

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК666.593

ПЕТРОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ ЭЛЕКТРОКЕРАМИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ

Р.И. Абдуллаева, В.С. Туляганова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, Г.Ф. Валиева, Ш.А. Аззамова

Введение. За последние годы разнообразные керамические материалы получили широкого применения во многих отраслях промышленности. Существуют различные электрокерамические материалы, обладающие специфическими свойствами, благодаря которым нашли широкое применение в таких отраслях промышленности, как ракетостроение, ядерной техники, самолетостроения, в металлургии, нефтехимической, электротехнической, химической и других. Электрокерамические материалы обладают высокой механической, термической, электрической прочностью, огнеупорностью, диэлектрическими свойствами, пьезоэлектрическими, сегнетоэлектрическими и другими свойствами [1].

Поэтому керамические материалы являются незаменимыми материалами. Связи с этим предстоят большие задачи по дальнейшему развитию новых керамических материалов со специфическими свойствами, изыскания новых сырьевых ресурсов для керамической промышленности, усовершенствованию технологии производства, разработке безотходной технологии получения высококачественных электрокерамических материалов.

Это требование вызвано тем, что чистота исходных материалов существенно влияет на процесс фазообразования. В свою очередь образующиеся фазы определяют физико-технические свойства электрокерамических материалов [2]. В связи с этим, с целью улучшения физико-технических свойств, следует, установить их фазовый состав и путем изменения последних возникает возможность улучшения свойств электрокерамических материалов.

Объект и метод исследования. Для решения поставленной задачи проводились петрографические исследования фазового состава образцов композиций электрокерамики разработанных с использованием лейкократового гранита, каолина, глиноземсодержащего отхода и других сырьевых материалов, обожженных при различных температурах.

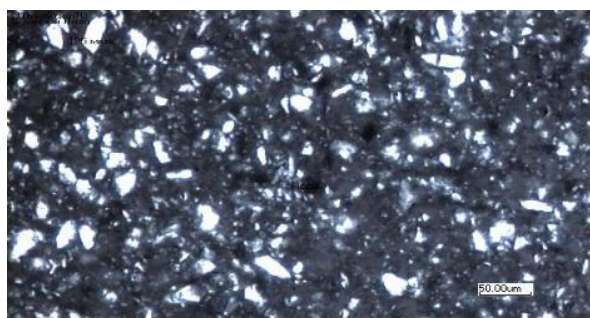
Для проведения петрографического исследования опытных образцов обожженных при различных температурах приготавливались

прозрачные шлифы и иммерсионные препараты по методике.

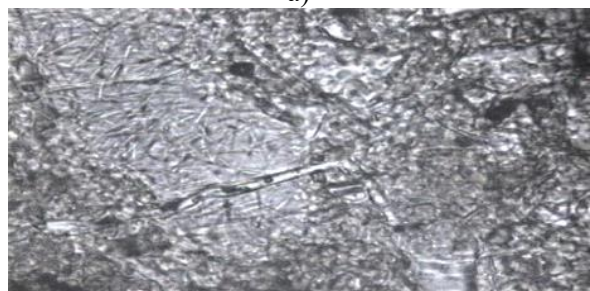
Результаты и их обсуждение. Результаты петрографического исследования образцов из опытных композиций Л-1: образцы, обожженные при температуре 1250 °С (рис.1а) имеют неоднородную, мелкозернистую структуру, имеются поры размером 30-35 мкм, содержатся зерна кварца неправильной осколочной формы, оплавленные по краям, кайма оплавления 3-5 мкм, размер зерен кварца 20-25 мкм, с $N_e=1,552$; $N_o=1,540$. Видны зерна муллита размером 3-4 мкм, в виде отдельных скоплений. В основной массе содержится также игольчатый муллит в полевошпатовом расплаве и пространство между зернами кристаллических фаз заполнен стекловидной фазой, количество пор относительно уменьшено.

Образцы, обожженные при температуре 1300 °С (рис.1б), имеют неоднородную мелкозернистую структуру, имеются поры в незначительном количестве размером 20-25 мкм, содержатся остроугольные обломочные зерна кварца неправильной формы, они оплавлены по краям в различной степени, максимальный размер зерен кварца 30 мкм, количество кварца уменьшено, частично переходит в кристобалит, а стекловидная фаза сцементировала кристаллические фазы и в них распределен игольчатый муллит размером 8-10 мкм, размеры зернистого муллита 3-4 мкм, количество игольчатого муллита значительно много. В этих образцах достаточно хорошо виден зернистый муллит с $N=1,578$.

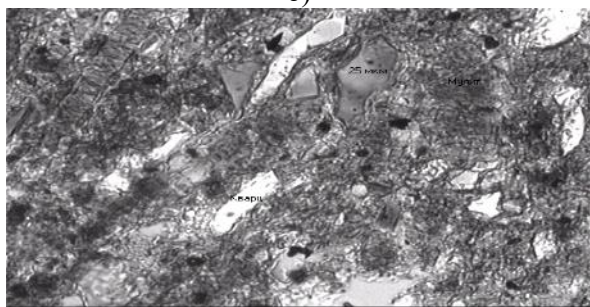
Структурно-текстурная особенность образца, обожженного при температуре 1350 °С приведена на рис. 1 в. Образцы имеют неоднородную, мелкозернистую структуру, размер и количество пор незначительные (15 мкм), обломка кварца неправильной формы, оплавленные по краям в различной степени, распределены стекловидной фазе, максимальный размер их 25 мкм, кварц частично переходил в кристобалит имеющий $N_e=1,484$; $N_o=1,487$.



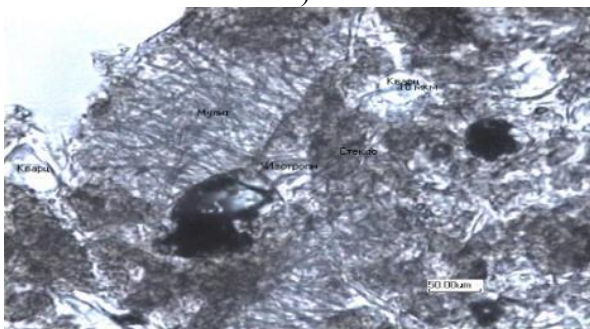
а)



б)



в)



г)

а) 1250 °С; б) 1300 °С; в) 1350 °С; г) 1400 °С.
Рисунок 1 - Микрофотография образца из композиций Л-1 обожженного при различных температурах

В образцах также содержится значительно в большом количестве зернистый муллит в виде отдельных скоплений размером 3-4 мкм, и игольчатый муллит ($N=1,578$) распределенный в полевошпатовом стекле размером 9-10 мкм. Структура отличается от предыдущих тем, что образец имеет более хорошо сформулированную структуру, мелкозернистость, большую плотность и малую пористость. Структурно-текстурные особенности образца, обожженного при температуре 1400 °С, приведены на рис.1г. Основная масса представлена буроватым стеклом

(изотропен), на его фоне оплавленные обломки кварца, гнезда игольчатого муллита, последнего заполняют полосовидные участки стекловатной массой, которые образуют гнездовидные скопления. Граница между расплавом и остаточным кварцем зыбкая. Кварц слабо анизотропен, в краевой части резкие границы изотропных расплавов. В массе достаточно хорошо распределены зернистый и игольчатый муллит размером 3-5 мкм и 10-15 мкм соответственно, количество стекловидной фазы увеличено, видимо при этой температуре расплавленная часть кристаллических фаз кварца переходило в кристобалит.

Результаты петрографического исследования опытных образцов из композиций Л-2: образцы, обожженные при температуре 1250 °С (Рис.2а). Основная масса имеет неоднородную, грубозернистую структуру, имеющаяся стекловидная фаза сливается по всему объему, в ней распределены зернистый муллит размером 1-2 мкм, в некоторых местах наблюдается присутствие игольчатого муллита размером 7-8 мкм. В материале содержатся поры размером 20-25 мкм, но количество пор уменьшено, кварц не имеющий определенной формы в виде обломков с $N_e=1,552$; $N_o=1,540$ по краям оплавлен, толщина оплавления 3-5 мкм. В основной массе некоторое количество кварца переходило в кристобалит с $N_e=1,484$; $N_o=1,487$.

Образцы, обожженные при температуре 1300 °С, приведены на рис. 2б.

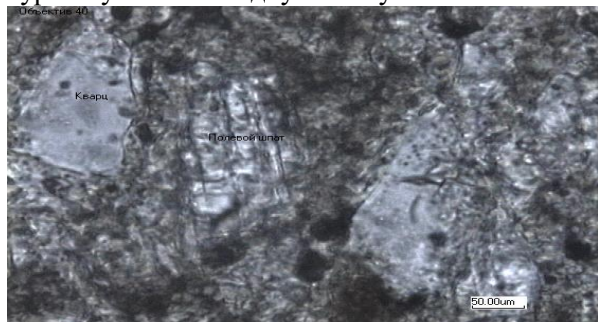
Как видно из рисунка 2б, в основной массе содержатся зерна кварца, с максимальным размером зерен 30 мкм, мелкие зерна кварца оплавлены полностью, а крупные зерна оплавлены по краям, толщина каймы оплавления увеличена и составляет 8-10 мкм, часть кварца переходит в кристобалит. Стекловидная фаза распространена по всему объему, количество зернистого и игольчатого муллита везде увеличено.

Основная масса имеет мелкозернистую структуру, более плотная, с уменьшенными порами.

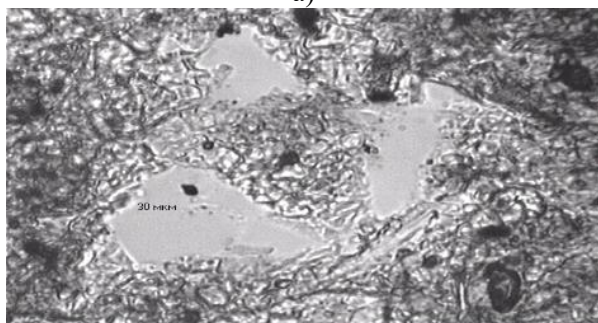
Структурно-текстурные особенности образца, обожженного при температуре 1350 °С, приведены на рис. 2в.

Основная масса имеет мелкозернистую, плотную, неоднородную структуру. В основной массе равномерно распределена стекловидная фаза, содержания пор незначительны, мелкие. Образец имеет хорошо сформулированную структуру. Мелкие зерна кварца растворены в стекловидном расплаве, крупные зерна обломочного кварца оплавлены по краям, их толщина 10-12 мкм, периферия практически

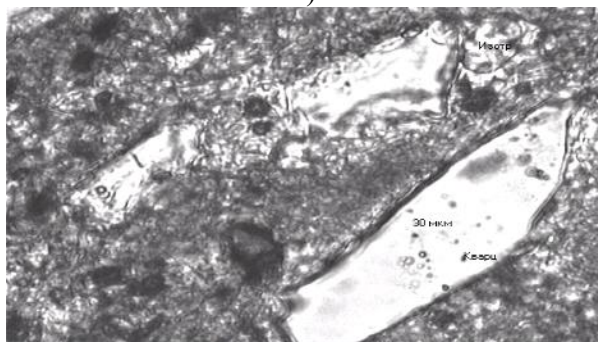
изотропна. Часть кварца переходит в кристобалит. Имеются гнездовидные скопления игольчатого муллита. Все погружено в буроватую стекловидную массу.



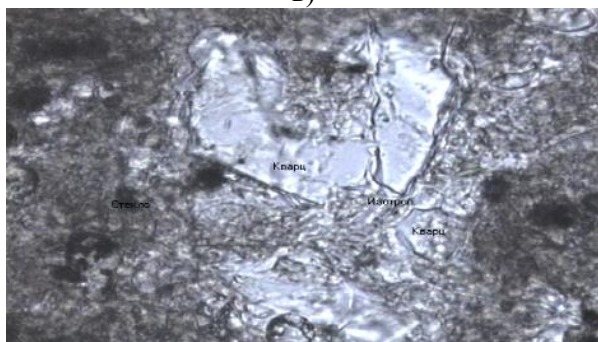
а)



б)



в)



г)

а) 1250 °С; б) 1300 °С; в) 1350 °С; г) 1400 °С
Рисунок 2 - Микрофотография образца из композиций Л-2 обожженного при различных температурах

Структурно-текстурные особенности образца, обожженного при температуре 1400 °С, приведены на рис. 2г.

Основная масса представлена буроватым стеклом (изотропен). Количество стеклофазы значительно увеличено, на его фоне имеются

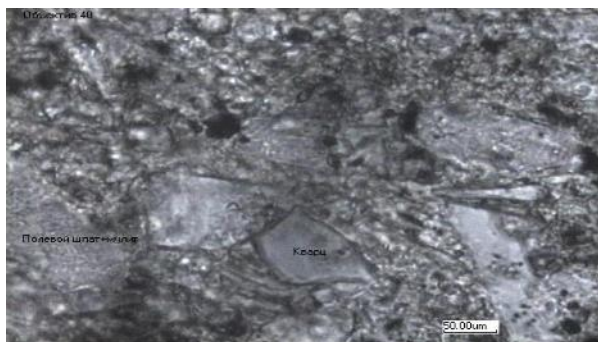
оплавленные обломки кварца, которые оплавлены по краям, толщина зоны оплавления составляет 15-20 мкм, относительно мелкие зерна кварца расплавлены, количество кристобалита увеличено, часть муллита тоже расплавлено, поры тоже заполнены стекловидной фазой. В заключение можно сказать, что при этой температуре происходило пережог образца.

Результаты петрографического исследования опытных образцов из композиций Л-9.

Образцы, обожженные при температуре 1250 °С (рис.3а) имеют неоднородную, мелкозернистую структуру, имеются поры размером 35-40 мкм, содержатся зерна кварца неправильной осколочной формы, оплавленные по краям, кайма оплавления 4-6 мкм, размер зерен кварца 25-30 мкм, с $N_e = 1,552$; $N_o = 1,540$; видны зерна муллита размером 2-3 мкм, в виде отдельных скоплений. В основной массе содержится также игольчатый муллит в полевошпатовом расплаве и пространство между зернами кристаллических фаз заполнено стекловидной фазой, количество пор относительно меньше.

Образцы, обожженные при температуре 1300 °С (рис. 3б) имеют неоднородную мелкозернистую структуру, имеются поры в незначительном количестве размером 25-30 мкм, содержатся остроугольные обломочные зерна кварца неправильной формы. Они оплавлены по краям в различной степени, максимальный размер зерен кварца 30 мкм, количество кварца уменьшено, частично переходило в кристобалит, стекловидная фаза сцементировала кристаллические фазы, в ней распределены игольчатый муллит размером 8-10 мкм, размеры зернистого муллита 3-4 мкм, количество муллита значительно велико.

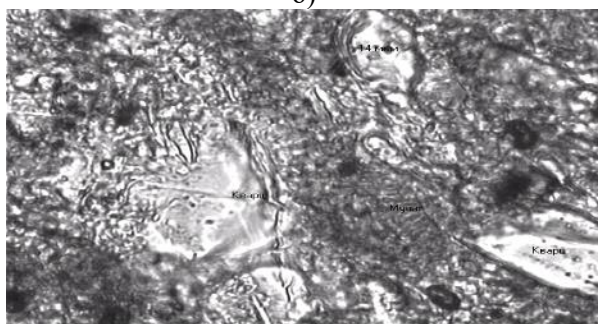
Структурно-текстурные особенности образца, обожженного при температуре 1350 °С, приведены на рис.3в. Образцы имеют неоднородную, мелкозернистую структуру, размер и количество пор незначительно (15 мкм), обломка кварца неправильной формы, оплавленные по краям в различной степени, распределены в стекловидной фазе, максимальный размер их 25 мкм, кварц частично переходил в кристобалит имеющий $N_e = 1,484$; $N_o = 1,487$. В образцах также содержится значительно в большом количестве зернистый муллит в виде отдельных скоплений размером 3-4 мкм, и муллит ($N=1,578$), распределенный в полевошпатовом стекле размером 10-12 мкм. Структура отличается от предыдущих тем, что образец имеет более хорошо сформулированную структуру, мелкозернистость, большую плотность и малую пористость.



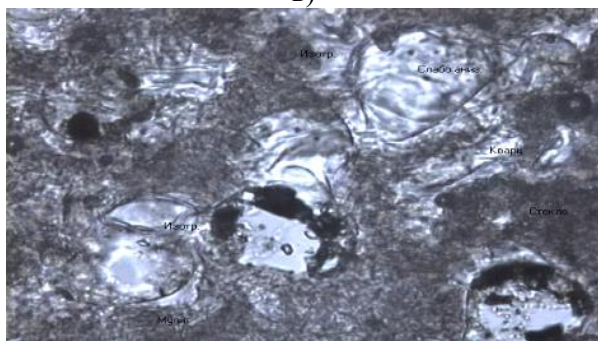
а)



б)



в)



г)

а) 1250 °С; б) 1300 °С; в) 1350 °С; г) 1400 °С

Рисунок 3. Микрофотография образца из композиций Л-9 обожженного при различных температурах

Структурно-текстурные особенности образца, обожженного при температуре 1400 °С, приведены на рис. 3 г. Основная масса представлена буроватым стеклом (изотропен), на его фоне оплавленные обломки кварца, гнезда игольчатого муллита, последний заполняет полосовидные участки в стекловидной массе, образует гнездовидные скопления.

Граница между расплавом и остаточным кварцем зыбкая. Кварц слабо анизотропен, в

краевой части резкие границы с изотропным расплавом. В массе достаточно хорошо распределены зернистый и игольчатый муллит размером 3-5 мкм и 10-15 мкм соответственно. Количество стекловидной фазы увеличено, видимо при этой температуре уже часть кристаллических фаз расплавлена, кварц частично переходило в кристобалит.

Результаты петрографического исследования опытных образцов из композиций Л-12: образцы, обожженные при температуре 1250 °С приведены на рис. 4а.

Основная масса имеет неоднородную, грубозернистую структуру, имеющая стекловидную фазу, сливается по всему объему, в ней распределены зернистый муллит размером 2-3 мкм, в некоторых местах наблюдается присутствие игольчатого муллита размером 7-9 мкм. В материале содержатся поры размером 25-30 мкм, но количество пор уменьшены, кварц, не имеющий определенной формы в виде обломков с $N_e = 1,552$; $N_o = 1,540$ по краям оплавлен, толщина оплавления 3-5 мкм.

В основной массе некоторое количество кварца переходило в кристобалит с $N_e = 1,484$; $N_o = 1,487$.

Образцы, обожженные при температуре 1300 °С приведены на рис.4б. Как видно из рис.4б в основной массе содержатся зерна кварца, с максимальным размером зерен 20 мкм, мелкие зерна кварца оплавлены полностью, а крупные зерна оплавлены по краям, толщина каймы оплавления увеличена и составляет 12-14 мкм, часть кварца переходит в кристобалит.

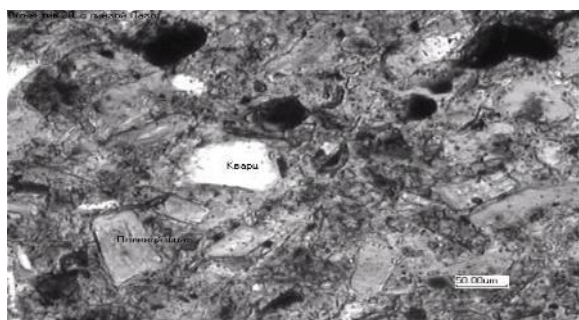
Стекловидная фаза распространена по всему объему, количество зернистого и игольчатого муллита везде увеличено.

Основная масса имеет мелкозернистую структуру, более плотная, поры уменьшены.

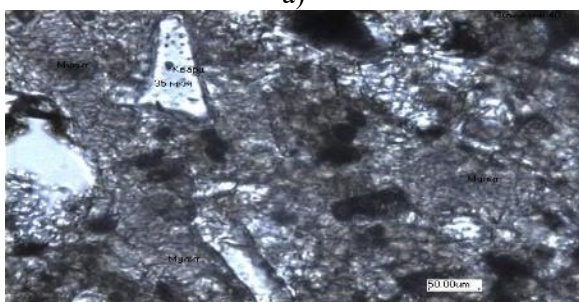
Структурно-текстурные особенности образца, обожженного при температуре 1350 °С, приведены на рис. 4в. Основная масса имеет мелкозернистую, плотную, неоднородную структуру.

В основной массе равномерно распределена стекловидная фаза, содержание пор незначительно мелкое. Образец имеет хорошо сформулированную структуру. Мелкие зерна кварца растворены в стекловидном расплаве, крупные зерна обломочного кварца оплавлены по краям, их толщина 12-14 мкм, периферия практически изотропна. Часть кварца переходит в кристобалит.

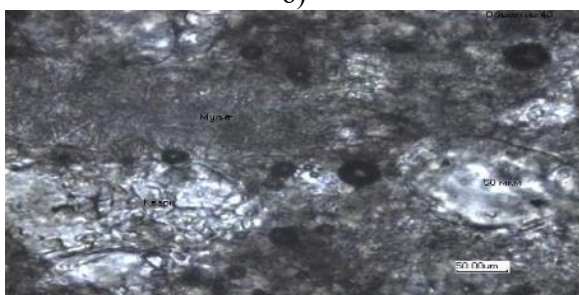
Имеются гнездовидные скопления муллита. Все погружено в буроватую стекловидную массу.



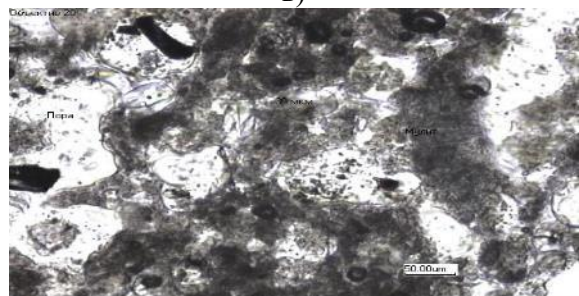
а)



б)



в)



г)

а) 1250 °C; б) 1300 °C; в) 1350 °C; г) 1400 °C.

Рисунок 4. Микрофотография образца из композиций Л-12 обожженного при различных температурах

Структурно-текстурные особенности образца, обожженного при температуре 1400 °C приведены на рис. 4г.

Основная масса представлена буроватым стеклом (изотропен), количество стеклофазы значительно увеличено, на его фоне имеются оплавленные обломки кварца, которые оплавлены по краям, толщина зоны оплавления составляет 15-20 мкм. Относительно мелкие зерна кварца расплавлены, количество кристобалита увеличено, часть муллита тоже расплавлена, поры тоже заполнены стекловидной фазой. В заключении можно сказать, что при этой температуре происходило пережоги образца.

Выводы. Таким образом, анализируя полученные результаты, было установлено, что в опытных образцах, обожженных при температуре 1250 °C появляются стекловидные фазы, образующиеся за счет плавления легкоплавких компонентов. При этой температуре наблюдается кристаллические фазы зерен муллита, содержится кварц. Образцы, обожженные при 1350 °C имеют наиболее мелкокристаллическую структуру, преобладающей фазой является муллит. Зерна муллита имеют размер 2-3 мкм. Содержание стекловидной фазы составляет 40-46 % по объему, зерна кварца и кристобалита содержатся в наименьшем количестве. Образцы, обожженные при температуре 1400 °C отличаются наибольшим количеством стекловидной фазы, меньшим количеством кристаллических фаз, таким образом, происходит пережог образца.

Образцы, обожженные при одинаковых температурах, отличаются друг от друга разным количеством кристаллических фаз. Это связано с различием шихтового состава опытных масс.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Масленникова Г.Н. «Электротехническая промышленность» // Ж. Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева, 1982, №5, 27. С. 546-552.
2. Абдуллаева Р.И., Туляганова В.С., Негматов С.С., Абед Н.С. Электрокремические композиционные материалы и технология их получения. Монография. –Ташкент. Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи. 2021, - 122с.

Калит сўзлар: электрокерамика, фаза ҳосил бўлиши, композит, пишириш, ҳарорат, тузилиши, муллит, кварц, кристобалит, шишасимон фаза.

Махаллий хомашё ва глиноземтаркибли ишлаб чиқариш чиқиндиси асосида элетрокерамика композицион намуналардаги фаза таркибининг петрографик тадқиқоти ўтказилган. 1250-1350 °C ҳароратларда пиширилган намуналарда муллит, кварц, кристобалит кристалл ва шишасимон фазалар

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокмозитов

Р.И. Абдуллаева, В.С. Туляганова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, Г.Ф. Валиева, Ш.А. Аззамова. Петрографическое исследование фазового состава опытных образцов электрокерамических композиций.....	3
А.М. Эминов, И.Р. Байжанов, М.Т. Боймуродова, Д.С. Джабберганов, М.У. Насиров. Физико-химические процессы образования алюмосиликатной керамики.....	8
Д.Й. Хакимова, М.Э. Икрамова, Н.С. Абед, С.С. Негматов, А.Н. Бозоров. Исследование физико-химических свойств марганецсодержащих руд.....	12
Н.Б. Кадырова, А.А. Абдурахимов, Р.Ж. Эшметов, Д.С. Сагдуллаева, М.И. Карабаева. Изучение коллоидно-химических свойств полученных моющих средств.....	14
И.Б. Хакимов, З.Р. Обидов, А.Н. Тураев. Окисление сплава Zn22Al, легированного хромом.....	17
Б.К. Шайкулов, Ф.Н. Нуркулов, А.Т. Джалилов. Акрил ва азот сақлаган органик мономерлар асосида олинган сополимерларни физик-кимёвий хусусиятларини тадқиқ этиш.....	21
С.Н. Асатов, А. Шодиев, Т. Халимжонов. Особенности условий восстановления трехокси молибдена водородом.....	24
Д.З. Эшметова, А.Н. Бобокулов, А.У. Эркакеев, М.С. Джандуллаева. Изучение некоторых физико-химических свойств системы Et ₂ NH-H ₂ SO ₄ -H ₂ O.....	27
С.Т. Содиков. Геохимические особенности Жамской площади.....	30
О.Х. Расулов, А.А. Маматалиев, Ш.С. Намазов, Ф.А. Ибатов. Модифицированная известково-аммиачная селитра с добавкой сульфата аммония и реологические свойства её расплавов.....	36
Н.Т. Рахматуллаева, Ш.А. Муминжонов, А.Ш. Гиясов, С.М. Турабджанов, Л.С. Рахимва. Избирательное экстракционное извлечение меди (II) и комплексообразование её с 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом (ПАН) в органической фазе.....	40
К.К. Кадирбекова. Экспериментальные исследования фазового, химического состава и свойств покрытий на основе Zr-Nb.....	44
Н.У. Пулатова, О.С. Максумова. Таркибида турли функционал гурухлар тутган гетероциклик бирикмалар асосида сополимерлар синтези.....	47
У.А. Сафаев, П.Х. Расулева, З.Т. Карабаева, З.М. Агзамова. Новые возможности извлечения йода из пластовых вод с использованием ионогенных сорбентов.....	50
Х.А. Адинаев, З.Р. Қодирова. PbO-R ₂ O ₃ -SiO ₂ системаси асосида рангли шиша синтези ва физик-кимёвий хоссалари.....	53
С.К. Юсупов, Ф.М. Юсупов, Н. Ёдгаров, Г.А. Байматова, С.У. Халилов. Синтез новых вспенивателей для извлечения драгметаллов из углей.....	56

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

С.С. Негматов, Ш.В. Рахимов, К.М. Иноятгов, Н.О. Умирова, К.С. Негматова, Н.С. Абед, С.К. Имомназаров, Ё.С. Раджабов, М.А. Абдуразаков, Т.У. Улмасов, З.У. Махаммаджанов, Ш.А. Бозорбоев, С.У. Султонов. Влияние природы, вида и содержания органоминеральных наполнителей на адгезионную прочность при формировании покрытий.....	59
К.С. Негматова, Ш.В. Рахимов, Н.С. Абед, Н.О. Умирова, Т.У. Улмасов, К.М. Иноятгов, З.У. Махаммаджанов, Ё.С. Раджабов, М.А. Абдуразаков, С.К. Имомназаров, С.У. Султонов, Ш.А. Бозорбоев. Влияние вида, морфологии твердой поверхности субстрата -металлической подложки на адгезионную прочность полимерных покрытий.....	64
Дж.С. Файзуллаев, К.С. Негматова, Р.Х. Пирматов, С.С. Негматов, М.Э. Икрамова. Влияние ванадия на механические и эксплуатационные свойства свариваемой арматурной стали класса А500С.....	68
С.С. Негматов, Н.С. Абед, С.К. Имомназаров, Ш.А. Аликобилов, Н.О. Умирова, М.Б. Мухитдинов, Ш.В. Рахимов, Т.О. Камолов, Ё.С. Раджабов, Т.У. Улмасов. Исследование влияния содержания различных наполнителей на износостойкость и другие физико-механические свойства композиционных эпоксидных полимерных материалов.....	72
С.С. Негматов, Т.О. Камолов, Ф.М. Наврузов. Исследование релаксационных и резонансных максимумов взаимопроникающих систем (впс) на основе эпоксициановых полимеров и полиуретановых эластомеров.....	77
Н.Х. Бозорова, Ж.Х. Асомов, М.А. Иброхимов, Э.Р. Тураев. Обработка полипропилена различными наполнителями и улучшение его физико-механических свойств.....	80
Г.Э. Эшдавлатова, М.Р. Амонов. Физико-механические и колористические свойства набивных тканей загущенными полимерными композициями.....	83
С.С. Негматов, Н.С. Абед, М.Э. Икрамова, А.Х. Аликулова. Нефт маҳсулотларининг зичлигини аниқловчи воситаларни калибрлашда фойдаланиладиган суоқликларнинг стандарт намуналарини яратиш.....	86

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

С.С. Негматов, Д.К.Холмуродова, Д.Ш. Киямова, Н.С. Абед. Кўмир брикетларининг шаклланиш жараёнини ўрганиш.....	89
Х. Ахмедов, Ж.М. Бекпулатов, М.М. Якубов, Ш.Н. Асиров, Ш.Ш. Пардаев. Исследование и разработка флотационной схемы обогащения руд месторождения кокпатас.....	91
Ф.А. Хамдамова, О.С. Максумова. Акриламид ва марганич асосида олинган бирикманинг мономерини кристал ва молекуляр тузулиши.....	94
J.B. Sunnatov, H.K. Qarshiyev, Sh.M. Munosibov, X.R. Xaydaraliyev, M.M. Yakubov. Kobalt- nikelli keklarni qayta ishlashning zamonaviy texnologiyalarini tadqiq qilish.....	96