ОШ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

Б. ОСМОНОВ АТЫНДАГЫ ЖАЛАЛ-АБАД МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ

Д 05.22.651 ДИССЕРТАЦИЯЛЫК КЕҢЕШИ

Кол жазма укугунун негизинде

УДК: 667.7 (622.7)

(536.1)

Календеров Азамат Жаңыбаевич

Кыргыз Республикасынын кендериндеги чийка заттын негизинде глазурланган фарфор керамикасы

05.17.06 – полимерлердин жана композиттердин технологиясы жана кайра иштетүүсү

Техникалык илимдердин кандидаты окумуштуулук

даражасын изденип алуу диссертациясынын

АВТОРЕФЕРАТЫ

Ош – 2023

Диссертациялык иш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын академик Ж. Жеенбаев атындагы Физика институтунун «Порошок материалдары» лабораториясында аткарылган.

Илимий жетекчи: **Касматытов Нурбек Кыдырмышевич** физика-математика илимдеринин доктору, профессор, «Порошок материалдары» лабораториясынын башчысы, Кыргыз Республикасынын илимдер академиясына караштуу академик Ж. Жеенбаев атындагы Физика институтунун директорунун илимий иштери боюнча орун басары.

Расмий оппоненттер: **Матыева Акбермет Карыбековна**, техника илимдеринин доктору, профессор, Эл аралык инновациялык технология университети.

Курбанбаев Алайбек Борбоевич, техника ишимдеринин кандидаты, доцент, И. Раззаков атындагы Кыргыз Мамлекеттик Техникалык Университетинин «Автомобиль жана темир жолдор, көпүрөлөр жана тоннелдер» бөлүмүнүн башчысы

Жетектөөчү уюм: Санкт-Петербург мамлекеттик технологиялык институту (техникалык университети), химия технологияларынын метал эмес жана силикаттык материалдары кафедрасы, Россия Федерациясы, 190013, Санкт-Петербург ш., Мосва проспектиси, 24-26 уй, А
Телефон: 8(812) 494-93-75
E-mail: office@technolog.edu.ru

Диссертациялык ишти корогоо 2023 жылдын «28» март саат 14:00-дө Ош шаары, Ленин көчөсү, 331, 203 кана дареги боюнача Ош мамлекеттик университетинин жана Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин алдындагы техника илимдеринин доктору (кандидаты) окумуштуулук даражасын изденип алуу үчүн уюштурулган Д 05.22.651 диссертациялык кеңешинин жыйынында болуп өтөт.

Диссертацияны коргоонун онлайн трансляциялоо коду: https://vc.vak.kg/b/052-pvt-luj-9ih

Диссертациянын материалдары менен Ош мамлекеттик университетинин жана Б. Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университетинин китепканаларынан жана диссертациялык кеңештин https://oshsu.kg/ шилтемесинен таанышууга болот.

Автореферат 2023 жылдын «_22_» __*февралда*_ жөнөтүлдү.

Диссертациялык кеңештин
окумуштуу катчысы, ф.-м. и. к., доцент Бекешов Т.О.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациялык темасынын актуалдуулугу.

Глазурланган жогорку вольттогу фарфор керамикадан жасалган изолятору (мындан ары ЖВФК) электр линиясынын таяныч конструкциясына зымды, кабельди же шинаны жерге электр энергиясын өтүүп кетүүсүн алдын алууга багытталган бекитүү үчүн арналган диэлектрик болуп эсептелет. Электр изоляторлору Россияда Корнилов бир туугандарынын заводунда чыгарыла баштаган (1862) жана ошондой эле асма дисктүү изоляторлордун биринчи ойлоп табуулары Хьюлетт жана Джон Дункан (1930) тарабынан патенттелген.

ЖВФК иштеп чыгуу боюнча төмөнкү авторлордун патенттелген эмгектери бар: С.К.Листовдун (патент №126783, 1959), Г.В.Куколевдин (патент №279413, 1969), В.П. Самойловдун (патент № 1084133), В.Д. Бешенцевдин (Патент № 704927, 1979), Е. Н. Постоловдун (патент № 1070132, 1982), К. Г. Аспаяндын (патент № 1044615, 1982) жана С. Ж. Жекишеванын (патент № 2103237, 1998).

С.Ж. Жекишеванын ойлоп табуусунда (1998) фарфор массасын алуу үчүн Кыргыз Республикасынан жергиликтүү сырьесунун негизиндеги: кварц-серицит фарфор ташы; чопо; воластноит; каолин; кварц куму; серицит (фарфор ташынын курамында бар) ингредиенттер колдонулган, күйгүзүү 1280-1320 °С температурасында жүргүзүлгөн.

2015-жылдан тартып азыркы учурга чейин Н.К.Касмамытов жетектеген «Прошок материалдары» лабораториясында жергиликтүү сырьенун негизинде төмөн температурада (1170-1230°С) күйгүзүү менен ЖВФК өндүрүү боюнча жигердүү эксперименталдык изилдөөлөр жүргүзүлүп келет жана ошондой эле биринчи жолу оң натыйжалар жетишилди.

Кыргызстандын керамикалык өнөр жайын өнүктүрүүгө жергиликтүү сырьенун негизиндеги ЖВФК өндүрүүнүн жаңы композицияларын жана технологияларын иштеп чыгуу боюнча изилдөөлөр актуалдуу болуп саналат.

Диссертациянын темасынын приоритеттүү илимий багыттар менен, ири илимий долбоорлор менен, окуу жана илимий мекемелер тарабынан жүргүзүлүп жаткан фундаменталдык изилдөө иштери менен байланышы.

Диссертациялык иш түздөн-түз порошок материалдар лабораториясынын илимий-изилдөө пландарына ылайык Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Президиуму тарабынан бекитилген Мамлекеттик бюджеттин негизинде Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын академик Ж.Жээнбаев атындагы Физика институтунун (КР УИА ИФ) астында «Көп компоненттүү материалдардын технологиясы, структурасы жана касиеттери» аталыштагы долбоордун «Жергиликтүү сырьенун негизинде жогорку вольттогу электр фарфордун жарым өнөр жай үлгүлөрүн иштеп чыгуу»

тапшырмасы боюнча аткарылган жана бул иш бир топ жылдан бери жургузулуп келет (Порошок материалдары лабораториясынын 2015, 2016, 2017 жана 2018 жж. отчеттору). Бул иш Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Физика институтунун конденсирленген абалдын физикасы боюнча, жергиликтүү сырьелердун негизинде талаптагыдай эксплуатацилык касиеттерге ээ болгон жаңы электро техникалык материалдарды алуу менен байланышкан приоритеттуу илимий багыттырдын бири болуп эсептелет.

Изилдөөнүн максаты жана милдеттери.

Изилдөөнүн максаты - Кыргыз Республикасынын кен сырьелорунун негизинде глазурланган электр фарфор керамикасын алуу.

Максатка жетүү үчүн жумушта төмөнкү иштер аткарылды:

1) Электр фарфор керамикасынын учурдагы абалын иликтөө: аларды алуу технологиялары, керамикалык массалардын композициялары, структурасын түзүүнүн мыйзам ченемдүүлүктөрү, физикалык, механикалык жана электрдик касиеттери, классификациясы жана колдонулушу боюнча адабияттарды талдоо;

2) Кыргыз Республикасынын ар түрдүү жергиликтүү кендеринин минералдык ресурстарынын физикалык-химиялык касиеттерин талдоо жана жогорку вольттогу фарфор керамикасы үчүн иштетүүгө эң ылайыктууларын аныктоо;

3) Кыргыз Республикасында электротехникалык фарфорду өндүрүү үчүн жергиликтүү ылайыктуу чопону жана жарактуу сырьесун тандап алуу жана алардын негизинде жогорку вольттогу фарфор керамикасынын (мындан ары – ЖВФК) жана глазурдун эксперименталдык композицияларын иштеп чыгуу;

4) Курамында салмагынын 90%нан кем эмес жергиликтүү сырьену камтыган ЖВФК алуунун бардык технологиялык этаптарын ырааттуу түрдө иштеп чыгуу, ошондой эле глазурь композицияларынын технологиялык негиздерин жана эксперименталдык ЖВФК бетин глазурлоо технологиясын иштеп чыгуу;

5) Глазурланган ЖВФК нын микроструктурасына фрактографиялык жана оптикалык изилдөөлөрдү жүргүзүү жана алардын механикалык жана электрдик касиеттерин изилдөө;

6) № 24409-80 ГОСТ боюнча жергиликтүү чийки заттын негизинде иштелип чыккан эксперименталдык ЖВФК маркасын жана классын аныктоо жана Кыргыз Республикасынын энергетикасында ар кандай тармагында аларды колдонуу чөйрөлөрүн аныктоо.

Алынган натыйжалардын илимий жаңылыгы.

1) Биринчи жолу жергиликтуу сырьёлордун негизинде глазуранган ЖВФК алуу мумкунчулугу эксперименталдык жактан незизделди.

2) Салмагынын 90÷95% Кыргыз Республикасынын кендеринен турган, 1175÷1200°С - 1 саат төмөн температурада күйгүзүүнүн негизде алынган ЖВФКнын жаңы композициялары иштелип чыкты.

3) Жергиликтүү чийки заттын негизинде иштелип чыккан ЖВФК нын бетине колдонуу үчүн глазурдун керамикалык массасынын жаңы курамы түзүлдү.

4) Биринчи жолу ЖВФКнын иштелип чыккан композицияларынын негизинде Кыргыз Республикасынын «Түндүк электр» ААКнын энергетика тармагында колдонулуучу ар кандай типтеги жарым өнөр жай продукциялары:

- электр станцияларында, көмөк чордондордо, комплекттүү бөлүштүрүү түзүмдөрдө жана үч фазалуу өзгөрмөлүү ток өткөрүү түйүндөрдө ток алып жүрүүчү бөлүктөрдү жана бөлүштүрүүчү тутумдарды изоляциялоо жана бекемдөөтүү үчүн, ИОР -1-2-3 ички түзүм үчүн керамикалык тирөөч изолятору;

- зымдарды, кабелдерди же шиналарды электр линиясынын конструкциясына бекитүү үчүн жана токтун жерге өтүп кетүүсүн болтурбоого багытталган ЖВФК изолятору;

- электр аппараттарындагы жана бөлүштүрүүчү түзүлүштөрдөгү ток өткөрүүчү бөлүктөрүн изоляциялоо жана бекитүү үчүн багытталган ИО-10-20 изолятору.

Диссертацияда алынган натыйжалардын илимий жаңылыгы Кыргыз Республикасынын Ойлоп табуулар мамлекеттик реестринде патенттерди каттоо менен корголот:

1) Кыргызпатент KG 31.01.19 № 2122 «Электр фарфорду өндүрүү үчүн керамикалык масса», Касмамытов Н.К., Календеров А.Ж.

2) Кыргызпатент KG 2020-жылдын 28-февралындагы № 2193 «Жогорку вольттогу керамика үчүн глазурленген аралашма», Касмамытов Н.К., Календеров А.Ж.

3) Кыргызпатент KG 31.01.20 № 2187 "Жогорку вольттогу изоляторлорду даярдоо үчүн керамика алуу ыкмасы" Касмамытов Н.К., Календеров А.Ж.

Натыйжалардын ишенимдүүлүгү.

Диссертациялык иш Кыргыз Республикасынын (мындан ары – КР) Мамлекеттик стандарты тарабынан тастыкталган илимий-техникалык жабдуулардын жана приборлордун негизинде, заманбап техникаларды колдонуу менен жүргүзүлдү. Фрактографиялык изилдөөлөр жана ЖВФКнын сынган беттерин анализдөө сканерлөөчү электрондук микроскоптун жардамы менен жүргүзүлдү. ЖВФК бетинде глазурь пайда болушунун микроструктурасы оптикалык микроскопиянын жардамы менен изилденген. Тажрыйбалык ЖВФКнын электрдик касиеттери КР “Түндүк электр” ААКсынын диэлектрдик материалдар башкармалыгында изилденген жана ошондой эле стандарттуу методдор боюнча изилдөө түз жана кыйыр физикалык чоңдуктарды өлчөөдө жана эсептөөдө (3-чекиттүү ийилүүгө механикалык бекемдик, сууну сиңирүү, көзөнөктүүлүк, тыгыздык жана башка өлчөнгөн чоңдуктар) инструменталдык,

статистикалык жана кокустук өлчөө каталарын эске алуу менен жүзөгө ашырылды.

Алынган натыйжалардын практикалык маанилүүлүгү.

КР Улуттук Илимдер Академиясынын Физика институтунун «Прошок материалдары» лабораториясынын кызматкерлеринин КР «Түндүк электр» ААКсынын кызматкерлери менен биргеликте жүргүзгөн изилдөөлөрүнүн негизинде жергиликтүү сырьенун негизинде глазурланган ЖВФК сапатына жарактуу экендиги аныкталган. Изоляторлор ГОСТ № 20419-83 боюнча 110 ЖВФК классынын классификациясына жана техникалык талаптарына жооп берет. Изилдөөлөрдүн негизинде Кыргызпатентте керамикалык массанын курамына, глазуранын курамына, жергиликтүү чийки заттын негизинде ЖВФК алуу технологиясына патенттер катталган. Керамикалык өндүрүшкө киргизүү үчүн жергиликтүү сырьенун негизиндеги ЖВФК продукциясын сунуш кылса болот.

Алынган натыйжалардын экономикалык маанилүүлүгү.

Чет элдик ЖВФК жалпы баасына кошумча түрдө транспорттук салык, бажы төлөмдөрү жана башка чыгымдар кошулгандыктан, жергиликтүү сырьенун негизинде биз тараптан иштелип чыккан ЖВФК продукциясынын жалпы өздүк наркы, алдын ала эсептөөлөргө караганда, чет өлкөлүк продукциялардан 1,5-2 эсе арзан болоорун белгилөөгө болот.

Диссертациянын коргоого алып чыгылуучу негизги жоболору:

1. 5-10% Вишневогорск талаа шпатын (Россия) кошуу менен, 90-95% Кыргыз Республикасынын кендеринен алынган жергиликтүү сырьедон турган керамикалык фарфор массасынын компоненттик жана сандык курамын алуу.

2. Кыргыз Республикасынын жергиликтуу кендеринен алынган сырьелордун негизинде ЖВФК алуунун ыкмасы жана технологиялык этаптары иштелип чыгылган.

3. Жергиликтүү сырьенун негизинде жогорку вольттуу фарфор керамикас ынын бетин жабуу үчүн арналган глазурь шихтасынын курамын тузуу.

4. Т = 1170÷1230°С төмөнку температуралык күйгүзүүдө ЖВФКнын жана глазурдун микроструктурасынын түзүлүшу боюнча электрондук-микроскопия жана оптика изилдөөлөрдүн жыйынтыктары.

5. Жергиликтүү сырьенун негиздеги ЖВФКнын ийилуу жана электр чыңалуусун өткөрүп жиберүү боюнча механикалык бекемдигин көрсөтүүчү натыйжалар.

Изденуучунун жеке салымы. Жергиликтүү сырьенун негизинде глазурланган ЖВФКны алуу технологиясын иштеп чыгуу боюнча

диссертацияда берилген натыйжалар, ошондой эле алардын микроструктурасы жана касиеттери боюнча эксперименталдык изилдөөлөр КР ФИ ИА «Порошок материалдары» лабораториясында жургузулгон биргелешкен иштин натыйжасы болуп саналат.

Биргеликте жарыяланган [4-11] иштерде авторлоштор уюштуруу моменттеринде жана натыйжаларды талкуулоого катышышкан, ал эми эксперименттерди жургузуу жана негизге натыйжаларды алуу изденуучунун жеке салымы.

Автор ушул багытка жакын ойлоп табуулардын жана патенттердин көп сандагы прототиптерине иликтөө жүргүзгөн жана ойлоп табууга бардык үч патенттин структурасын иштеп чыккан, аларды Кыргызпатентке алуу үчүн өтүнмө берген.

Изилдөө натыйжаларын апробациялоо. Диссертациялык иштин жыйынтыктары жана жоболору илимий-практикалык конференцияларда талкууланып, баяндамалар жасалды:

1) 59-Эл аралык илимий конференция "Илим жана заманбаптык 2020", Россия, Москва, 30-31-январь, 2020-ж.

2) 60-эл аралык илимий конференция "Физика-математика илимдери 2020", Россия, Москва, февраль, 2020-жыл.

3) «Рахматулин – Ормонбеков окуулары» эл аралык илимий конференциясы, Бишкек 2020.

4) Евразия илимий ассоциациясынын 60-Эл аралык илимий конференциясы «Илим жана заманбаптык 2020», Россия, Москва, 27-28-февраль, 2020-ж.

5) Евразия илимий ассоциациясынын 82-эл аралык илимий-практикалык конференциясы «Илимдин теория жана практикадагы жыйынтыктары 2021», Россия, Москва, 24-25-декабрь, 2021-жыл.

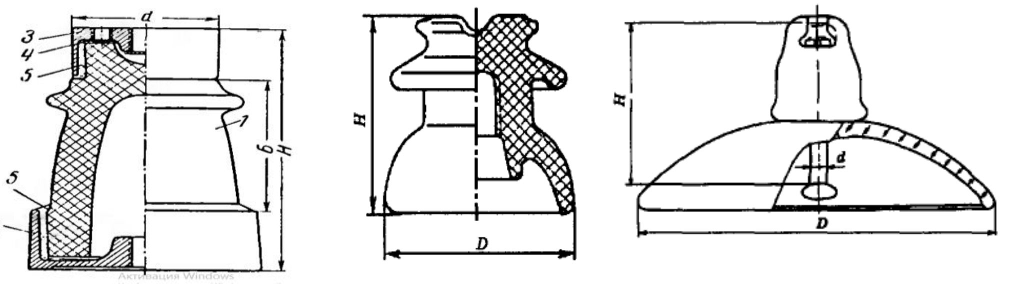
Диссертациянын жыйынтыктарынын басылмаларда чагылдырыл ышы: Диссертациялык иштин материалдары рецензияланган Россиялык жана Республикалык илимий журналдарда жарыяланган 11 басылмаларда, «РИНЦ» маалымат базасына киргизилген жыйнактарда, анын ичинде ойлоп табууга Кыргыз Республикасынын 3 патентинде чагылдырылган. Диссертация Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын Физика институтунун мамлекеттик бюджеттик илимий-изилдөө иштеринин алкагында жүргүзүлгөндүктөн, иштин натыйжалары 2016 – 2021 жылдардагы илимий-изилдөө иштеринин жылдык илимий отчетторунда да чагылдырылган.

Диссертациянын структурасы жана көлөмү. Диссертация кириш сөздөн, ар биринде корутундулары бар 3 бөлүмдөн, жалпы корутундудан жана пайдаланылган адабияттардын тизмесинен турат. Диссертация 126 беттен анын ичинде 11 таблицадан, 34 сүрөттөн жана 115 колдонулган булактардан турат.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө эмгектин илимий жаңылыгы баяндалып, негизги максаты түзүлүп алардын максаттары аныкталган. Теманын актуалдуулугунун негиздемеси, иштин жалпы мүнөздөмөсү жана милдеттери, илимий жаңылыгы, практикалык мааниси жана ошондой эле диссертациялык иштин негизги жоболору берилген. Бул диссертациялык ишти жүзөгө ашырууга автордун жеке салымы жөнүндө маалымат берилген.

Биринчи бөлүм «АДАБИЯТТАРГА ОБЗОР» деп аталат жана диссертациянын темасы боюнча адабият маалыматтарын кеңири талдоонун натыйжалары баяндалат, фарфордун негизиндеги классикалык электрдик материалдардын композициялары изилденет. Булактардан[1] белгилүү болгондой, электрдик фарфор – бул электр зымдарын, кабелдерин электр линиясынын таяныч конструкциясына бекитүү үчүн колдонулган белгилүү бир конфигурациядагы диэлектрик. Жогорку волттуу фарфор (мындан ары – ЖВФК) өзүнүн курамы боюнча фарфордук корпустан, таяк түрүндөгү арматуралоочу элементтен (же чоюн капкактан жана фланецтен), цемент катыргычтан, картондон же капкакты туташтыруу үчүн колдонулган жалаң териден, фарфор жана фарфордон турган композиттен түзүлөт. Түзүлүшү боюнча изоляторлор тирөөч изолятору[2], жана «линия изолятору» болушу мүмкүн (1 сүрөт).



а) б) в)

1 сүрөт Тышкы чөйрөдө колдонууга арналган фарфор изоляторлорунун структуралык көрүнүшү: а) ТФ-750кр тибиндеги тирөөч изолятору: 1-фарфор корпусу, 2-фланец, 3-капкак, 4-прокладка, 5-цементтик байланыш; б) сызыктуу таякча изолятору; в) сфералык бети бар асма изолятор

В. Б. Берёзиндин[3] жумуштарынын натыйжаларына ылайык жана ГОСТ[4] 9984–85ге ылайык $1{,}10^{-7}$ 1/сааттан ашпаган бузулуу ылдамдыгы менен ЖВФКнын иштөө мөөнөтү 25–30 жылды түзөт.

ЖВФК диэлектрдик, механикалык жана термофизикалык касиеттерге талаптарды жогорулатат. Жогорудагы касиеттерди жакшыртуу үчүн ЖВФК

1.Будников, А. И. Химическая технология керамики и огнеупровов [Текст] / П. П. Будников, Д. Н. Полубояринов. – М.: Издательство литературы по строительству, 1972. – 553 с.

2. Электротехнические материалы [Текст]: справ./В. Б. Березин, Н. С. Прохоров, Г. А. Рыков, А.М. Хайкин. – М.: Энергоиздат, 1993.504 с.

3.ГОСТ 1232-82. Изоляторы линейные штыревые фарфоровые и стеклянные на напряжение 1-35 кВ. Общие технические условия [Текст]: гос.стандарт РФ (Союза ССР). – М.: Изд-ва стандартов, 1990. – 20 с.

4.ГОСТ 20419-83 (СТ СЭВ 3567-82). Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования [Текст]: гос.стандарт РФ (Союза ССР). – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 13 с.

керамикалык массасынын композиттик курамында түрдүү кошумчалар колдонулат.

ЖВФКда негизги матрицалык материалы чопо болуп саналат, ал бириктирүүчү ролду аткарат, бирок ЖВФК матрицасы катары чопонун айырмалоочу өзгөчөлүгү болуп саналат, ал ошондой эле 47% салмагы менен SiO_2, 39% Al_2O_3 жана 14% H_2O турган дисперстүү каолинит кристаллдарын камтыйт.

Минералогиялык курамы боюнча адсорбциялык чопо негизинен монтмориллониттен турат, ал байлануу жөндөмдүүлүгүнүн жогорулашы, алмашуучу негиздеринин жогорку сыйымдуулугу, адсорбциялык жана каталитикалык активдүүлүгү менен айырмаланат. Чопонун негизги химиялык компоненттери SiO_2 (30-70%), Al_2O_3 (10-40%) жана H_2O (5-10%); аз өлчөмдө Fe_2O_3 (FeO), TiO_2, CaO, MgO, K_2O, Na_2O, CO_2, азыраак MnO, SO_3, P_2O_5 аралашмалар түрүндө болот. Ошентип, биз изилдеген ЖВФК гетерогендүү микроструктурасы бар композиттик материал болуп саналат.

Электр фарфордун фазалык курамы боюнча адабият маалыматтарын талдоо ЖВФК үч негизги фазадан тураары көрсөтүлөт: айнек сымал бириктиргич фаза, композиттик матриканын ролу (40 -64% көлөм) жана мулит кристаллдары (15-30% көлөм) жана кварц (10-30% көлөм) бекемдөө фазалары.

Ар кандай технологиялык схемаларда[5] чоподон тышкары кварц куму, кремний диоксиди, каолинит, каолиндер, талаа шпаттары, фарфор таштары жана башка кээ бир калдыктар, сынган фарфор кошулат.

Жогорудагы чийки заттар шар тегирмендерде нымдуу майдалоо жолу менен майдаланып, калыпка салынып, кургатылат жана электр мешинде алдын ала глазурь катмары менен күйгүзүлөт. Фарфор үчүн максималдуу күйүү температурасы курамына жараша 1200 °Сден 1450°С ге чейин өзгөрүшү мүмкүн. Практикада электрофарфор эң кеңири таралган, анын курамында болжол менен 60÷70% SiO_2, 35÷25% Al_2O_3 жана 10÷5%ке жакын төмөнкү оксиддер түрүндө K_2O, Na_2O, CaO, анын ичинде Fe_2O_3, MgO аз аралашмалардын оксиддери бар 1% дан жогору.

Биринчи бөлүм боюнча корутунду. Литературалык анализ электр фарфор материалдарына, анын ичинде жогорку вольттуу фарфор материалдарына жүргүзүлгөн. Фарфор материалдарынын керамикалык массаларынын фазалык составдары толук изилденген. Түзүлүшү жана негизги эксплуатациялык касиеттери изилденген, ошондой эле электрофарфор керамикасын алуунун технологиялык этаптары жана аларды колдонуу чөйрөлөрү баяндалган.

Экинчи бөлүм «ИЗИЛДӨӨНҮН МЕТОДОЛОГИЯСЫ ЖАНА МЕТОДДОРУ». Диссертацияда алдыга коюлган илимий милдеттерди аткарууга катышкан эксперименттердин жана изилдөөлөрдүн негизги ыкмалары баяндалган.

5. ГОСТ 20419-83 (СТ СЭВ 3567-82). Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования [Текст]: гос.стандарт РФ (Союза ССР). – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 13 с.

Изилдөө объектиси болуп чийки заттар, фарфор массасынын жана жогорку вольттогу фарфор керамикасынын композициялары, ошондой эле жергиликтүү минералдык сырьенун негизинде жасалган глазурь саналат.

Изилдөөнүн предмети болуп жергиликтүү минералдык чийки заттын негизинде жогорку вольттогу фарфордун жана глазуранын керамикалык массасынын композицияларын алуунун технологиялык негиздерин иштеп чыгуу, алардын күйүүсүн, структурасын жана ЖВФК менен жылтыратылган негизги касиеттерин изилдөө саналат.

Атап айтканда, чийки затты даярдоонун ырааттуулугу сүрөттөлгөн, ЖВФК композицияларынын компоненттерин тандоонун критерийлери, аны дозалоо жана нымдуу майдалоо режимдерин эсептөө иштелип чыккан. Керамикалык массанын пластикалуулугунун жана аны кургатуусунун өзгөчөлүктөрү баяндалат. Керамикалык массаны калыптандыруунун жана күйдүрүүнүн, ошондой эле эксперименталдык ЖВФКнын бетине глазурь коюунун ыкмалары жана технологиясы каралат. Тыгыздыкты, сууну сиңирүүнү, үч чекиттүү ийилүүдө чыңалууга бекемдикти аныктоо ыкмалары, микроструктураны изилдөө методдору ж.б.

Экинчи бөлүм боюнча корутунду. Технологиялык процесстин бардык ырааттуу этаптарында, атап айтканда: нымдуу майдалоо, калыптоо, күйгүзүү жана эксперименталдык ЖВФК ны глазурлоо методдору жана режимдери аныкталат. Жергиликтүү чийки заттын негизинде глазурланган ЖВФК нын микроструктурасын жана негизги эксплуатациялык касиеттерин эсептөөнүн жана изилдөөнүн стандарттуу ыкмалары баяндалган.

Үчүнчү бөлүм «ЖЕРГИЛИКТҮҮ СЫРЬЁНУН НЕГИЗИНДЕ ГЛАЗУРЛАНГАН ЖВФК АЛУУНУН, МИКРОСТРУКТУРАСЫН ЖАНА ЭЛЕКТРДИК КАСИЕТТЕРИН ТҮЗҮҮНҮН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК АСПЕКТИЛЕРИ»**.** Кыргыз Республикасынын кендеринин баштапкы сырьёлорунун негизги физикалык-химиялык мүнөздөмөлөрү талдоого алынган. Биз иштеп чыккан критерийлер боюнча жергиликтүү сырьёнун негизинде ЖВФК өндүрүү үчүн жергиликтүү чийки заттын жарактуулугу жана тандоосу боюнча биз колдо болгон минералдык чийки заттын түрлөрүнүн ичинен физикалык жана химиялык мүнөздөмөлөрү боюнча эң ылайыктуу минералдык ресурстарды тандап алдык. Кыргыз Республикасынын ар кандай кендеринен, тандалган чийки заттын негизинде чийки заттардын компоненттеринин курамы жана саны боюнча айырмаланган ЖВФК прототиптеринин бир нече түрдүү партиялары даярдалган.

3.1таблицада жергиликтүү чийки заттын негизинде ЖВФКнын жаңы композицияларын эксперименталдык иштеп чыгуу үчүн тандалган чийки заттар келтирилген. Баардык жергиликтүү тандалган чийки заттын курамында (3.1-таблицаны караңыз) Fe_2O_3 түрүндөгү 1,17÷1,35% масса өлчөмүндө жогорку

вольттогу фарфор үчүн жагымсыз темир кычкылы бар экендигин белгилей кетүү керек, бул норма 2÷2,5 эсеге, оксиддердин химиялык курамы боюнча ГОСТ 2642-86 жана ГОСТ 19609-89 талаптары менен белгиленген. ГОСТто ЖВФК өндүрүү үчүн арналган чийки чопо, темир кычкылынын сандык мазмуну салмагы боюнча 0,5% ашпоого тийиш деп белгиленген.

Таблица 2.2. ЖВФК -1, 2, ... 5 тандалган керамикалык массалар үчүн оксид фазаларынын сандык курамы боюнча теориялык эсептөөлөрдүн маалыматтары келтирилген.

Түзүлүшүн жана касиеттерин алдын ала изилдөөлөргө ылайык, ар кандай күйгүзүлгөн ЖВФК үлгүлөрүнүн ар түрдүү партияларынан эң мыкты электрдик жана механикалык касиеттерге ээ болгон ЖВФК 1, ЖВФК 2, ЖВФК 3, ЖВФК -4 жана ЖВФК -5 мыкты композициялары тандалып алынган композициялар. Изилдөө үчүн үлгүлөр 5 даанадан жасалган ЖВФК ар бир курамы үчүн. Белгилей кетсек, изилдөө үчүн 100% жергиликтүү чийки заттан турган ЖВФК -4 үлгүлөрү жана 3-6% орус талаа шпаты камтыган ЖВФК -5 үлгүлөрү үч даанадан жасалган, бирок сандык жактан айырмаланган компоненттердин ар биринин мазмуну композициянын белгиленген диапазонунда жатат.

Таблица 3.1 - Кыргыз Республикасынын кендеринин минералдык чийки затынын курамындагы оксиддердин сандык курамы

Аталышы	SiO_2	AI_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	МУ*
Кара-тут чопосу	54,6	28,7	1,33	0,51	0,73	0,12	0,04	2,8
Кара-Кече чопосу	63,97	20,59	1,76	0,74	0,66	2,60		9,47
Уч-Курт фарфордук таш	78,7	11,48	1,46	0,41	0,49	2,9	0,39	2,38
Чоко-Булак каолини	46-51	32,2	1,17	-	-	-	-	-
Вишневогорск талаа шпаты (Россия)	64,0	20,0	0,3	1,0	0,2	5,5	7,5	1,5

Эскертүү: * майдалоо учурандагы жоготуу

Таблица 3.2Жергиликтүү сырьенун негизинде эксперименталдык ЖВФК фазалык курамы

Оксиддердин составы	SiO_2 %(мас.)	Al_2O_3 %(мас.)	Fe_2O_3 %(мас.)	CaO %(мас.)	MgO %(мас.)	Na_2O *K_2O %(мас)
ЖВФК 1	58,35	21,44	1,16	0,25	0,24	2,03
ЖВФК 2	61,11	22,41	0,69	0,34	0,28	2,35
ЖВФК 3	60,4	24,34	1,41	0,52	0,57	1,41
* ЖВФК	68-72	24-28	0,4-0,6	0,6-0,9	0,11-0,5	2-4

Эскертүү: *ЖВФК - булактарынан алынган түрдүү композициялары.

3.3-таблицада жергиликтүү сырьенун негизинде ЖВФК продукциясынын бетин жылтыратууга арналган, импорттук Вишневогорск талаа шпаты (Россия) кошулган жергиликтүү сырьёсунан турган, эксперименталдык түрдө иштелип чыккан көп компоненттүү глазурь композициясы келтирилген.

Буга чейин 30 түрдүү глазурь композициясы иштелип чыккан жана чыгарылган, алар компоненттердин курамы жана ар бир компоненттеринин сандык курамы боюнча айырмаланат. Иштелип чыккан глазурь атайын даярдалган алдын ала күйгүзүлгөн ЖВФК -1,2,…5 үлгүлөрүнө колдонулган, эң мыкты глазурь курамын аныктоо жана тандоо үчүн, ЖВФК сыныгынын бети менен эң жакшы адгезиялык касиеттери глазурь микроструктурасы.

Таблица 3.3 - Жергиликтүү сырьёнун негизинде ЖВФК үчүн иштелип чыккан глазуранын курамындагы минералдык сырьёнун компоненттеринин массалуу үлүшү

Глазурдун чийки материалдары	Массалык басым %
Вишневогорск талаа шпаты (Россия)	45-50
Ак-таш доломити	20-25
Фарфор ташы	15-20
Кара-кече чопосу	8-10
Кочкор барити	5-7

Глазурь компоненттеринин ар кандай курамы менен ЖВФК -1,2, ...5 бардык эксперименталдык партияларында күйгүзүү ЖВФК өзүндөй эле ысытуунун, кармоонун жана муздатуунун температуралык режимдеринде жүргүзүлдү.

ЖВФК -1,2,…5 прототиптеринин бетинде микроструктуранын пайда болуу өзгөчөлүктөрүн мурда изилдеп чыккан, бардык иштелип чыккан глазурь үчүн күйгүзгөндөн кийин, ошондой эле электрондук микроскоп аркылуу глазуранын адгезиялык касиеттерин изилдеп, эксперименттин жүрүшүндө адгезиясынын өзгөчөлүктөрүнө жана анын жоктугуна жараша эң жакшы глазурь

курамын тандап алдык (3.4-таблицаны караңыз). ЖВФК -1,2 жана 3 эксперименталдык композициялары үчүн андан аркы эксперименталдык изилдөөлөр ушул глазурь менен капталган үлгүлөр боюнча гана жүргүзүлдү.

Бул главада төмөнкүдөй иштелип чыккан технологиялык схема боюнча жергиликтүү сырьёнун негизинде ЖВФК эксперименталдык глазурланган үлгү лөрүн алуунун бардык технологиялык этаптары ырааттуу түрдө сүрөттөлөт:

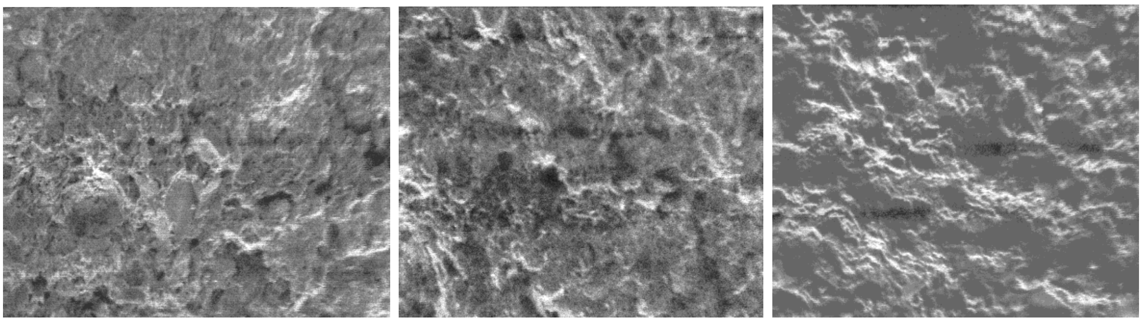
1. компоненттерди тандоо жана порошок керамикалык аралашмаларды даярдоо;
2. массасынын 0,95-1,1% майдалыкка чейин +0,063 электен өткөрүп нымдуу майдалоо;
3. керамикалык массаны меште Т=90-100°С та кургатуу;
4. нымдуу керамикалык массаны бөлмө температурасында толтуруу;
5. массаны цилиндрдик үлгүлөр түрүндө экструзия менен калыптоо;
6. үлгүлөрдү бөлмө температурасында абада кургатуу;
7. үлгүлөрдү 1170, 1200 жана 1230°С 1 саат температурада мешинде бышыруу;
8. эксперименталдык ЖВФК күйгүзүлгөн үлгүсүнүн бетине глазурь коюу;
9. жылтыратылган ЖВФК үлгүлөрүн бөлмө температурасында кургатуу;
10. айнектелген ЖВФК үлгүлөрүн күйгүзүүнүн акыркы этабы.

Изилдөөлөр көрсөткөндөй, кайра бөлүштүрүүнүн бардык 10 технологиялык этаптарынан өткөн жергиликтүү сырьёнун негизинде иштелип чыккан керамикалык масса, күйүүнүн акыркы этабында, анын бекемдигин жана электрдик касиеттерин алдын ала аныктаган глазурланган ЖВФК үлгүлөрүндө талап кылынган микроструктура түзүлөт. Жергиликтуу сырьёлордун негизинде ЖВФК чыгаруунун сунуш кылынган технологиялык схемасы фарфорду чыгаруунун классикалык технологиясына салыштырганда майдалоо, кургатуу, калыптоо, куюу технологиясынын өзгөчөлүктөрөнөн бир аз айырмаланат. Иштелип чыккан технологиялык схеманы ырааттуу ишке ашыруу ГОСТ № 20419-83 боюнча талап кылынган эксплуатациялык касиеттери менен жергиликтүү сырьенун негизинде ЖВФК алууга мүмкүндүк берди.

Сүрөткө ылайык 3.1 а-в, Т=1170 °С температурада ЖВФК-1,2 жана 3 күйгүзүлгөн сыныктардын бетинин микроструктурасын көрсөтөт. Көрүнүп тургандай, берилген температурада эксперименталдык ЖВФК бардык түрлөрүндө минималдуу көзөнөктүүлүк менен жетишерлик тыгыз микроструктура түзүлөт. ЖВФК-3 курамынын микроструктурасында микротешиктердин өлчөмү ЖВФК-1 жана ЖВФК-2ге салыштырмалуу байкаларлык төмөн экендигин белгилей кетүү керек. ЖВФК-1 жана ЖВФК-2 микроструктурасында сынык бетинин аянтынын бирдигине айыкпаган калдыктар ЖВФК-3 менен салыштырганда жогору.

Бул факт ЖВФК-1 жана ЖВФК-2 эксперименталдык композицияларында берилген күйгүзүү температурасында Т = 1170 ° С, айнек фазасынын жетишсиз өлчөмдө пайда болушу менен байланыштуу. 3.2 а,б-сүрөттө 1200°С (а) жана

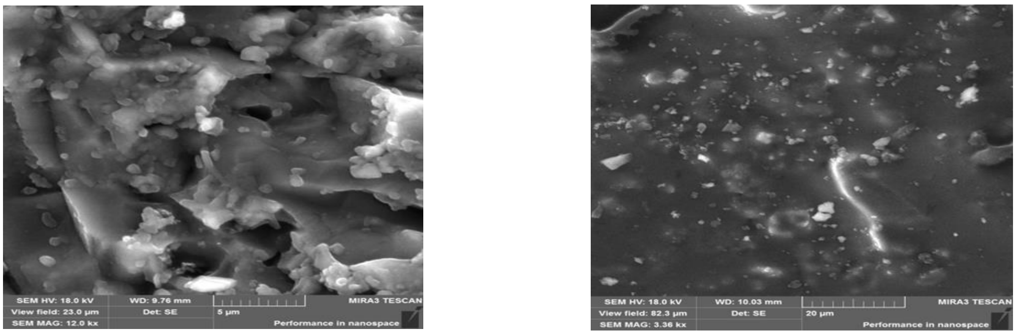
1230°С (б) температурада күйгүзүлгөн эксперименталдык ЖВФК сыныктарынын микроструктуралары көрсөтүлгөн, сканерлөөчү электрондук микроскопто жогорку чоңойтууда алынган. Эксперименталдык ЖВФК нын микроструктурасында 1230°С күйгүзүү температурасында 1200°С температурада күйгүзүлгөн ЖВФК үлгүлөрүнө салыштырмалуу суюк фазанын көп санда пайда болгонун көрүүгө болот, бул байкалаарлык таасир этет.



а) б) в)

3.1 а-в сүрөт Сканердик электрондук микроскопто күйгүзүү температурасында Т=1170°С алынган жогорку вольттуу фарфор керамикасынын (ЖВФК) микроструктурасы: а) ЖВФК -1, б) ЖВФК -2, в) ЖВФК-3 (400х жолу чоңойтулган)

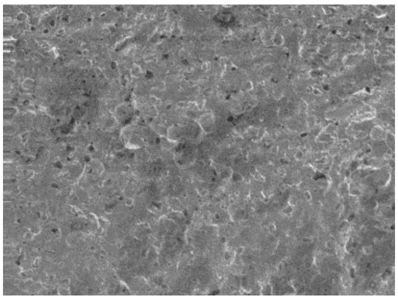
1170°Сден 1230°Сга чейинки күйгүзүү температурасынын диапазонундагы ЖВФК-1 жана ЖВФК-2 үлгүлөрүнүн микроструктурасынын түзүлүшүнө электрондук фактографиялык анализ жүргүзүүнүн аркасында төмөндөгүлөр аныкталды: ЖВФК-1 жана ЖВФК-2 үлгүлөрүнүн прототиптери ЖВФК -2 өтө тар күйгүзүү температурасы диапазонуна ээ, ал $\Delta T \approx 30 \div 40$°С, мында бул композициялар үчүн зарыл болгон ЖВФК микроструктурасы түзүлөт, ал эми ЖВФК -1,2 үчүн оптималдуу күйгүзүү температурасы $\Delta T \approx 30 \div 40$°С болот, 1200 ± 10°С. Күйүү температурасынын 1230°С жогору көтөрүлүшү менен ЖВФК -1 жана ЖВФК-2 үлгүлөрү күйүп кетет.

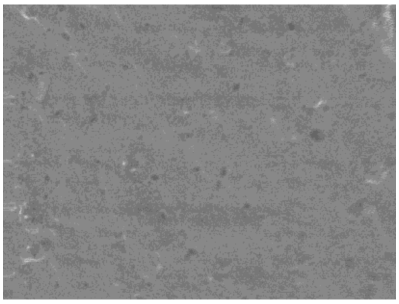


а) б)

3.2 а, б сүрөт Кыргыз Республикасынын кендеринен алынган жергиликтүү сырьёнун негизинде ЖВФК-1 жарака бетинин микроструктурасы: а) 1200°С температурада күйгүзүлгөн ЖВФК-1 үлгүлөрү; б) ЖВФК-1 1230°С температурада атылган (1200х жолу чоңойтулган)

ЖВФК-1,2 прототиптеринин микроструктуралык анализи, күйгүзүү температурасына жараша, T_1 = 1200 ° C температурада күйгүзүлгөн ЖВФК прототипинин үлгүлөрүндөгү көзөнөктүүлүк бир аз жогору экендигин көрсөттү (3.3 а-сүрөттү караңыз - кара тактары. T_2=1230oC температурада күйгүзүлгөн ЖВФК микроструктураларына караганда тегеректелген форма микротешикчелер болуп саналат (3.3б-сүрөттү караңыз). Күйүү температурасынын $\Delta T = T_2 - T_1$=30oC жогорулашы менен ЖВФК 1200°C жана 1230°C күйгүзүү режимдеринде күйгүзүлгөн ЖВФК үлгүлөрүнүн көзөнөктүүлүгүн түз баалоо күйгүзүүгө салыштырмалуу 1230°C күйгүзүү температурасында көзөнөктүүлүк 2 эсеге азайганын ачык көрсөтүп жатканын белгилей кетүү керек бул ЖВФК курамы үчүн 1200 ° C температурасы. ЖВФК - 1,2,…5 бардык эксперименталдык композициялар үчүн 1200÷1230°C температурада күйгүзүү учурунда микроструктура түрүндөгү мулит жана кварцтын майда бүртүкчөлүү кристаллдык фазаларынын пайда болушу менен түзүлөөрү аныкталган.


а)


б)

3.3 а, б сүрөт SEM VS-301 менен алынган, жергиликтүү сырьенун негизинде глазурланбаган эксперименталдык ЖВФК нын сынган беттеринин микросүрөттөрү: а) T=1200°C жана б) T= 1230°C (200х жолу чоңойтулган)

3.3 а, б-сүрөттөн 1170°C температурада күйгүзүлгөн ЖВФК микроструктураларында ар кандай формадагы жеке айыкпаган микротешикчелер байкалаары ачык көрүнүп турат, алардын көбү тегеректелген формага жакын, ал эми температурада 1200°C, ЖВФК микроструктурасындагы көзөнөктүүлүк төмөндөйт. 1230°C күйгүзүү температурасында ЖВФК үлгүлөрүнүн "көрүнгөн көзөнөктүүлүгү" 1% дан аз. Бул учурда, ЖВФК микроструктурасында кристаллдык фаза үлгүнүн бүткүл көлөмү боюнча бир калыпта жана бирдей бөлүштүрүлөт.

Сырьёнун компоненттери жана алардын сандык курамы үчүн глазуранын эң жакшы курамын тандоо үчүн чийки компоненттердин ар кандай пропорциялары бар көп сандагы (N=30) эксперименталдык глазурь композицияларына бир катар алдын ала эксперименттер жүргүзүлгөн.

30 мүнөттүк экспозиция менен 1200°C күйгүзгөндөн кийин ЖВФК бетинде глазуранын пайда болушун изилдөөлөр менен жогорку адгезияга ээ болгон глазуранын эң жакшы курамын аныктоого мүмкүндүк берди (2.4-таблицаны

караңыз). Эксперименталдык ЖВФК -1,2 жана 3 боюнча, ошондой эле микрожарыктар түрүндөгү кемчиликтер жок.

ЖВФК негизги сыныгынын керамикалык массасын шар тегирменде майдалоо технологиясынан айырмаланып, глазуранын алдын ала композициялары кол менен майдалоо жана фарфор эритмесинде сүртүү жолу менен жасалган (3.4-таблицада келтирилген массалык үлүштөр). Керамикалык глазурь аралашмасын майдалоо жана сүртүү керектүү консистенцияга чейин жүргүзүлдү, б.а. керамикалык масса «суюк каймак» түрүндө жасалган, мында суюк жана катуу бөлүкчөлөрдүн алардын жумшактыгына жана тыгыздыгына карата абалы тыгыздыгы 1,6-1,65 г/см^3 болгон тайгалак-суспензия болгон.

ЖВФК -1,2 жана 3 прототиптеринин бетин айнектөө процесси эки жол менен ишке ашырылган: 1) ЖВФК нын алдын ала күйгүзүлгөн үлгүлөрүн глазурга малып алуу; 2) чачуучу пистолеттин жардамы менен ЖВФК прототиптеринин бетине суспензия-глазураны чачуу. ЖВФК үлгүлөрүнүн айнектелген беттери 1% дан кем эмес нымдуулукка чейин кургатылган.

Бөлмө температурасында кылдат кургатылгандан кийин, ЖВФК жылтыратылган прототиптери электр мешинде белгиленген температурада бөлмө температурасына чейин жылытуу, кармоо жана муздатуу үчүн программалык камсыздоо менен күйгүзүлгөн. Тажрыйба көрсөткөндөй, эң жакшы глазурь курамы төмөнкү компоненттердин 50-55% массасынын суммасынан турат: Ак-Таш доломити 20-25%, Үч-Курт фарфор ташы 15-20%, Кара-Кече чопо 8- 10% жана Кочкор барити 5-7%, калганы 45-50% импорттук Вишнегогорск талаа шпатын түзөт.

100% жергиликтүү сырьедон турган жаңы глазураларды иштеп чыгуу бул диссертациялык иштин көлөмүнө кирбей калган, бирок келечекте аларды алуу үчүн өзүнчө изилдөөлөр талап кылынат. Мыкты аткаруу менен глазурь төмөндөгүдөй жасалган. Глазуранын бардык компоненттери 8 саат бою шар тегирменде майдаланган. Андан кийин, майдаланган порошок аралашмасы +0056 стандарттуу электен өткөрүлдү. Элеген масса суу менен аралаштырылды жана суюк-каймак аралашмасы тыгыздыгы 1,6 -1,8% г/см^3 консистенциясына келтирилди. Бул абалда глазурь ЖВФК алдын ала чаңсыз үлгүсүнүн бетин эки ыкма менен, 1 чачкыч менен чачуу жана ЖВФК үлгүсүн 2 суюк глазурага малып салуу. ЖВФК прототиптеринин бетине глазурь колдонулгандан кийин, акыркысы ачык абада бөлмө температурасында 1% калдык нымдуулукка чейин кургатылган. Андан кийин жалтыратылган жана кургатылган ЖВФК үлгүлөрү жумушчу камерага электр мешинин объекттик столуна орнотулуп, 1 саат экспозиция менен 1200°С температурада күйгүзүлгөн. 3.1-таблицада 1175°С-1200°С «төмөн температуралык» күйгүзүү учурунда ЖВФК нын бетине колдонуу үчүн даярдалган, негизги оксиддердин курамы боюнча глазуранын эсептелген фракциялык курамы көрсөтүлгөн. 3.1-таблицада глазуранын

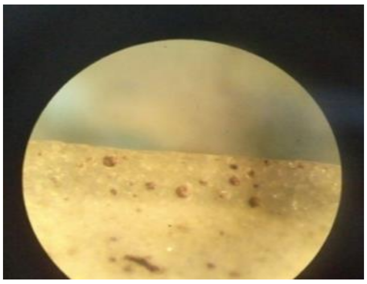
иштелип чыккан курамында оксиддик компоненттердин масса боюнча пайыздык маанилери SiO_2 (49,6% өлчөмүндө), Al_2O_3 (13,3%), Fe_2O_3 (0,5%), CaO (7,46%) экенин көрсөтүп турат), MgO (5,16%), Na_2O жана K_2O (6,99%) жана BaO (3,94%).

Таблица 3.4 – төмөн температурадагы (Т = 1170-1200°С) эксперименталдык ЖВФК күйгүзүү үчүн арналган глазуранын оксиддик компоненттеринин болжолдуу массалык курамы

Аталышы	Глазурдун составындагы оксид компоненттеринин массалык басымы, %							
Оксид формула	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	BaO
Массалык басым, % (мас.)	49,6	13,3	0,5	7,46	5,16	6,99		3,94

3.4 а, б-сүрөттө 0,5 сааттык экспозиция менен 1200°С күйгүзүлгөн эксперименталдык ЖВФК глазурланган бетинин фотосүрөттөрү көрсөтүлгөн. 3.4 а, б-сүрөттөн эксперименталдык ЖВФК үчүн глазуранын тандалып алынган курамы 1200°С күйгүзгөндөн кийин эксперименталдык ЖВФК керамикалык негизи менен жакшы өз ара аракеттенишээрин көрүүгө болот. 3.4 б сүрөтүндө, 1200°С температурада күйгүзүү учурунда глазурь менен сыныктын физикалык-химиялык өз ара аракеттешүүсүнүн натыйжасында пайда болгон ЖВФК -2 сыныгынын бетине жылтырактын жакшы физикалык-химиялык адгезиясы бар, убакыты - 0,5 саат тузөт. 3.4 б-сүрөттө глазурь менен сыныктын ортосунда механикалык байшанышы бекем экендиги көрсөтүлгөн.

а)



б)

3.4 а, б сүрөт – ЖВФК-2 эксперименталдык керамикасынын бетине түшүрүлгөн глазуранын пайда болушу: а) оптикалык микроскоптон глазурь бетине перпендикуляр болгон фото; б) оптикалык микроскоптон ЖВФК-2 глазурынын бетине туурасынан кесилген сүрөт (200х чоңойтулган)

Ошентип, 1170-1200°С температурада күйгүзүлгөн ЖВФК прототиби үлгүлөрүнүн структурасын микроскопиялык изилдөөлөр көрсөткөндөй, үлгүлөр калдык микрожарыктаргы байкаларлык оройго ээ. Бул кемчиликтер мүнөздүү беттик контрастка алып келет (3.5а-сүрөттө кара чекиттер, ЖВФК бетиндеги калдык микропорлор). ЖВФКнын бетин глазурлап, андан кийин күйгүзгөндөн кийин, глазурасы бетине жайылып, калдык тешикчелерди жабат (3.5 б-сүрөттү караңыз).

Кабатынын калыңдыгы 0,15-0,4 мм колдонулган глазуру фарфорду тешикчелер аркылуу нымдуулуктун фарфордун ичине кирип кетүүсүнөн

коргойт жана ошону менен фарфор изоляторлорунун гигроскопиялуулугун олуттуу төмөндөтөт, бул жаан, шүүдүрүм же бийик абада иштеген ЖВФК үчүн абдан маанилүү.

Таблица 3.2 ЖВФК -2 айнектенбеген жана жылтыратылган үлгүлөрүнүн кээ бир физикалык, техникалык жана электрдик касиеттеринин орточо маанисин изилдөөнүн натыйжаларын көрсөтөт.

Таблица 3.2ЖВФК -2 курамынын прототиптери үчүн негизги физикалык, техникалык жана электрдик касиеттери

№	ЖВФК физика-техникалык касиеттери	Күйгүзүү температурасы 1200°С	
		Глазурланбаган	Глазурланган
1	Тыгыздыгы, г/см^3	2,28	2,3
2	Суу сиңирүүсү, %	4,1	0,89
3	Чыңалуу, кВ	51	57
4	Ийилүү күчү, Мпа	66,8	72,8
5	Термо туруштук, °С	160	160
6	Ийимдүүлүк модулу, МПа х10^3	65,5	71.7

Үчүнчү бөлүм боюнча корутунду. Кыргыз Республикасынын кендеринен сырьёлордун физикалык-техникалык касиеттерин изилдөөнүн жана талдоонун натыйжалары боюнча жергиликтүү минералдык сырьенун эң ылайыктуу түрлөрү тандалып алынган. Сырьёнун тандалган түрлөрүнүн негизинде ЖВФКнын жана глазуранын керамикалык массаларынын компоненттери боюнча да, массасы боюнча да түрдүү вариациялары иштелип чыккан. Микроструктурасы жана эксплуатациялык касиеттери изилденип, эксперименттердин салыштырма анализинин негизинде жергиликтүү сырьёлордун негизиндеги ЖВФК жана глазуранын мыкты иштелип чыккан композициялары аныкталды.

КОРУТУНДУЛАР

1. Кыргыз Республикасынын кендеринин минералдык сырьёнун негизинде ЖВФК керамикалык массасынын курамы иштелип чыккан: Кара-Кече чоподон (сал. 20-25%), Чоко-булак каолининен (сал. 40-45%), Үч- курт фарфор ташы (28-32%) жана Вишневогорск талаа шпаты (5-7%).
2. Жергиликтуу сырьёсунун жана Россиядан алынып келинген сырьёнун компоненттеринен турган эксперименталдык ЖВФКны айнектоо учун арналган эн жакшы адгезиялык касиетке ээ жана сынуу жок глазуранын курамы иштелип чыкты: Ак-Таш доломити 20-25%, Үч-Курт фарфор ташы 15-20%, Кара-Кече чопосу 8-10% жана Кочкор барити 5-7%, калган 45-50% Вишневогорск талаа шпаты (Россия) түзөт.
3. ЖВФК алуунун бардык кийинки технологиялык этаптары иштелип чыккан: майдалоо; калыптоо; кургатуу; глазурлоо режимдери; анын ичинде 1170-1230°С «төмөн температуралык» күйгүзүү режимдери; бул бардык талаптарды

так сактоо менен күйгүзүлгөн ЖВФК туруктуу натыйжаларын алууга мүмкүндүк берет жана аны даярдоонун технологиялык этаптары.

4. Күйгүзгөндөн кийин микроструктуранын пайда болуу өзгөчөлүктөрү изилденген жана ЖВФК негизги касиеттери изилденген, бул аларды расмий ГОСТ 20419- боюнча жогорку вольттогу электр керамикасына - № 110 кичи тобуна классификациялоого мүмкүндүк берет.
5. Изилдөөлөрдүн натыйжалары боюнча Кыргызпатентте үч патент катталган: жергиликтүү сырьёнун негизинде ЖВФК жаңы керамикалык массасына, ЖВФК эксперименталдык композицияларына ылайыкташтырылган жаңы глазур композициясына, ошондой эле жергиликтуу сырьёнун негизинде глазурланган ЖВФК алуу ыкмасына.

ДИССЕРТАЦИЯНЫН ТЕМАСЫ БОЮНЧА ЖАРЫЯЛАНГАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. **Календеров, А.Ж.** Глазурь для высоковольтного электротехнического изолятора [Текст] /А.Ж. Календеров, Н.К. Касмамытов // 82-я Международная научно-практическая конференция Евразийского научного объединения «Итоги науки в теории и практике». – Москва, 2021. – С. 25-28. – https://esaconference.ru/journal/82ya-mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferentsiya-eno/.

2. **Календеров, А.Ж.** Влияние минеральных добавок на температуру обжига и на свойства электротехнического фарфора [Текст] / Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров // 59-я Международная научно-практическая конференция Евразийского научного объединения «Наука и современность». – Москва, 2020. – ч.1.№1(59). – С. 40-45. https://esa-conference.ru/journal/82ya-mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferentsiya-eno/.

3. **Календеров, А.Ж.** Механическая и электрическая прочность электротехнических керамик [Текст] / А.Ж. Календеров, Н.К. Касмамытов // 60-я Международная научно-практическая конференция Евразийского научного объединения «Современные концепции научных исследований». – ч.1. – №2(60). – Москва, 2020. – С. 19-24. – https://esa-conference.ru/journal/82ya-mezhdunarodnaya-nauchnaya-konferentsiya-eno/.

4. **Календеров, А.Ж.** Структура глазурованной высоковольтной керамики [Текст] / Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров, Э.М. Кыдыралиев // Научный журнал ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР «Физика». – №2. – Бишкек, 2018. – С. 30-37. – https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47971350.

5. **Календеров, А.Ж.** Свойства глазурованной высоковольтной керамики на основе сырья месторождений Кыргызской Республики [Текст] / Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров, К.М. Макаев, Э.М. Кыдыралиев // Научный журнал ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР «Физика». – №2. – Бишкек, 2018. – С. 24-30. – https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47971350.

6. **Календеров, А.Ж.** Влияние температуры обжига на формирование структуры и свойства высоковольтной фарфоровой керамики на базе местного сырья [Текст] / Н.К. Касмамытов, Н. Кантай, А.Ж. Календеров// Научный журнал

ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР «Физика». – №1. – Бишкек, 2018. С. 52-63. – https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47971350.

7. **Календеров, А.Ж.** Разработка новой керамической массы на основе местного сырья для создания высоковольтной керамики [Текст] /Н.К.Касмамытов, Э.М. Кыдыралиев, А.Ж. Календеров // Научный журнал ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР «Физика». – Бишкек, 2017. – С. 42-47. – https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47971350.

8. **Календеров, А.Ж.** Состав, технология получения, свойства высоковольтной фарфоровой керамики [Текст] / Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров, К.М. Макаева, К.А. Ласанху // Научно-информационный журнал ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР «Материаловедение». №2(34). – Бишкек, 2020. – С. 19-25.– https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45829129.

9. **Патент №2122** Кыргызская Республика 20170136.1 Керамическая масса для получения электротехнического фарфора [Текст]/ Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров, Э.М. Кыдыралиев (ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР) // заявл. 07.12.17; опубл. 31.12.2018, Бюл. №1(46). – 5с.: ил.

10. **Патент №2187** Кыргызская Республика 20180103.1 Способ получения керамики для изготовления высоковольтных изоляторов [Текст]/ Н.К. Касмамытов, А.К. Календеров (ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР) // заявл. 30.11.2018; опубл. 31.12.2019, Бюл.№1(46). – 5с.: ил.

11. **Патент №2198** Кыргызская Республика 20180104.1 Глазурная шихта для высоковольтной керамики [Текст]/ Н.К. Касмамытов, А.Ж. Календеров, К.М. Макаева (ИФ им. академика Ж. Жеенбаева НАН КР) // заявл. 03.12.2018; опубл. 31.01.2020, Бюл.№2(46). – 5 с. :ил.

РЕЗЮМЕ

диссертации Календерова Азамата Женишбекова «Глазурованная электротехническая фарфоровая керамика на основе сырья месторождений Кыргызской Республики» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – технология и переработка полимеров и композитов

Ключевые слова: электротехнический фарфор, сырье, составы керамической массы, состав глазури, постадийная технология получения, обжиг, микроструктура, механические и электрические свойства.

Объектом исследования являются сырьевые компоненты, составы фарфоровой массы и высоковольтная фарфоровая керамика, а также глазурь, изготовленные на основе местного минерального сырья.

Предметом исследования является разработка технологических основ получения композиционных составов керамической массы высоковольтного фарфора и глазури на основе местного минерального сырья, изучение их обжига, структуры и основных свойств.

Цель работы: получение глазурованной электротехнической фарфоровой керамики на основе сырья месторождения Кыргызской Республики.

Методы исследования: в диссертации использовали современный арсенал методик по получению глазурованной ВФК, а также методы исследования микроструктуры, механических и электрических свойств диэлектрических материалов. В частности, электронную микроскопию, методику фрактографического анализа, оптическую микроскопию, измерения прочности на трехточечный изгиб, водопоглащение, термостойкость и многие другие.

Полученные результаты и их новизна: разработаны новые композиции керамической массы ВФК на основе местного сырья, новые композиции глазури, проработаны технологии их получения. Определены режимы обжига. Изучены особенности микроструктуры ВФК после обжига и исследованы механические и электрические свойства на пробой ВФК на основе местного сырья. Выявлено классификационная подгруппа опытных ВФК в семействе высоковольтных электротехнических керамик, она относиться к подгруппе 110 класса электротехнических керамик.

Область применения: энергосектор Кыргызской Республики: гидро- и теплоэлектростанции, линии электропередач, электроподстанции и другие.

Календеров Азамат Жаңыбаевичтин «Кыргыз Республикасынын кендериндеги чийки заттын негизинде глазурланган фарфор керамикасы» деген темадагы 05.17.06 – полимерлерди жана композиттерди технологиясы жана кайра иштетүү адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты окумуштуу даражасын изденип алуу үчүн жазылган диссертациалык ишинин

РЕЗЮМЕСИ

Түйүндүү сөздөр: электротехникалык фарфор, чийки зат, керамикалык массанын курамы, глазурь курамы, өндүрүштүн технологияк баскычтары, күйгүзүү, микроструктура, механикалык жана электрдик касиеттер.

Изилдөө объектиси болуп чийки заттар, фарфор массасынын жана жогорку вольттогу фарфор керамикасынын композициялары, ошондой эле жергиликтүү минералдык сырьенун негизинде жасалган глазурь саналат.

Изилдөөнүн предмети болуп жергиликтүү минералдык чийки заттын негизинде жогорку вольттогу фарфор керамикасынын (ЖВФК) жана глазуранын керамикалык массасынын композиттик композицияларын алуунун технологиялык негиздерин иштеп чыгуу, алардын күйүүсүн, структурасын жана ЖВФК менен жылтыратылган негиз[illegible]рин изилдөө саналат.

Иштин максаты: Кыргыз Респ[illegible]дагы чийки заттын негизинде глазурланган электротехникалык фарфор керамикасын иштеп чыгуу.

Изилдөө методдору: диссертацияда глазурланган ЖВК алуу ыкмаларынын заманбап арсеналы, ошондой эле диэлектрдик материалдардын микроструктурасын, механикалык жана электрдик касиеттерин изилдөө ыкмалары колдонулган. Атап айтканда, электрондук микроскопия,

фрактографиялык анализдин техникасы, оптикалык микроскопия, үч чекиттик ийүү күчүн өлчөө, сууну сиңирүү, ысыкка туруктуулук жана башка көптөгөн нерселер.

Алынган натыйжалар жана алардын илимий жаңылыгы: жергиликтүү сырьёлордун негизинде ЖВФК массасынын жана глазурдун жаңы композициялары жана аларды өндүрүүнүн технологиялары иштелип чыккан, күйгүзүү режими аныкталган. Жергиликтуу сырьенун негизиндеги ЖВФКнын күйгүзүүдөн кийин микроструктурасынын өзгөчөлүгү жана анын чыңалууну өткөрүп жиберүүсүнүн механикалык жана электрдик касиеттери изилденген. Жогорку вольттогу электротехникалык керамикалардын тобунда эксперименталдык ЖВФКнын классификациялык чакан тобу аныкталган, ал электротехникалык керамика классынын 110-тобуна кирет.

Колдонуу чөйрөсү: Кыргыз Республикасынын энергетика тармагы, ГЭСтер жана жылуулук электр станциялары, электр берүү линиялары, электр подстанциялары жана башкалар.

ABSTRACT

The dissertation of candidate Kalenderov Azamat Janybaevich "Glazed electrical porcelain ceramics based on raw materials from deposits of the Kyrgyz Republic" for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.17.06 - technology and processing of polymers and composites

Key words: electro technical porcelain, raw materials, compositions of ceramic mass, composition of glaze, step-by-step production technology, firing, microstructure, mechanical and electrical properties.

Object of Research of the study are raw materials, compositions of porcelain mass and high-voltage porcelain ceramics (HVPC), as well as glazes made on the basis of local mineral raw materials.

Subject of the Research is the development of technological bases for obtaining composite compositions of ceramic mass of high-voltage porcelain and glaze based on local mineral raw materials, the study of their firing, structure and basic properties glazed with HVPC.

The purpose of the work is to obtain glazed electrical porcelain ceramics based on raw materials from a deposit in the ıblic.

Research methods: in the di modern arsenal of methods for obtaining glazed HVPC, as well as methods for studying the microstructure, mechanical and electrical properties of dielectric materials, were used. In particular, electron microscopy, fractographic analysis technique, optical microscopy, measurements of three-point bending strength, water absorption, heat resistance and many others.

The results obtained and their novelty: new compositions of the HVPC ceramic mass based on local raw materials, new glaze compositions have been developed, technologies for their production have been worked out. Firing modes are determined. The features of the microstructure of the HVPC after firing were studied and the mechanical and electrical properties of the breakdown of the HVPC based on local raw materials were studied. A classification subgroup of experimental HVPCs in the family of high-voltage electrical ceramics has been identified; it belongs to subgroup 110 of the class of electrical ceramics.

The scope of application is the energy sector of the economy of the Kyrgyz Republic: hydro and thermal power plants, power lines, electrical substations and others.