.....	39
2.1.2. Фотоколорриметрикалык усул	40
2.1.3. Эритменин рН көрсөткүчүн аныктоо усулу	40
2.1.4.Спектроскопикалык усул	41
2.1.5. Кремний оксиди негизинде композиттик материалдардын физика- техникалык мүнөздөмөлөрү	42
2.1.6. Кремнийдин оксидинин дисперстик курамын аныктоо усулу	44
2.1.7. Табигый кремний кендеринен тазартылган кремнийдин оксидин алуунун технологиясы	45
2.2 Кремнийдин оксидинин табигый органикалык эмес минералдарынын элементтик курамын аныктоо	49
2.3 Магний жана натрий туздарынан тазалоо негизинде таза кремний алуу	53
2.4 Термикалык кургатуу, химиялык тазалоо жана и фильтрлөө	54
III ГЛАВА. СҮЛҮКТҮ, ОЗГУР КЕНДЕРИНИН КРЕМНИЙ ОКСИДИНИН УНУН КОЛДОНУУ МЕНЕН КОМПОЗИТТИК МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУУНУН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ	
3.1 Композиттик курулуш материалдарын кичине өлчөмдүү кошулмаларда модифирлөө	55
3.2 Композициялык цемент ташынын касиеттерине кремнийдин оксидинин кичине өлчөмдүү кошулмаларынын таасирин изилдөө .	57

3.3	Композициялык материалдардын механикалык, физикалык мүнөздөмөлөрүн сыноо	60
3.4	Кремний оксидинин майда өлчөмдүү унун колдонуу менен композиттик материалдарды алуунун технологиясын иштеп чыгуу	64
ГЛАВА 4. КРЕМНИЙ КЫЧКЫЛЫНЫН (ОКСИДИНИН) БИРИКМЕЛЕРИНЕН СУУ ЭРИТМЕСИН, СИЛИКАТТЫК МАТЕРИАЛДАРДЫ АЛУУНУН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ИШТЕП ЧЫГУУ		
4.1	Активдешкен суунун физика-химиялык параметрлери	67
4.2	Кремний оксидинин гидрофобдук кичине өлчөмдүү бөлүкчөлөрүнүн негизинде стабилдешкен суу эритмелерин алуу ...	71
4.3	КР ӨКМ өрт өчүрүү бөлүмүнүн лабораториялык шарттарында кремний оксидинин суудагы эритмесин сыноо жана колдонууга киргизүү	73
4.4	Силикаттык энергетикалык материалдарды өндүрүүгө арналган жогорку модулдук силикатты алуу технологиясын иштеп чыгуу.....	78
4.5	Силикаттык материалдарга термодинамикалык анализ	84
НЕГИЗГИ ЖЫЙЫНТЫКТАР		91
ПАЙДАЛАНЫЛГАН АДАБИЯТТАРДЫН ТИЗМЕСИ.....		92

Баймуратова Г.А., Өмүрбекова Г.К., Абдалиев У.К.

**ЖАРАТЫЛЫШ КВАРЦИТТЕРИНЕН ЖОГОРКУ ТАЗАЛЫКТАГЫ
КРЕМНИЙ КЫЧКЫЛЫН АЛУУ ЖАНА АНЫ КОЛДОНУУНУН
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ**

Басмага уруксат “___” _____ 2023-ж. берилди

Офсеттик кагаз. Формат 60x84

Көлөмү 6,5 б.т.

Тираж 500 экз. Буйрутма № _____

ОшТУнун басмаканасында басмадан чыгарылды.

714018, Ош ш, Исанова көч., 81.

