

ISSN 2091-5527
№ 3/2025

Ўзбекистон

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Ўзбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

составила: для золота – 99,44 %, для серебра – 91,63 %.

Заключение. На основании представленных данных можно заключить, что при наиболее эффективном восстановлении шихты, достигаемым в температурном диапазоне 1400–1450 °С выход металлизированной фазы составляет 10-13 %, при содержании железа в ней на уровне 73,8–74,12 % в условиях переработки оксидной упорной золотосодержащей руды (среднее

содержание золота в руде 2,18 г/т, серебра 10,28 г/т) и техногенных образований АО «Алмалыкский ГМК» плавкой, с целью извлечения из них меди и благородных металлов в металлическую фазу, и его передачи в конвертерный передел производства меди. Следующий этап исследований, возможен при промышленных испытаниях в отражательной печи металлургического цеха медного завода «Алмалыкский ГМК».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров В. А., Меретуков М. А. Золото: упорные руды. — М.: Руда и металлы, 2013. — 456 с.
2. Якубов М.М., Джумаева Х.Ю., Ёкубов О.М., Максудходжаева М.С. Разработка технологии переработки балансовой и забалансовой руды месторождения Ёшлик 1 // "Цветные металлы" 2024 №9 С. 61-66 ,
3. Хурсанов А.Х. История и перспективы развития, проблемы переработки техногенных месторождений АГМК. Материалы международной научно-практической конференции. Алмалык 19.04.2019 г. с. 3-15
4. Санакулов К. С., Эргашев У. А., Хамроев И. О., Фузайлов О. У. Новый подход к вопросу классификации упорных золотосодержащих руд на примере месторождений Кызылкумов//Цветные металлы. 2023.№ 9. С. 21–30.
5. M.M.Yakubov. J.B. Sunnatov. O.M. Yokubov. M.S. Maksudhodjaeva. S.O. Eshmuxamedov. Texnologen va oltin saqlagan xom ashyolarni pirometallurgik usulda qayta ishlash. Жур. «Композ-е материалы», №1,2024г. С.152-154.
6. Якубов М.М., Джумаева Х., Мухамеджанова Ш.А., Умаралиев И.С. Исследования возможности применения техногенного сырья при плавке сульфидных медных концентратов в печи Ванюкова в АО «Алмалыкский ГМК». Журнал Цветные металлы № 5 2023 С.14-19.
7. Квятковский С. А., Кожаметов С. М., Оспанов Е. А. Пирометаллургическое вскрытие упорных углесто-мышьяковистых коренных руд золота с извлечением благородных металлов в штейны // Цветные металлы. 2017. № 9. С. 53-58.
8. Yakubov M.M., Yoqubov O.M., Kholikulov D.B., Maksudhodjaeva M.S. Depletion of converter slags to waste in the Vanyukov furnace during pyrometallurgical copper production at JSC Almalyk MMC // Complex use of mineral resource. 2024;331(4):60-68. DOI: 10.31643/2024/6445.39
9. Бочаров В.А., Игнаткина В.А. Анализ современных направлений комплексного использования упорных руд цветных металлов. // Обогащение руд. – 2015. – № 5. – С. 46–50. DOI: /10.17580/or.2015.05.08.
10. Седельникова Г.В., Савари Е.Е., Заулочный П.А., Кошель Е.А. Извлечение золота из упорных высокосульфидных концентратов с применением биогидрометаллургии // Цветные металлы. 2012.№ 4. С. 37–41.
11. Watling H.R., Shiers D.W., Colinson D.M. Extremophiles in mineral sulphide heaps: Some bacterial responses to variable temperature, acidity and solution composition // Microorganisms. – 2015. – № 3. – P. 364–390. DOI: 10.3390/microorganisms303364.
12. Абдыкирова Г.Ж., Бектурганов Н.С., Дюсенова С.Б., Танекеева М.Ш., Сукуров Б.М. Исследование возможности извлечения золота из лежалых хвостов золотоизвлекательной фабрики // Обогащение руд. – 2015. – № 5. – С. 46–53. DOI: /10.17580/or.2015.03.03.
13. Бочаров В.А., Игнаткина В.А., Юшина Т.И., Чантурия Е.Л. Рациональная переработка пиритнопиритинового природного и техногенного комплексного сырья цветных металлов // Горный журнал. – 2017. – № 9. – С. 77–85
14. Якубов М.М., Абдукадыров А. А., Мухаметджанова Ш.А., Ёкубов О. М. Вовлечение в производство техногенных образований на предприятии АО «Алмалыкский ГМК» // Цветные металлы, 2022,-№5, - С.36-41.

УДК 666.3.022:666.762.11

ОБЖИГ ТОНКОКЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ: РЕЖИМЫ И СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ СТРУКТУРЫ

¹Эминов А.А., ²Эминов А.М., ¹Кадырова З.Р.

¹Институт общей и неорганической химии Академии наук РУз., kad.zulayho@mail.ru

²Янгиерский филиал Ташкентского химико-технологического института, ashraf.52@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены процессы обжига тонкокерамических изделий хозяйственно-бытового назначения. Исследованы этапы обжига фарфора и установлены оптимальные температуры обжига фарфора классического состава. Изучено фазовое изменение фарфоровых масс при различных температурах обжига и определен фазовый состав фарфора при конечной температуре спекания. Установлено, что фазовый состав фарфора состоит из вторичных кристаллов муллита, остаточного кварца, кристобалита и стекловидной фазы заполняющие промежутки между кристаллами.

Ключевые слова. Тонкая керамика, фарфор, фаянс, первичный муллит, ДТА и РЭМ анализы, обжиг, спекания, кристобалит, тридимит.

Введение. Понятие обжиг в керамической промышленности включает в себя комплекс последовательно происходящих в обжигательной печи процессов: подогрев исходного материала, доведение температуры обжигаемого материала до установленного для него максимума со всеми регламентированными технологией температурными и газовыми выдержками (в окислительной, восстановительной или нейтральной газовой среде) и охлаждение готовой продукции. Время от начала подогрева исходного материала до окончания охлаждения готовой продукции называется циклом обжига.

Тонкокерамические изделия подвергают преимущественно двукратному обжигу, но существует и однократный обжиг изделий. На однократный обжиг поступают изделия, прошедшие сушку и глазурирование. При двукратном обжиге на первый (утельный) обжиг поступают высушенные неглазурированные изделия, на второй (политой) обжиг поступают изделия, прошедшие утельный обжиг и глазурирование, т.е. изделия, на обожженный материал которых нанесена глазурная суспензия. Назначение утельного обжига заключается в том, чтобы придать черепку прочность, достаточную для глазурирования и транспортирования изделий, а также обеспечить максимально возможную степень дегазации (дегидратации) массы [1, 2].

При этом фарфоровый полуфабрикат максимально освобождается от органических и других газообразующих составляющих массы, что положительно сказывается на качестве политого обжига и продукции в целом: резко снижаются отходы при политом обжиге, достигаются более высокие качественные показатели и эксплуатационные свойства готовой продукции.

Используют две схемы двукратного обжига тонкокерамических (фарфор, фаянс) изделий:

1. Утельный обжиг осуществляется при температуре значительно ниже температуры политого обжига (фарфор);

2. Температура утельного обжига превышает температуру политого обжига (фаянс).

По первой схеме обжигаются, например, фарфоровые изделия, т.е. первый обжиг осуществляется при температуре 850-1000°C, второй - при 1260-1450°C в зависимости от состава обжигаемого фарфора.

При производстве же фаянсовых изделий используют вторую схему, когда температура первого обжига составляет 1280°C, а второго

(после глазурирования) - 1140-1160°C (фаянсовая схема).

В процессе первого обжига из изделий удаляется механически связанная и гигроскопическая вода (при температуре 110-130°C), происходит дегидратация глинистого вещества, и частичное удаление химически связанной гидратной воды (при температуре 500-600°C), выгорание органических веществ и частичная декарбонизация (термическое разложение) углекислых магния $MgCO_3$ и кальция $CaCO_3$.

В результате этих физико-химических процессов керамический полуфабрикат приобретает механическую прочность и освобождается от газообразных составляющих массы. Степень освобождения зависит от температуры и продолжительности обжига. Чем выше температура и продолжительность обжига, тем меньше в массе полуфабриката остается газообразных продуктов, тем выше качество политого обжига и продукции в целом.

Однако температура первого низкотемпературного обжига может повышаться до определенного предела, после которого ее рост нежелателен, так как при этом резко снижается пористость черепка по водопоглощению и затрудняется процесс глазурирования изделий [3, 4].

Материалы и методы исследования.

Политой обжиг можно разделить на ряд периодов, каждый из которых протекает при определенном температурном режиме и газовой среде, что обеспечивает постепенное формирование черепка с необходимыми свойствами (рис. 1).

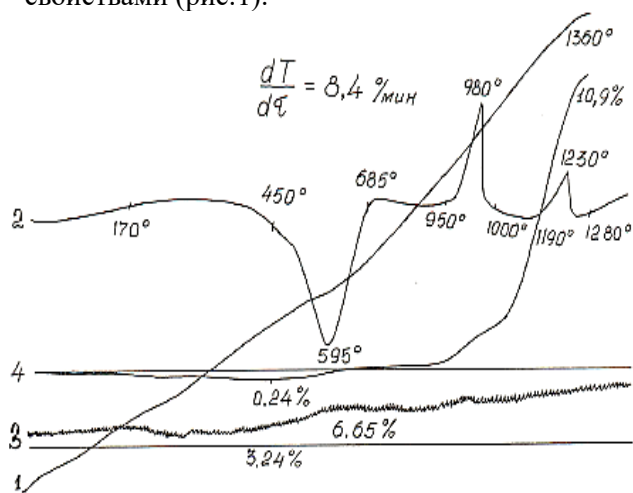


Рис.1. Комплексная дифференциально-термическая кривая фарфора классического состава. 1-Температурная кривая нагрева; 2-Дифференциально-термическая кривая; 3- Дилатометрическая кривая; 4-Кривая потери веса.

Результаты и их обсуждение. Первый период обжига фарфора (20-950°C) характеризуется различными физико-химическими реакциями, зависящими от предварительной подготовки изделий к полному обжигу, а также от сушки изделий после глазурирования. Предварительная подготовка зависит от степени первого обжига и определяется наличием в составе изделий газообразных продуктов.

В первую очередь удаляется остаточная механически связанная и гигроскопическая вода. Оба вида воды испаряются при температуре 110-130°C.

После прогрева фарфоровых изделий осуществляется более интенсивный подъем температуры. В этом интервале температур происходит окончательная дегидратация глинистого вещества и полное удаление химически связанной гидратной воды, если этот процесс не получил завершения при первом обжиге.

Наиболее активно пары гидратной воды выделяются в интервале температур 500-600 °C.

Поскольку при указанных температурах фарфор обладает еще достаточно большой пористостью, бурное выделение влаги в этот период не приводит к растрескиванию черепка изделий. Печная газовая среда не влияет на удаление гидратной воды.

Примерно с температуры 200 до 500°C изделия при обжиге поглощают (адсорбируют) сажистый углерод из дымовых газов. Выше 700°C начинается его постепенное выгорание, которое более активно происходит в окислительной среде. Одновременно осуществляется возгонка органических веществ, содержащихся в глинистых материалах, которая также сопровождается науглероживанием черепка. Чтобы уменьшить науглероживание изделия в этом интервале температур поддерживают окислительную газовую среду ($\alpha = 2-4$).

Не выгоревший при достижении 1000°C углерод, как и остатки не удаленной влаги, на более поздних этапах обжига способствуют образованию вздутий в виде "прыщей" в результате закрытия жидкой фазой, которая начинает образовываться при температуре 950°C, некоторой части капилляров в обжигаемом черепке.

Не выгоревший к началу восстановительного периода адсорбированный черепком углерод может вызвать дефекты и в последующих периодах обжига фарфора, особенно в начальный период охлаждения, поскольку после периода восстановления, когда соотношение $CO:CO_2$ станет меньше 0,1,

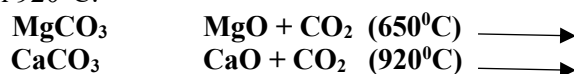
возможно его выгорание с образованием газовых пузырьков, обуславливающих возникновение на фарфоре наколов и кратеровидных углублений.

Органические вещества так же, как и адсорбированный углерод, должны быть полностью удалены из черепка к началу восстановительного периода в резко окислительной газовой среде с избытком свободного кислорода (около 4-6%), поскольку при температуре свыше 1050°C обжиг уже ведется в восстановительной атмосфере.

Необходимость выжигания органических веществ до температуры 950°C обусловлена еще и тем, что при этой температуре фарфор обладает достаточно высокой пористостью (газопроницаемостью), способствующей беспрепятственному выходу газов, которые образуются при сгорании органических веществ. Продолжительность выжигания органических веществ из фарфора зависит от его толщины и содержания кислорода, а также от объема садки.

В этом периоде (при температуре 575°C) обжига происходит реакция превращения β -кварца в α -кварц, которая сопровождается увеличением объема изделий, что, однако, не вызывает появления дефектов. Объясняется это наличием большого количества пор в нагреваемой фарфоровой массе. Кроме того, при расширении в поверхностных слоях изделия возникают сжимающие усилия, которым материал хорошо сопротивляется.

До температуры 1000°C заканчивается декарбонизация (термическое разложение) углекислых магнезия $MgCO_3$ и кальция $CaCO_3$, присутствующих в фарфоровой массе. Карбонат магнезия $MgCO_3$ начинает разлагаться при температуре 650°C, а карбонат кальция $CaCO_3$ - при 920°C.



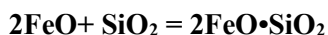
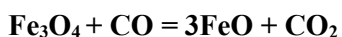
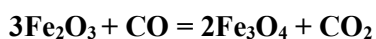
При таких относительно низких температурах материал имеет еще большую газопроницаемость, что способствует беспрепятственному выходу образующегося при разложении карбонатов углекислого газа CO_2 .

Второй период обжига протекает при температуре от 950 до 1050°C в резко окислительной среде. В этот период кроме завершения реакции декарбонизации и превращения β - в α -кварц происходит интенсивное выгорание углерода в черепке, полное освобождение материала от остатков гидратной воды, а также окисление соединений железа.

Нагрев изделий во второй период обжига носит почти изотермический характер, что способствует выравниванию температурного поля в объеме садки изделий.

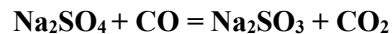
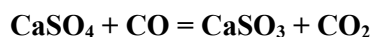
Третий период обжига - восстановительный. Восстановительный период создается увеличением концентрации CO в продуктах горения топлива в температурном интервале 1050-1250°C. Оксид углерода CO восстанавливает оксид железа Fe₂O₃ до оксида FeO, а сульфаты кальция CaSO₄ и натрия Na₂SO₄ - до сульфидов и сульфитов, что предотвращает вспучивание черепка и способствует созданию эффекта "отбеливания" фарфора. Кроме того, FeO благоприятствует образованию стекловидной (жидкой) фазы, расширяет интервал спекания. Стекловидная фаза, в свою очередь, способствует интенсивности протекания реакции муллитообразования (муллит - основная составляющая кристаллической фазы фарфора).

Реакции восстановления оксида железа Fe₂O₃ до FeO осуществляется по следующим схемам:



Повышение температуры в этот период обжига и концентрации CO ускоряет реакции, но при слишком интенсивном или слишком позднем (по температуре) процессе восстановления скорость образования стекловидной фазы может превзойти скорость восстановительных реакций, и газы, не найдя выхода из черепка, вызовут образование в нем вздутий. Стекловидная фаза образуется в основном в интервале температур 1150-1170°C, хотя в небольшом количестве она образуется уже при температуре 950-1000°C. В фарфоровой массе присутствуют и другие компоненты, выделяющие газы при нагреве, поэтому эти газы должны быть также удалены до достижения температуры 1170°C, т. е. до плавления полевого шпата, когда фарфор обладает еще достаточной газопроницаемостью.

Реакции восстановления сульфатов кальция CaSO₄ и натрия Na₂SO₄ протекают по следующим схемам:



Если восстановительную среду в этот период заменить окислительной, то разложение сульфатов закончится при температурах, превышающих точки плавления полевого шпата, что также приведет к образованию вздутий. Восстановительная среда значительно снижает температуру газовыделения компонентов массы, что способствует получению бездефектного (без вздутия) черепка.

В продуктах горения CO может содержаться в количестве от 3 до 8% в зависимости от типа печи. Увеличение содержания CO нежелательно, так как при этом в продуктах горения образуется сажа, которая осаждается на изделиях. При дальнейшем ее выгорании могут возникнуть дефекты на глазури - наколы.

Продолжительность восстановительного периода определяется в основном толщиной и формой обжигаемых изделий.

Рассматриваемый температурный интервал 1050-1250°C сопровождается интенсивной усадкой массы. При этом капилляры и поры в черепке постепенно закрываются, а диффузия газов затухает. Наиболее интенсивно усадка протекает в интервале температур 1000-1200°C. Наибольшая усадка соответствует и наибольшему уплотнению черепка.

Четвертый период обжига (1250-1410°C) - спекание фарфора - протекает в условиях нейтральной среды.

В этот период продолжается разложение алюмосиликатов, содержащихся в керамической массе, на свободные оксиды с последующим образованием муллита (3Al₂O₃·2SiO₂) и свободного кварца; завершается образование стекловидной и кристаллической фаз; происходит спекание фарфора, при котором он приобретает основные физико-механические свойства, а также химическую стойкость.

Этот период протекает от температуры 1250°C до конечной температуры обжига, величина которой в зависимости от состава фарфоровой массы может колебаться от 1280 (мягкий фарфор) до 1410°C (твердый фарфор). Чтобы получить требуемую микроструктуру, характеризующуюся закрытой пористостью от 2 до 4%, оптимальную температуру обжига устанавливают на 20-50°C выше температуры наибольшего уплотнения (рис.2).



Рис. 2. Электронно-микроскопические снимки фарфора классического состава, обожженной при температуре 1350 °С. увел. 4600

Электронно-микроскопическим анализом определены следующие структурные элементы для фарфора М-ТФЗ. Основная масса, представленная каолиновым остатком, состоит из кристаллов муллита (до 2,0 нм), скрепленных стеклом. Следует отметить, что в основной массе идет перекристаллизация муллита, отдельные кристаллы муллита достигают размера 2-15 нм; есть участки, где крупные кристаллы муллита образуют ориентированные сростки.

Псевдоморфозы по полевоому шпату часто представлены редкими длинно игольчатыми кристаллами муллита (15-20 нм). Кварц с

широкой (до 7-15 нм) зоной оплавления. По зонам оплавления располагается зона активной кристаллизации игольчатого муллита (до 3 нм) (рис.2).

С целью более подробного изучения текстуры ряда образцов из опытных масс был использован растровый (сканирующий) электронный микроскоп. В отличие от обычного электронного микроскопа под электронным лучом находится сам предмет, а не легко и часто повреждаемая реплика с образца. Характерные снимки растр электронного микроскопа (РЭМ) М-ТФЗ приведены на рис.3.

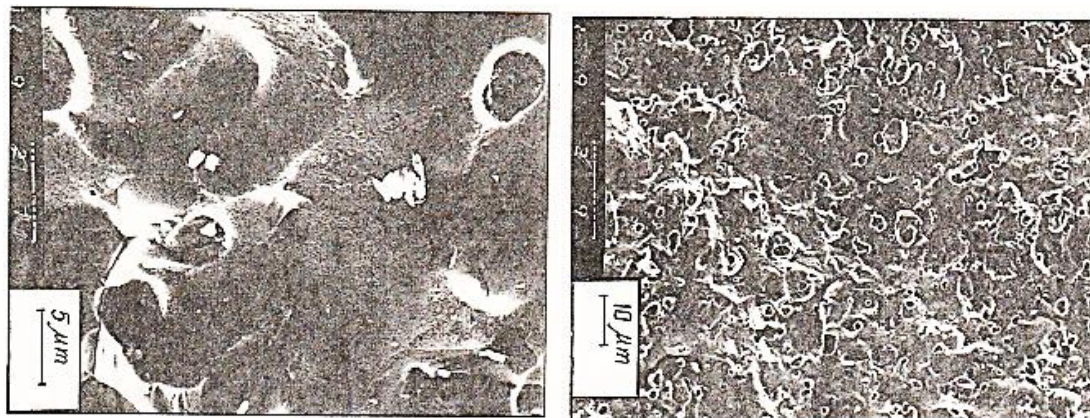


Рис. 3. РЭМ снимок фарфора, обожженной при температуре 1350 °С.

Из РЭМ снимок видно, что растровый микроскоп позволяет наблюдать практически все детали рельефа, каким бы сложным он ни был. Поверхность плитки является чрезвычайно неровной, "ноздреватой" с многочисленными углублениями весьма причудливой кратерообразной формы (рис.3а). Последняя на участке съемки образована приблизительно равновеликими (0,3-1,0 нм) округлыми линзообразными телами, напоминающими по форме и характеру укладки морской гальки. Размеры и форма тел дают основания предположить, что каждая из них представляет собой аморфизированный кристалл глинистого

вещества (каолинита), слегка оплавленный по краям и спаянный (сплавленный с соседними кристаллами и частицами). Места спайку двух соседних кристаллов или частиц сравнительно не велики, в связи с чем между ними должно существовать много свободного места (пор) (рис.3б).

Повышение температуры выше оптимальной вызовет пережог фарфора, при котором снижается белизна, увеличивается пористость, уменьшается прочность изделий.

Четвертый период обжига завершается выдержкой при максимальной температуре в течение времени, необходимого для завершения

реакций спекания, а также более равномерного распределения кристаллической фазы в стекловидной. Длительность выдержки зависит от объема обжигаемых изделий. Чрезмерное увеличение выдержки вызывает пережог изделий. Отсутствие же выдержки при быстром подъеме температуры от 1250°C до максимальной создает недожог изделий.

Пятый период обжига - резкое охлаждение. При охлаждении фарфора большое значение имеет точка перехода стекловидной фазы из расплавленного в твердое упругое состояние и точка отверждения глазури.

Температуре перехода в твердое состояние соответствует точка отверждения глазури на фарфоре. У глазурей твердых фарфоров эта точка находится около температуры 700°C, у глазурей мягких фарфоров - 550°C. Для того чтобы между черепком и глазурью не появились термические напряжения, рекомендуется снижать скорость охлаждения в этих интервалах температур. В противном случае может возникнуть растрескивание глазурного покрова. Чрезмерно замедленное охлаждение может привести к потере блеска глазури из-за ее кристаллизации.

На начальной стадии охлаждения (1410-1000°C) на фарфоровых изделиях могут возникнуть два вида дефектов: желтизна на поверхности и матовость глазури. Желтизна возникает в результате окисления железа: $4\text{FeO} + \text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3$. Оксид железа Fe_2O_3 придает желтый оттенок поверхности изделий. Хотя желтый оттенок не ухудшает остальных свойств фарфора, но при этом ухудшается белизна, т.е. портится внешний вид изделия. Желтизна может быть устранена при повторном обжиге, выполненном по нормальному режиму. Матовость глазури возникает из-за ее кристаллизации.

При быстром охлаждении от 1410 до 1000°C в воздушной (окислительной) среде в связи с большой интенсивностью начальной стадии охлаждения окисление FeO и кристаллизация глазури становятся

невозможными, вследствие чего черепок сохраняет белизну и блеск глазури.

Шестой период обжига - охлаждение. При дальнейшем охлаждении в интервале температур 1000-700°C жидкая фаза окончательно затвердевает и фарфор переходит из вязкого состояния в хрупкое. В этот период в изделии возникают термические и механические напряжения. Термические напряжения, возникшие из-за разности температур в период упругого состояния, исчезают после выравнивания температуры по толщине изделий, поэтому их называют временными. Термические напряжения могут привести к разрушению изделий при охлаждении. При застывании жидкой фазы в изделии возникают механические напряжения вследствие неравномерности усадки массы по ее толщине. Такие напряжения могут также привести к разрушению изделий как в процессе охлаждения, так и у потребителя. Поэтому механические напряжения называются остаточными.

Временные и остаточные напряжения зависят от скорости охлаждения изделий в этот период. Допустимая скорость охлаждения зависит от свойств материала, размеров и формы изделий, а также от объема садки. Для уменьшения напряжений обоих видов скорость охлаждения в этот период несколько снижается. Дальнейшая скорость снижения температуры определяется термической стойкостью изделий и огнеприпаса.

Заключение. Таким образом, в результате изучения фазовых превращений при формировании прочной структуры фарфоровых материалов из классического состава установлено, что фазовый состав синтезированных фарфоровых материалов представлен муллитом, кристобалитом, остаточным кварцем, смешанно-слоистыми кристобалит-тридимитовыми образованиями и стекловидной фазы, заполняющей промежутки между кристаллами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Французова И.Г. Общая технология производства фарфоровых и фаянсовых изделий бытового назначения. – М.: Высшая школа, 1991. – 192 с.
2. Лысин Б.С. Производство фарфора и фаянса. – К.: Феникс, 1989. – 413 с.
3. Будников П.П., Геворкян Х.О. Обжиг фарфора. – М.: Стройиздат, 1972. – 130 с.
4. Сень З.П., Мороз И.И. Скоростной обжиг фарфоровых изделий в конвейерных печах. – К.: УкрНИИТИ, 1968. – 120 с.
5. Августиник А.И. Керамика. – Л.: Промстройиздат, Ленинградское отделение, 1975. – 591 с.
6. <https://findout.su/10x31638.html>

Негматов С.С., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю., Мусабеков Д.Х. Исследование процесса обессоливание нефтеемульсии в зависимости от вида и содержания деэмульгаторов	53
Неъматова С.Т., Каттаев Н.Т., Колядин В.Г., Акбаров Х.И. Получение оксида ванадия (V) на основе промышленных отходов	56
Якубов М.М., Суннатов Ж.Б., Максудходжаева М.С., Валиев Х.Р. Вовлечение в пирометаллургическую переработку золотосодержащих упорных руд и отходов обогатительных фабрик АО «Алмалыкский ГМК»	60
Эминов Аф.А., Эминов А.М., Кадырова З.Р. Обжиг тонкокерамических изделий: режимы и сущность процессов образования структуры	62
Турсунов А.С., Турдалиев У.М., Оразимбетова Г.Ж. Обогащения глауконитовых руд по методу простого отмучивания	68
Каршиев М., Файзиев М.М. Определение адгезионных свойств лабораторных образцов полученным газопламенным напылением с последующим оплавлением	70
Ochilov M., Mamatkulov N.N., Abdushukurov A.K. Fenil-4-metoksifenoksipropionat sintez usuli va uning texnologik sxemasini ishlab chiqish	73

4. Прикладные, экономические и экологические аспекты применения композиционных материалов

Абед Н.С., Негматов С.С., Нормуродов А.А., Туляганова В.С., Джабборов Б.Т., Бозорбоев Ш.А. Исследование электрофизических свойств разрабатываемых композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе	76
Фузаилова К.Р. Исследование свойств композиционных материалов, использующихся в раскладках головного убора	79
Во'rixonov B.X., Rajabova G.R., Berdimurodov E.T., Panjiyev A.X. Uchlamchi aminlar asosida sintez qilingan to'rtlamchi ammoniy tuzlarini kvant-kimyoviy hisoblashlarni amalga oshirish	81
Махкамов В.Г'. Mahalliy xomashyodan sintez qilingan pan/vermikulit kompozitining Cu(II), Ni(II) ionlari bilan sorbsiyasi	86
Тошпулатова Г.Р., Хушвактова У.А., Абдурахимов К.Г., Дехканбаева С.А., Камолов Т.О. Исследование механизма окисления молибденита азотной кислотой	89
Xudoynazarov F.S. Piroliz qurumining termodinamik xossalari	93
Lutfullayev S.Sh., Sayfullayev T.X., Xayitov J.K. Qayta ishlangan polietilen asosidagi kompozitlarning mexanik xossaloriga somon tolalaring miqdori va o'lchami ta'siri	96
Негматов С.С., Мусабеков Д.Х., Исмаилов Р.И., Раупова Д.Н., Рахимов Х.Ю. Проведение опытно-производственные испытания разработанных композиционных химических деэмульгаторов для обезвоживания и обессоливания нефти в условиях ООО «Ферганский НПЗ»	99
Абдувалиева К.Х. Экологические аспекты интенсификации процесса извлечения платиноидов из техногенного сырья	102
Сайназаров А.М., Маткаримов С.Т., Мухаметджанова Ш.А., Носирходжаев С.К. Микроструктурное и фазовое исследование шлака донной корки кислородно-взвешенной плавки меди на стадии шлакоотвода	103

5. Методы исследования, приборов и оборудований композиционных материалов

Qarshiyev H.K., Xasanov A.S., Murashkeyevich S.M., Mirzanova Z.A. Eritmadan kobaltni oksidlab-cho'ktirishning zamonaviy holati va oksidlab cho'ktirishga ta'sir etuvchi omillarni tadqiq qilish.....	107
Во'rixonov B.X., Ahmadova R.S., Tojimuhamedov H.S., Panjiyev A.X. Etilenxlorgidrin asosida to'rtlamchi ammoniy tuzlari sintezi va ularni xitozan bilan modifikatsiyasi	113
Сидрасулиева Г.Б., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Синтез, идентификация и морфология поверхности нанокompозита O-g-C ₃ N ₄ /ZnO	116
Мнажов А.Н., Абылова А.Ж. Қорақалпоғистон республикаси устурт текислиги гипс минералларининг кимёвий, физик-кимёвий таҳлил натижалари	120