

**ИНСТИТУТ ИСТОРИИ, АРХЕОЛОГИИ И ЭТНОЛОГИИ
ИМ. Б. ДЖАМГЕРЧИНОВА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

**КЫРГЫЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Ж. БАЛАСАГЫНА**

Диссертационный совет Д 07.23.674

На правах рукописи

УДК: 666.3(575.2):001.891

ОРУЗБАЕВА ГУЛЬНАРА ТАЛГАТОВНА

**ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА В ПЕРИОД
II ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ ДО Н.Э. – XVI В. Н.Э. С ПРИМЕНЕНИЕМ
КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ АРТЕФАКТОВ**

07.00.10 – история науки и техники (исторические науки)

07.00.06 – археология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора исторических наук

Бишкек 2025

Работа выполнена на кафедре Инженерная и компьютерная графика Кыргызского Государственного технического университета им. И. Раззакова

Научный консультант:

Борисов Василий Петрович

доктор технических наук, главный научный сотрудник ФГБУН Института истории естествознания и техники РАН РФ

Официальные оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится «__» _____ г. в 14.00 на заседании диссертационного совета Д 07.23.674 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора исторических наук при Институте истории, археологии и этнологии им. Б. Джемгерчинова НАН КР и Кыргызском национальном университете имени Ж.Баласагына по адресу: г. Бишкек, проспект Чуй, 265,а. Ссылка онлайн трансляции защиты диссертации _____.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеках организаций, при которых создан диссертационный совет и на сайте НАК при Президенте Кыргызской Республики <https://vak.kg>.

Автореферат разослан «__» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор исторических наук, профессор

Бикбулатова А. Р.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На территории современного Кыргызстана имеется немало исторических городов и памятников разных эпох, где обнаружено множество керамических изделий, свидетельствующих об особенностях развития одного из важных для удовлетворения хозяйственных нужд производств, являющегося ценным материалом для изучения истории, экономики и культуры древности и средневековья. Поэтому изучение керамического производства как одного из важных источников по истории народов, проживавших на территории Кыргызстана, вызывает большой научный интерес. Изучение древнего и средневекового керамического производства на территории Кыргызской Республики носило в большей степени историко-археологический характер. На наш взгляд, такой подход ограничивает возможности системного анализа истории керамического производства Кыргызстана на фоне общего исторического развития страны. Кроме того, при исследовании керамических артефактов только археологическими методами часто дается их субъективное описание, которое может привести к ошибкам. Для сопоставления и проверки данных, полученных археологами, и получения полной информации о керамическом производстве необходимо проведение историко-технического исследования керамических артефактов.

В последние годы многие исследователи стали активно применять для изучения керамических артефактов, обнаруженных в различных регионах, различные современные методы. В то время как исследование кыргызских керамических артефактов¹ современными методами систематически не проводилось, что не позволяло получить технические характеристики керамических центров и реконструировать процесс возникновения и развития на территории республики керамического производства.

Вместе с тем до настоящего времени не сформировался перечень характеристик для комплексного исследования керамики и часто изучается одно из свойств керамических изделий. Разрозненные методы также обычно не позволяют получить полную технологическую информацию. В связи с этим актуальным является комплексное исследование керамических изделий, их разновидностей по составу и качеству, позволяющее проследить эволюцию технологий, выявить их детали, установить особенности становления керамического производства, сравнить с керамическими производствами различных регионов мира. Вместе с тем проведение комплексного исследования является важным моментом для развития междисциплинарных научных исследований, которые позволят вывести археологию республики на новый уровень. Такой подход имеет большое значение для сохранения и реставрации керамических артефактов на территории Кыргызстана. Если обратиться к комплексному исследованию технологии производства керамических изделий, их разновидности, состава и качества, то откроются новые перспективы для подтверждения кыргызской древности.

¹ В работе используется определение «керамические изделия Кыргызстана», «кыргызские керамические артефакты», под которым подразумевается керамическое производство народов, которые когда-либо проживали на территории Кыргызской Республики.

Связь темы диссертации с крупными научными программами (проектами) и основными научно-исследовательскими работами.

Диссертация выполнена в Кыргызском Государственном техническом университете им. И. Раззакова и является инициативной работой.

Цель и задачи исследования. Целью исследования является реконструкция технологий древних и средневековых керамических производств Кыргызской Республики, выявление закономерностей и тенденций их эволюции на основе комплексного подхода с использованием современных методов.

Основные задачи исследования:

1. выполнить анализ литературных источников с целью выявления степени изученности керамического производства рассматриваемого периода;
2. выполнить анализ древних и средневековых керамических центров, расположенных на территории Кыргызстана, керамические изделия которых были исследованы;
3. реконструировать технологию керамического производства в его историческом развитии;
4. применить современные методы: рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый анализы, оптическую и растровую электронную микроскопию, технические испытания на твердость по Роквеллу, метод гидростатического взвешивания для изучения керамического производства рассматриваемого периода с целью выявления закономерностей влияния тех или иных технологических приемов на состав и качество исследуемых изделий;
5. изучить химический, минералогический и фазовый составы керамических изделий разных регионов страны;
6. выявить динамику температурного режима обжига керамических изделий на территории Кыргызстана в период II тысячелетия до н.э. – XVI века, оказавшего влияние на изменение физико-механических свойств керамических артефактов и нашедшего отражение в их твердости, пористости и водопоглощении;
7. установить источники сырьевой базы, расположенных поблизости к изучаемому объекту;
8. классифицировать и систематизировать качественные характеристики керамических изделий рассматриваемого периода по результатам комплексного исследования.

Научная новизна исследования:

1. впервые предложен и реализован комплексный подход к исследованию истории технологий керамического производства Кыргызстана в период II тыс. до н.э. – XVI в. н.э. и его реконструкции, выявления закономерностей и тенденций эволюции на основе современных методов: рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового анализов, оптической и растровой электронной микроскопии, технических испытаний на твердость по Роквеллу и метода гидростатического взвешивания;
2. составлена информационная база керамических центров, включающая следующие параметры для каждого из них: расположение, датирование, степень изученности;
3. выполнен анализ результатов экспериментальных исследований химического, минералогического и фазового составов, твердости, пористости,

водопоглощения, плотности, микроструктуры, в результате которого установлено влияние разных методов и приемов, используемых при изготовлении керамических изделий, на глинистый материал;

4. выявлена динамика температурного режима обжига исследованных изделий по полученным результатам комплексного исследования;
5. по результатам рентгенофлуоресцентного анализа определены вероятные месторождения глинистого сырья, которое могли использовать древние и средневековые керамисты;
6. проведена классификация качественных характеристик изученных изделий;
7. установлены общие и характерные черты технологии керамического производства различных областей республики;
8. впервые решена важная крупная научная задача – реконструкция истории технологии керамического производства на территории Кыргызстана в период II тыс. до н.э.–XVI в.

Практическая значимость полученных результатов. Результаты работы расширяют и углубляют представления о технологиях керамического производства на территории Кыргызстана в период II тыс. до н.э.–XVI в. и играют важную роль при проведении реставрации и сохранении объектов культурного наследия. В то же время их можно применить при написании работ по истории развития керамических производств Кыргызской Республики. Разработанный единый научный подход к исследованию древних и средневековых керамических изделий Кыргызстана позволит определить уровень развития керамического производства на его различных этапах. Проведенные экспериментальные исследования могут быть полезны для дальнейшего изучения керамических артефактов, относящихся к разным историческим эпохам и обнаруженных на территории разных областей республики.

Комплексное изучение керамических изделий, обнаруженных в различных производственных центрах, позволит внести ощутимый вклад в историю развития науки и техники республики, поможет воссоздать полную картину историко-культурного наследия Кыргызстана. Результаты работы внедрены в Институте Истории и регионоведения Кыргызского Национального университета им. Ж. Баласагына (в учебном процессе для обучения студентов); в Научно-исследовательском и проектном институте «Кыргызреставрация» (при проведении реставрационных работ и сохранении объектов культурного наследия в Кыргызской Республике).

Экономическая значимость полученных результатов. Разработанный научный подход исследования керамических артефактов позволит проводить реставрации и сохранение объектов культурного наследия на более высоком уровне.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. результаты выполненного анализа литературных источников, определяющие степень изученности керамических изделий и технологии их производства на территории Кыргызстана со II тысячелетия до н.э. до XVI в.;
2. информационная база по результатам обобщенного исследования керамических центров, позволяющая определить расположение, степень изученности и датировать керамическое производство на территории республики;

3. предложенный комплексный подход исследования современными методами, позволяющий изучить историю технологий керамического производства обозначенных периодов на территории современного Кыргызстана;
4. выполненный анализ результатов экспериментальных исследований химического, минералогического и фазового составов, твердости, пористости, водопоглощения, плотности, микроструктуры керамических артефактов, указывающий на совершенствование технологических процессов в исторической перспективе развития общества;
5. полученные результаты комплексного метода исследования, позволяющие определить динамику температурного режима обжига, источники сырьевой базы;
6. классификация качественных характеристик керамических изделий по результатам комплексного метода исследования;
7. проведенный сравнительный анализ полученных результатов, устанавливающий общие и характерные черты керамического производства различных областей республики;
8. проведенные исследования, позволяющие реконструировать историю технологий керамических производств на территории Кыргызстана в период II тыс. до н.э. – XVI в. н.э.

Личный вклад соискателя:

1. разработан оптимально экономичный и информативный комплекс физико-химических и физико-механических исследований образцов древней и средневековой керамики Кыргызстана и обосновано их применение;
2. классифицированы и систематизированы качественные характеристики керамики Кыргызстана с точки зрения физико-механических и физико-химических свойств на основе разработанного комплексного экспериментального метода;
3. определена температура обжига древней и средневековой кыргызской керамики;
4. реконструирована природа используемых гончарных материалов и определены источники сырья древней и средневековой керамики Кыргызстана.

Апробация результатов исследования была представлена в докладах на международных и всероссийских конференциях: «Наука, образование, инновации: приоритетные направления развития», Бишкек (Кыргызская Республика), 2009; «Рахматуллинские-Ормонбековские чтения», Бишкек (Кыргызская Республика), 2015; «Актуальные вопросы общественных наук: социология, политология, философия, история», Новосибирск (Российская Федерация), 2015; «Роль и место машиностроения в развитии приоритетных отраслей экономики», Бишкек (Кыргызская Республика), 2018; «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России» (Российская Федерация), 2019.

Полнота отражения результатов диссертации в публикациях. Результаты выполненных исследований опубликованы в 31 печатных работах, 11 из которых опубликованы в научных рецензируемых журналах, входящих в рекомендованный перечень НАК КР, 24 – в РИНЦ РФ, в том числе входящих в базу данных Scopus и Web of Science – 7.

Структура и объем работы. Диссертационная работа включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и источников, приложения.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении предложено обоснование актуальности темы и определена ее научная новизна, сформулированы цели и задачи работы.

В первой главе «Историография рассматриваемой проблемы» проанализированы литературные источники, обращенные к описанию керамических изделий, обнаруженных на территории республики, а также к современным методам, примененных в исследовании керамических артефактов.

В первом параграфе главы «Археологические и научные исследования керамического производства» проведен анализ степени изученности керамического производства нашей страны по литературным источникам. Археологические исследования на территории Кыргызстана ведутся со второй половины XIX в. и продолжаются до настоящего времени. Среди археологических артефактов, керамические изделия, как наиболее представленный и хорошо датируемый материал, имеют особое значение. Установлено, что в силу научной значимости, керамические изделия описаны и изучены во многих археологических работах и отчетах. Так, Л.А. Евтюхова описала керамические изделия енисейских кыргызов, особо отмечая кыргызские вазы, ценившиеся за форму и качество. А.Н. Бернштам обобщил тимуридские слои городищ Шельджи (Талас), Ашпара (Чуйская долина), Атбаш (Тянь-Шань) и дал классификацию приемов орнаментации для согдийского и карлукского периодов. Керамические изделия Таласской долины также были исследованы П.Н. Кожемяко. Керамические центры Ферганы описал Ю.А. Заднепровский, Иссык-Кульским керамическим изделиям уделили внимание такие ученые как Д. Винник, В.В. Плоских, а керамические изделия Тянь-Шаня описала К.И. Ташбаева.

Выявлено, что часть работ вышеуказанных авторов относится к общеисторическим исследованиям, основанным на сочетании общенаучных методов. Некоторые работы относятся к историческим, основанным на методах изучения тех или иных конкретных исторических явлений, или историко-археологическим исследованиям, основанным на методах изучения и реконструкции обществ прошлого, и не относятся к историко-техническим исследованиям, основанным на методах технических и естественных наук.

Во втором параграфе главы «Современные методы в исследовании керамических артефактов» проведен анализ используемых историко-технических исследований в изучении древних керамических изделий, которые проводятся с целью получения информации о керамическом производстве различных регионов и периодов.

Так, микроскопический анализ параллельно с химико-технологическим применялся в исследованиях М.А. Безбородова, Э.В. Сайко, Н.С. Гражданкиной. Специально вопросу изучения технологии глазурей бытовой керамики посвящена статья Ф.А. Бурнашевой. И.С. Жущиховская и Б.Л. Залищак разработали методику петрографического анализа древней керамики Приморья. Е.В. Ламина, Э.В. Лотова, Н.Н. Добрецов предложили схему реконструкции технологий керамического производства по результатам рентгенофазового

термического анализа и ИК-спектроскопии. В.А. Дребущак, Л.Н. Мыльникова, Т.Н. Дребущак впервые предложили применение комплекса методов физико-химических исследований древней керамики, а также апробировали и опубликовали методику проведения термического и рентгенофазового анализа. В.А. Борисов определил твердость керамических изделий методом Бринелля и классифицировал их. В статье С.И. Валиулиной и ее соавторов отражены результаты исследования химического состава глазурей архитектурного декора с территории Хорезма и Золотой Орды. В.И. Молодин и Л.Н. Мыльникова использовали петрографию, порошковую рентгенографию и термический анализ для исследования древней керамики лесостепной зоны Западной Сибири. В статье В.О. Козьминых и его соавторов отражены результаты исследования образцов древней керамики методами структурного физико-химического анализа. Т.В. Осипова рассмотрела возможность применения в археологических исследованиях методов естественных наук.

И. Бернارد и М. Тайт в своих работах подробно рассмотрели использование рентгенофлуоресцентного анализа в археологии. О. Шепард и Л. Мэритэн использовали петрографию в исследовании древней керамики. Л. Кампэнелла и его соавторы исследовали древнюю ливийскую керамику методами термогравиметрии и термомеханического анализа.

В то же время изучение кыргызских керамических изделий комплексным подходом исследования современными методами систематически не проводилось, что не позволяло получить «техническую» характеристику керамических центров и реконструировать процесс возникновения и развития на территории нашей республики древнего и средневекового керамических производств, связанных с изготовлением гончарной продукции.

Во второй главе «Методологический подход, источники и методы комплексного исследования» изучены керамические центры и описана технология изготовления керамических изделий, обнаруженных на территории республики, рассмотрены примененные современные методы исследования керамических артефактов Кыргызстана рассматриваемого периода. Из анализа литературы выявлено, что многие исследователи в последние годы стали активно изучать древние керамические изделия различными современными методами, в то время как в Кыргызской Республике такие исследования не проводились или проводились с эпизодическим использованием этих методов. Во многом это объясняется тем, что традиционно местные историки к своим исследованиям недостаточно широко привлекали представителей естественных и технических наук, что ограничивало возможности усиления междисциплинарного дискурса в области изучения древних керамических изделий, как в самой республике, так и в международных научных проектах и контактах.

Примененный в диссертации комплексный подход на основе взаимодополняющих современных методов исследования керамических изделий дал возможность получить целый ряд новых их параметров, позволивших реконструировать на их основе историю эволюции древнего и средневекового керамического производства.

Основным объектом исследования является керамическое производство на территории современного Кыргызстана в период со II тысячелетия до н.э. до XVI в.н.э.

Предметом исследования стали образцы керамических производств двенадцати керамических центров эпохи бронзы, раннего и развитого средневековья, которые служат основой в реконструкции технологии керамических производств и являются отражением древних традиций керамистов. Керамические образцы были предоставлены профессором Кыргызско-Турецкого университета «Манас» К.Ш. Табалдиевым и сотрудниками музея Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б.Н. Ельцина.

В первом параграфе главы «Характеристики керамических центров» определена степень изученности и анализ характеристик керамических центров, таких как Садыр-Курган, Бурана, Красная речка, Кок-Жар, Кан-Добо, Тосор, Курменты, Уч-Курбу, Жаркынбаево, Кайнар, Кызыл-Сеңир, Эпкин, керамические изделия которых были исследованы. В результате проведенного анализа: определены этапы развития древних и средневековых керамических производств; датированы исследуемые керамические изделия; определена их степень изученности.

Второй параграф главы «Технологический процесс изготовления керамических изделий» посвящен технологии изготовления исследованных артефактов. Вначале керамические изделия изготавливались на корзиночной основе, так как плетеные изделия предшествовали глиняным, и процесс изготовления представлял собой размешивание глины, формование изделия, сушку и обжиг. К средневековью количество этапов в технологиях изготовления керамических изделий увеличилось, добавились: ангобирование, лощение, орнаментация.

Размешивание глинистой массы. Кыргызские мастера перед размешиванием подготавливали формовочную массу: разбивали и растирали комки глины, удаляли инородные предметы, затем замешивали глину на воде ногами до однородной консистенции. А после добавляли отощитель (песок, кварц, шамот, шерсть, навоз) для благоприятной усадки сосудов во время их сушки и обжига.

Формование. С древнейших времен керамисты формование изделий осуществляли с помощью:

- выдавливания из кома влажной глины необходимой формы;
- спиралевидного наращивания или наращивания замкнутыми глиняными лентообразными кольцами;
- болванок;
- гончарного круга, который вначале был ручным, вращающимся на короткой оси, и устанавливался на каменном подпятнике, после было присоединено маховое колесо, сообщаемое кругу скорость и силу инерции вращения;
- специальных орнаментированных калыпов (штампов), которые требовали особых технологических приемов.

Важно отметить, что различные приемы формовки изделий сосуществовали не только в разных местах и в одном и том же периоде, но и рядом, в одном и том же районе, часто в одном и том же керамическом пункте.

После формования поверхность сосуда сглаживали мокрыми руками, костью или войлоком. Введение такого приема улучшало внешний вид, а также уменьшало водопоглощение, так как мелкие частицы глинистой массы закрывали поровые каналы.

Ангобирование. Ангоб придавал внешней поверхности красочную облицовку и делал изделия менее влагопроницаемыми, изготавливался из тонкоотмученной, светлой, замешанной на воде глины и наносился на изделие перед сушкой. Для изменения окраски водного раствора древние гончары добавляли корни растений (ышкын, ала бата и др.).

Сушка и лощение. Сушка до обжига предназначалась для предотвращения трещин при обжиге. Скорость сушки сосудов зависела от температуры, влажности воздуха и его циркуляции, поэтому для этой цели древние кыргызы приспособили юрту без циновок. Для необходимого проветривания снизу приподнимались туурдуки. Посуду расставляли на полу.

Процесс лощения осуществлялся трением галькой или костью в момент, когда глина почти высохла, и способствовал потемнению поверхности, а также делал изделия водонепроницаемыми.

Обжиг. Обжиг используется, чтобы преобразовать глинистую массу в твердое изделие, на которое не влияет вода. Этот процесс протекает при 500-600°C. Вначале изделия обжигались в один этап на костре. Со временем древние керамисты при обжиге стали использовать три периода: 1) чок (окур), при котором происходит выделение влаги; 2) орто жалын (средний огонь), при котором из массы изделия удаляется химически связанная вода и сгорают все органические вещества; 3) катуу жалын (взвар), когда изделия приобретают цвет темно-красного каления.

Декоративные покрытия. Древние керамические изделия украшали не только ангобированием, лощением, но и зачерняли дымом, а также наносили разнообразные орнаменты или росписи.

Гончарные печи. На раннем этапе производства, обжиг высушенных изделий производился на земле в куче топлива, которую покрывали навозом с целью сохранения тепла. В качестве топлива использовали навоз, солому, камыш. Со временем кучу стали окружать стенкой, изготовленной из глины. Таким образом, были созданы простейшие гончарные печи, имеющие перегородку между горшками и топливом. Остатки гончарных печей были обнаружены по всей территории древних кыргызов: в Чуйской (Александровское и Краснореченское городища), Таласской (Кетмен-Тобо) и Ферганской (Узген) долинах.

В дальнейшем конструкции печей совершенствовались. Печи строились на основе четко разработанных технических принципов. Их конструкции и формы были разными, как для разных областей, так и для одной области. С древних времен мастера работали над развитием технических свойств печей, важной деталью которых являются размеры и взаимосвязь двух камер – обжигательной и топочной. Дальнейшие поиски улучшения рабочих качеств печей и техники обжига шли по линии усиления теплоизоляции камер, более экономичного использования объема, получения ровного и достаточно сильного теплового потока. Часто в зависимости от характера обжига и

необходимой температуры продухи перекрывались в той или иной степени специальными крышками или просто обломками кирпичей или керамики, так же, как это делается в современных камерных печах. Все это свидетельствует о продуманном регулировании температуры.

В третьем параграфе главы «Методы комплексного исследования» описаны современные методы исследования, примененные для изучения керамических изделий Кыргызстана рассматриваемого периода: оптическая и растровая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый анализы, технические испытания на твердость по Роквеллу и метод гидростатического взвешивания. Перечисленные методы не являются конкурирующими, а дополняют друг друга, позволяют снизить время и затраты на проведение исследований и повышают их общую информационную эффективность.

Рентгенофлуоресцентный анализ. Рассмотрены сущность и преимущества данного метода. Рентгенофлуоресцентный анализ позволил более детально изучить материал и определить элементный состав исследуемой керамики до 25 элементов. Его достоинством стали простота использования и надежность оборудования, позволяющие добиться качественных результатов. Метод позволил свести к минимуму подготовку образца к анализу и избежать проблем, связанных с разложением пробы и подготовкой химических реагентов к замеру.

Полученные результаты позволили более полно исследовать керамические изделия (по структуре и составам) в историческом развитии, более точно (по характеру, качеству глиняных масс) изложить их свойства для определенного исторического периода, а также передать особенности и общие признаки производства в разных регионах Кыргызстана.

Рентгенофазовый анализ. Рассмотрена методика проведения данного метода, который был использован для определения элементного состава керамики без разрушения образца и оценки фазовых состояний смеси. Эксперименты показали, что к достоинствам рентгенофазового анализа можно отнести его высокую достоверность, экспрессность и использование небольшого количества анализируемого вещества. Полученные результаты позволили определить температуру обжига исследуемых изделий.

Микроскопический анализ. Рассмотрены задачи данного метода, который позволил установить минералогический состав керамического теста, структуру глины и естественных и искусственных примесей, температуру обжига.

На базе полученных результатов анализа удалось классифицировать керамические изделия по ее составу, определить центры керамического производства и установить некоторые особенности гончарной технологии. Микроскопические исследования дали важный материал для сопоставления и проверки данных, полученных археологами.

Растровая электронная микроскопия. Рассмотрены сущности и преимущества данного метода, использованного для исследования микроструктуры, которая определяет важные свойства керамических изделий и является другим значимым фактором наряду с минеральным составом. Растровая электронная микроскопия позволила получить информацию о размерах (объеме) пор и их физическом состоянии, качестве сырья и способах его обработки.

Метод Роквелла. Рассмотрена методика проведения анализа, использованного для измерения твердости керамических изделий, которая лежит в основе их прочности и долговечности. Метод Роквелла является менее трудоемким и имеет ряд преимуществ: нет необходимости проводить расчеты и подготовку поверхности исследуемого образца за счет применения предварительной нагрузки P_0 .

Метод гидростатического взвешивания. Рассмотрена методика проведения анализа, который позволил определить не только кажущую плотность и водопоглощение, но и рассчитать открытую пористость. Насыщение пор образцов жидкостью проведено методом вакуумного насыщения. В качестве пропитывающей жидкости использована вода. Полученные результаты позволили получить информации о качестве сырья, способах его обработки.

В третьей главе «Основные результаты комплексного исследования керамических артефактов» проанализированы результаты физико-механических и физико-химических исследований керамических изделий с целью реконструкции технологий древних и средневековых керамических производств Кыргызстана.

В первом параграфе главы «Определение твердости» рассмотрены результаты определения твердости кыргызских керамических изделий методом Роквелла. Измерения твердости керамических изделий разного времени показали, что значения твердости различны. Выявлено, что такие различия связаны со следующими факторами:

- древние керамисты не могли достичь постоянства температуры в печи, что привело к понижению твердости керамических изделий при довольно высоких температурах;
- состав глины определялся на глаз, эмпирически, основываясь на опыте керамистов;
- мастера одного и того же керамического пункта употребляли разные сырьевые материалы;
- древние мастера не только одного керамического центра, но и каждый мастер в отдельности, имели свои технологические особенности обжига и обработки глин.

Установлено, что, несмотря на эти различия, твердость в среднем повышалась с течением времени (рис. 1,а), что указывает на совершенствование навыков керамистов, технологических процессов и их дифференциации.

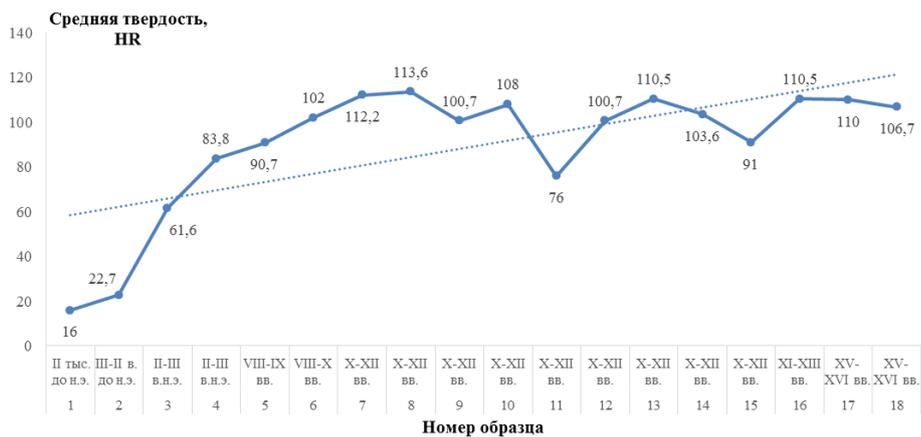
Во втором параграфе главы «Определение кажущей плотности, водопоглощения и открытой пористости» по экспериментальным данным определены кажущаяся плотность ($\rho_{каж}$) и водопоглощение (B), а также рассчитана открытая пористость (P_o) по следующим формулам:

$$B = ((m_1 - m)/m)100 \%,$$

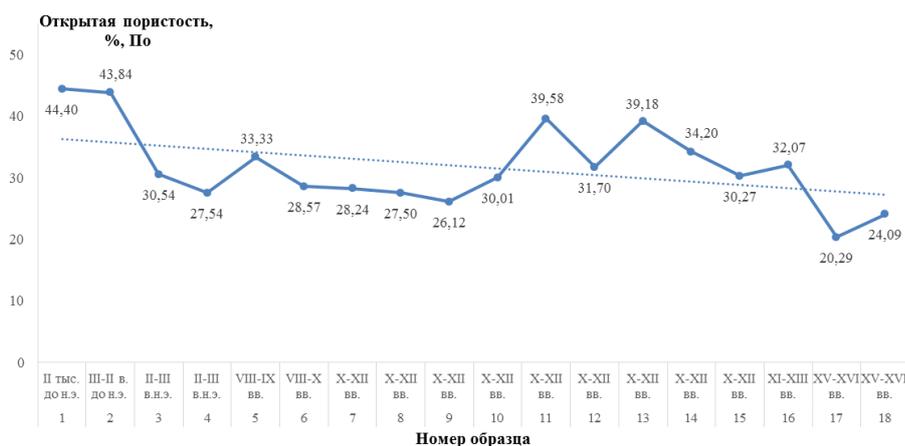
где m и m_1 – соответственно масса сухого образца и насыщенного водой, грамм.

$$\rho_{каж} = (m\rho_{ж}) / (m_1 - m_2),$$

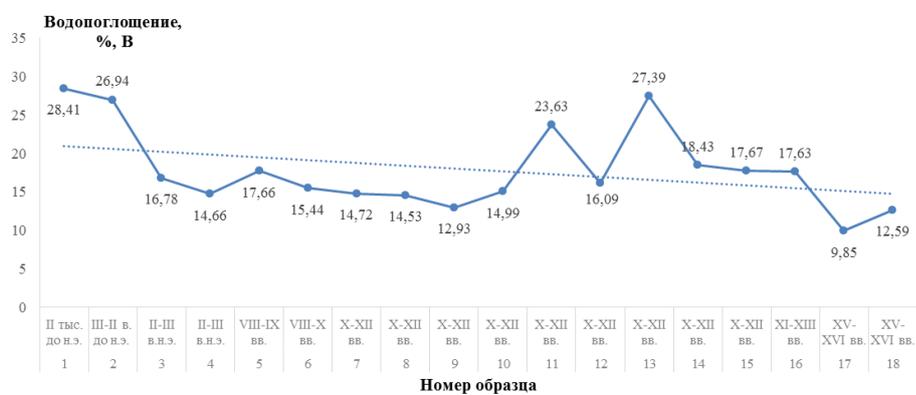
где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, г/см³; m_1 и m_2 – соответственно масса взвешенного на воздухе и погруженного в жидкость насыщенного жидкостью образца, грамм.



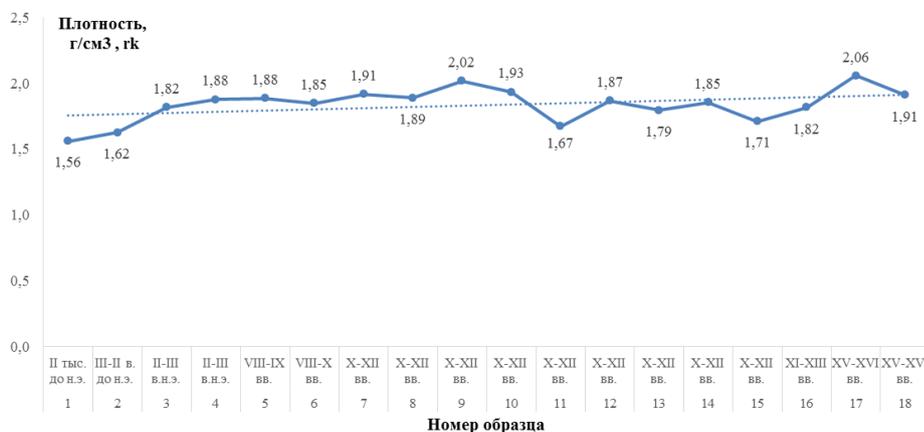
а)



б)



в)



г)

Рисунок 1 - Динамика изменения: а – твердости; б – открытой пористости; в – водопоглощения; г – плотности керамических артефактов Кыргызстана

Расчет *открытой пористости* P_o проведен по формуле: $P_o = V\rho_k$.

Выявлено, что в образце №1, датированном II тыс. до н.э., пористость достигает 44% (рис. 1,б). Высокая пористость материала не допускает плотного спекания частиц материала. Они склеиваются стекловидным расплавом лишь в точках касания песчинок, что объясняет хрупкость керамических изделий. К средневековой общий показатель пористости в среднем снижается и доходит до 20% (образец №17). Снижение пористости обусловлено не только характеристиками сырья, составами смесей, технологиями изготовления, но и температурой обжига: чем она выше, тем черепок более плотный. Все это указывает не только на совершенствование навыков керамистов, но и на совершенствование способов изготовления керамических изделий.

По результатам измерений выявлено, что водопоглощение в среднем со временем понижается (рис. 1,в), что указывает на изменение или введение новых приемов изготовления керамических изделий, которые были взаимосвязаны. Установлено, что в результате сглаживания уменьшается водопоглощение, так как мелкие частицы глинистой массы закрывали поровые каналы, вследствие чего увеличивается плотность (рис. 1,г). Таким образом, полученные экспериментальные данные плотности, водопоглощения и пористости керамических изделий позволили определить структуру, степень спекания, виды пористости, а также их эксплуатационные свойства.

В третьем параграфе главы «Определение химического состава» рассмотрены результаты исследования химического состава керамических артефактов рассматриваемого периода, что способствовало выяснению важных технологических деталей, незаметных при обычном традиционном изучении материала. Выявлено, что керамические изделия не однородны по своему составу и различаются по количественному содержанию основных компонентов и их соотношению (рис. 2).

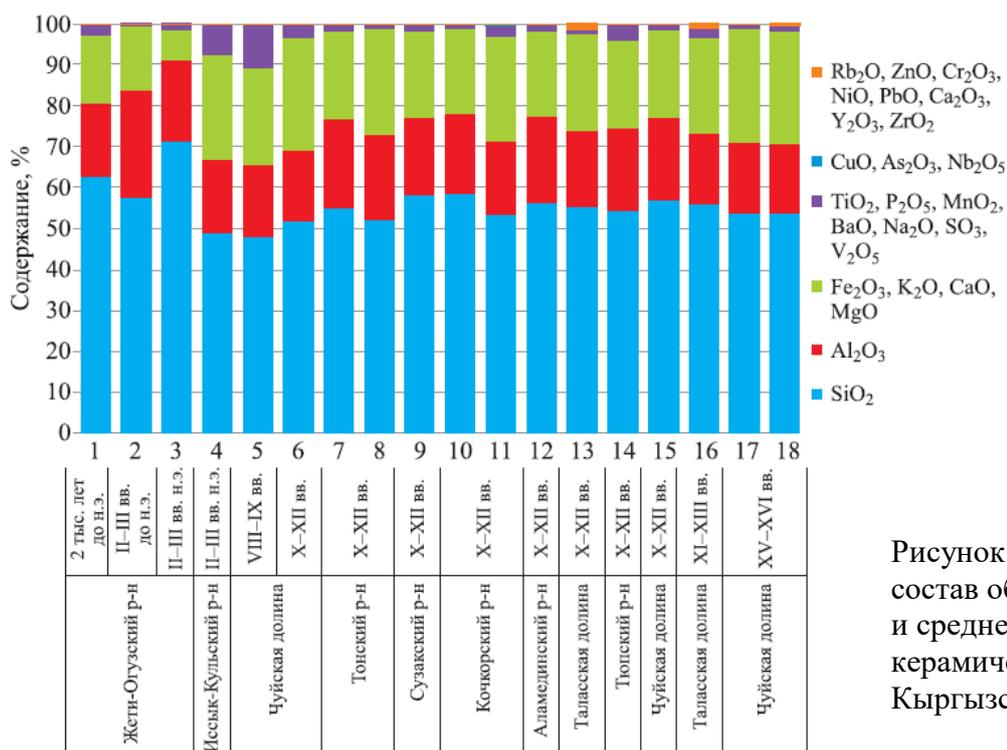


Рисунок 2 - Химический состав образцов древних и средневековых керамических изделий Кыргызстана

Из рисунка 2 видно, что два компонента SiO_2 и Al_2O_3 составляют главную массу вещества и занимают по весу 64-90%. Содержание SiO_2 колеблется от 52 до 62%. Лишь в образцах №4 и 5 количество SiO_2 снижается до 45-47% и повышается до 70% в образце №3. Большое содержание SiO_2 характерно для легкоплавких глин, а также говорит либо о запесоченности глины.

Среднее содержание Al_2O_3 – 17–21%, но в образце № 2 увеличивается до 26%, что свидетельствует о повышенном количестве глинистого вещества, его повышенной дисперсности и, вследствие этого, повышенной пластичности. Повышенный процент Al_2O_3 может также свидетельствовать об огнеупорности сырья. Выявлено, что кроме основных составных частей (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , CaO , MgO), в керамических изделиях присутствуют в малых количествах (десятые и сотые доли процентов) оксиды титана (TiO_2), марганца (Mn_2O_3), натрия (Na_2O), бария (BaO), стронция (SrO), фосфора (P_2O_5) и ванадия (V_2O_5), серы (SO_3). В образцах № 13, 16, 17, 18 к этой группе оксидов присоединяется оксид свинца (PbO). В качестве красителей встречаются оксиды меди (CuO), ниобия (Nb_2O_5) и мышьяка (As_2O_3).

Особое внимание привлекают такие микроэлементы, как рубидий, хром, ванадий, никель, цирконий, галлий, иттрий. Их содержание очень невелико – от сотых до десятитысячных долей процента, но присутствие их в керамических изделиях может указать на место их изготовления.

Изучение химического состава черепка различных изделий позволяет констатировать существование хорошо разработанной технологии подготовки сырья. Кроме того, предварительные исследования глиняной массы черепков, обнаруженных на территории Кыргызстана, определили необходимость и показали возможность использования результатов этих исследований при изучении вопросов более широкого плана, как связь определенных глиняных масс с вероятными месторождениями глинистого сырья, которое могли использовать древние и средневековые керамисты.

Исследование керамического материала рентгенофлуоресцентным анализом, изучение этнографических материалов позволяют сделать ряд выводов:

1. Глиняная масса черепка отличается не только цветом, внешним видом, но и структурой и составом. Различия эти связываются с разными сырьевыми материалами и технологическими особенностями обжига и обработки глин.
2. Мастера одного и того же керамического пункта употребляли разнообразные по своему характеру, качеству и составу глиняные массы. При изготовлении керамических изделий кыргызские мастера использовали лессы, лессовидные суглинки, различные виды легкоплавких глин, глины огнеупорные, светложгущиеся и железистые (для ангобов).
- 3 В обнаруженных на территории Кыргызстана керамических изделиях установлено присутствие порядка 25 микроэлементов. Из них во всех образцах найдены такие элементы, как Ti, Mn, Ba, Zr, V, Sr, Rb, Zn, и Cr. Постоянное присутствие этих микроэлементов в образцах разных районов и возрастов – региональная особенность кыргызских керамических изделий.

В четвертом параграфе главы «Определение кристаллической фазы» исследован характер высокотемпературных новообразований с использованием

рентгенофазового анализа древних и средневековых керамических изделий Кыргызстана. Наличие или отсутствие тех или иных кристаллических фаз определяют как характер минерального состава используемых глин, так и степень ее температурного преобразования. Использование рентгенофазового анализа позволит более четко выделять привозные изделия на фоне изделий местного изготовления, более достоверно воссоздавать условия керамического производства и определить температуру обжига.

В пятом параграфе главы «Исследование микроструктуры образцов» рассмотрены результаты растровой электронной микроскопии, с помощью которой изучена микроструктура исследуемых образцов. По РЭМ-изображениям установлен тип микроструктуры, выявлены особенности микроструктуры, и, прежде всего, особенности порового пространства, которые являются основой специфических прочностных и деформационных свойств керамических изделий.

В шестом параграфе «Количественный анализ микроструктуры по результатам растровой электронной микроскопии» по РЭМ-фотографиям по 4 увеличениям (рис. 3) получены следующие данные: количество пор; значение общей пористости; величина общей площади пор; величина общего периметра пор; средние значения эквивалентного диаметра, площади и периметра пор и их дисперсий; значение удельной поверхности.

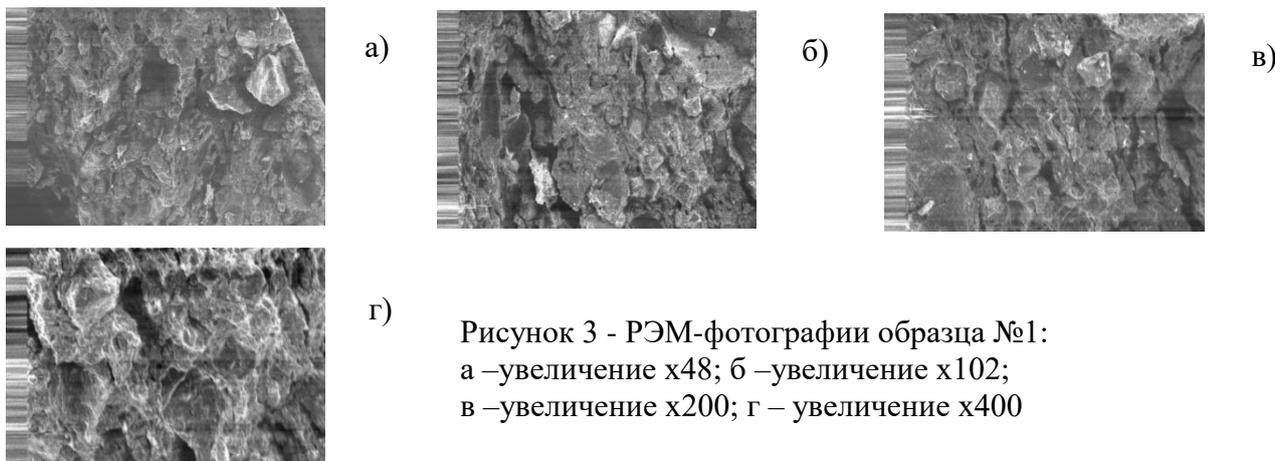


Рисунок 3 - РЭМ-фотографии образца №1:
 а –увеличение x48; б –увеличение x102;
 в –увеличение x200; г –увеличение x400

По результатам анализа построены гистограммы:

- *распределения пор по эквивалентным диаметрам* (рис. 4, а);
- *распределения пор по площадям* (рис. 4, б);
- *распределения по суммарным площадям* (рис. 4, в);
- *распределения по фактору формы* (рис. 4, г).

Эквивалентный диаметр равен диаметру эквивалентного круга площадью S , равной площади изучаемой поры $d = \sqrt{4S/\pi}$.

Общая пористость образца определена по формуле: $n = S/S_{fr}$, где S_{fr} – размер кадра, полученный при первом увеличении.

Коэффициент формы определен по формуле: $K_f = a/b$, где a и b – соответственно большая и малая оси эллипса, вписанного в контуры элемента, который спроецирован на плоскость максимальной проекции.

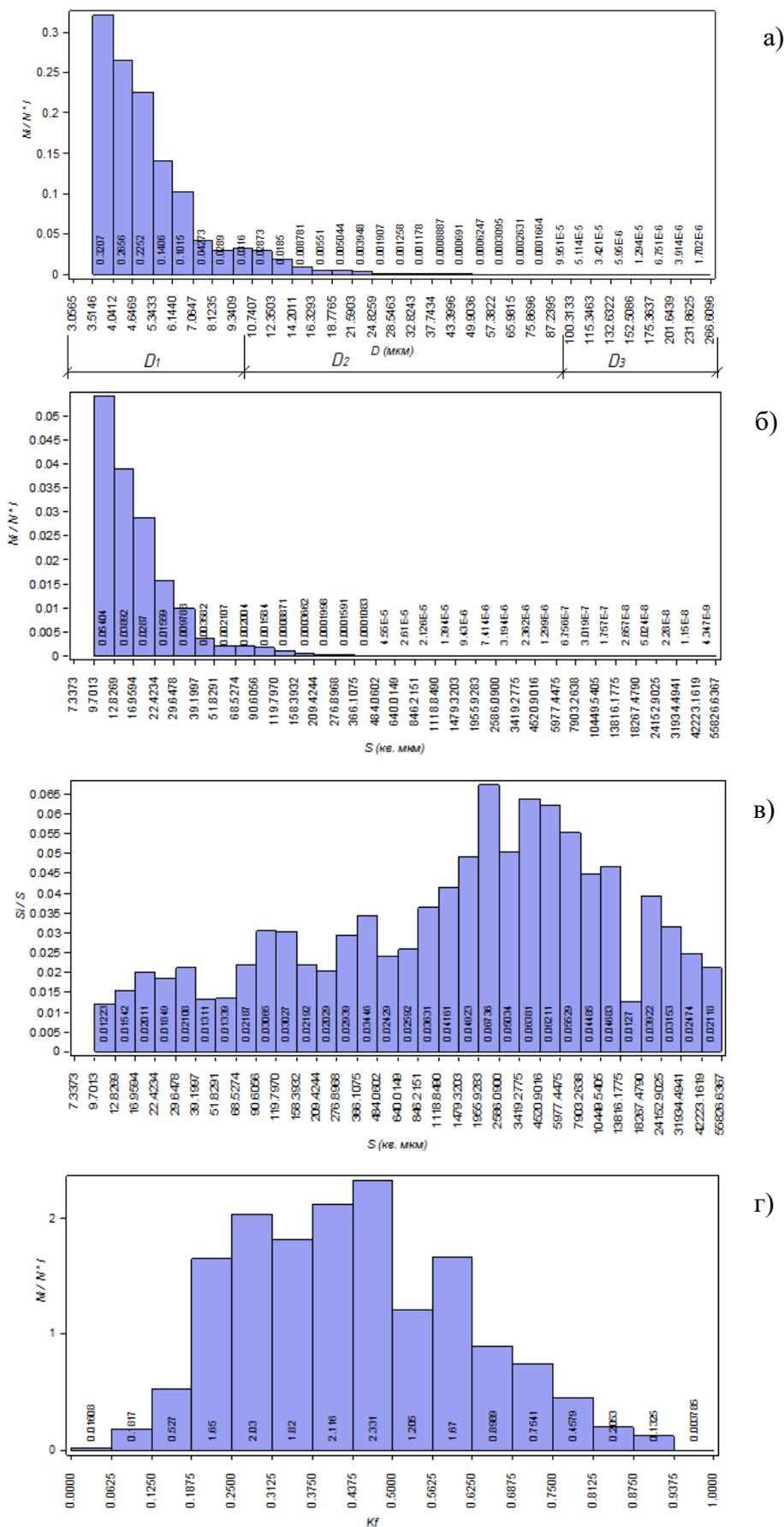


Рисунок 4 - Результаты количественного анализа микроструктуры образца №1:
 а – гистограмма распределения пор по эквивалентным диаметрам;
 б – гистограмма распределения по площадям; в – гистограмма распределения по суммарным площадям; г – гистограмма распределения по фактору формы

С помощью анализа РЭМ-изображений и гистограмм определены количественные показатели микроструктуры, установлен тип микроструктуры, выявлены особенности порового пространства. Согласно результатам, выявлено, что в образцах № 1, 4, 5, 7, 16 преобладают микропоры, которые указывают на применение механической обработки сырья, например, лощения.

В седьмом параграфе главы «Микроскопическое исследование» рассмотрены результаты микроскопического исследования образцов кыргызских керамических артефактов, которые позволили в общих чертах определить минералогические особенности глиняных масс, характер их обработки и приготовления. Характер среды при обжиге керамических изделий установлен по окраске. Характер обработки и приготовления керамических изделий установлен по ориентировке пор и частиц пластического материала в глиняной массе образцов.

По результатам микроскопического исследования установлено:

- глиняные массы, предназначенные для изготовления изделий, тщательно обрабатывались с учетом их назначения;
- качество обработки глиняной массы было различным для изделия одного вида в одном керамическом пункте.

Результаты микроскопического исследования отражают в определенной степени поступательное развитие технологии керамического производства, которое связано с совершенствованием технологии приготовления формовочной массы (появляются новые рецепты количественного состава керамического теста, соответствующие новым, механическим способам формовки, например, введение гончарного круга), а также с освоением высокотемпературных печей.

Установлено, что дальнейшие микроскопические исследования керамических изделий Кыргызстана представляются перспективными. Они позволят получить новые данные для характеристики технологических приемов и технического уровня керамического производства в местных культурах. Необходимым условием для успешного развития этих исследований является создание «банка данных» массовой, пригодной для статистической обработки информации по хронологически и территориально широкому кругу памятников и культур.

В восьмом параграфе главы «Исследование глазурей» рассмотрены результаты комплексного исследования некоторых фрагментов глазурованных керамических изделий Кыргызстана X-XVI вв., которые позволили выявить красители, их особенности, технологию получения окраски и отметить важные моменты исторического развития керамического производства, связанного с историей глазурованных керамических изделий территорий Средней Азии. Изобретение глазурей, приемов нанесения их и росписи относятся как к истории развития техники, так и к экономике средневекового керамического производства. В связи с этим находки глазурованных керамических изделий заслуживают внимательного специального исследования. Физико-химические исследования состава глазурей имеют значение также для проведения реставрационных работ и сохранения объектов культурного наследия в Кыргызской Республике и являются важной составляющей комплексного изучения керамического производства на ее территории современными методами.

Согласно данным рентгенофлуоресцентного анализа глазурей, выявлено два варианта глазурей, отмеченных для исследованных фрагментов (рис. 5). Наиболее характерными среди них являются свинцовые глазури (образцы №13, 16-18), так как они имеют большое содержание оксида свинца (PbO), 34–45%.

Образец №11 можно отнести к натриево-калиево-кальциевым (щелочным) глазурям, так как он имеет большое содержание оксидов натрия (Na₂O) – 5,9%; кальция (CaO) – 7,34% и калия (K₂O) – 6,53%. Кроме того, образцы №18 и 11 содержат оксид олова (SnO₂). Введение олова являлось, иногда, специальным приемом, предусматривающим получение искусственным путем непрозрачной фарфоровидной глазури.

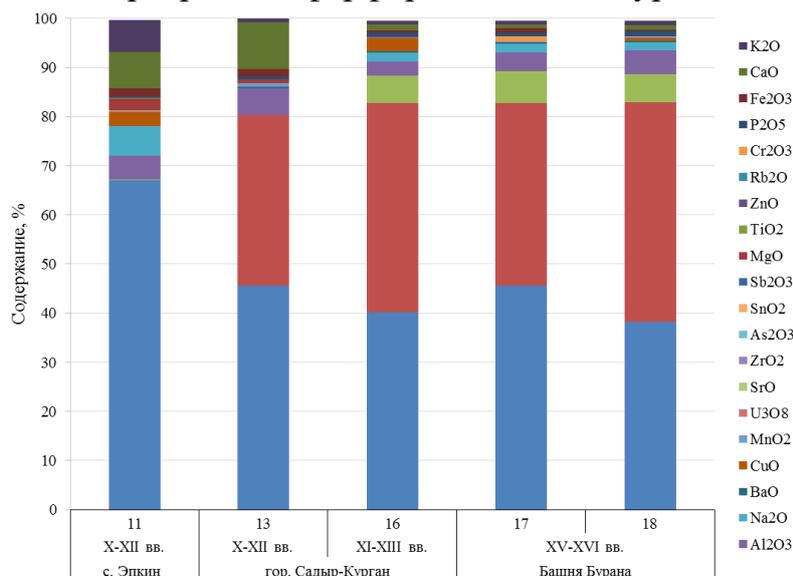


Рисунок 5 - Химический состав глазурей образцов керамических изделий Кыргызстана X-XVI вв.

Проведенное исследование свинцовых глазурей позволило выделить два их типа, которые отличаются сочетанием основных компонентов (рис. 5): глазури свинцово-силикатные, основные компоненты которых оксид свинца и кремния (образцы №16-18); глазури свинцовые с повышенным содержанием кальция (свинцово-кальциевые), основные компоненты которых оксиды кальция, свинца, кремния (образец №13).

Микроскопические исследования глазурей показали, что микроструктура свинцовых глазурей отличается от глазурей щелочных. Щелочная глазурь (образец №11) имеет вид полупрозрачной стекловидной массы, сильно засоренной глиняной массой черепка. В стекловидной массе глазури отчетливо просматриваются зерна кварца, округлые пузырьки. Белая свинцовая глазурь (образец №13) под микроскопом имеет вид очень плотной стекловидной массы, сочетающей участки прозрачной глазури с плотным, непрозрачным стекловидным веществом.

Среди свинцовых глазурей рассматриваемого исторического периода встречаются и другие виды окрашенных прозрачных глазурей. Исследование фрагментов с коричневой глазурью позволило выявить основной краситель, в качестве которого выступает оксид железа (образцы №17, 18). В таких случаях под микроскопом отчетливо прослеживаются не расплавившиеся полностью крупинки железистого красителя. Поверхность рассматриваемых глазурей часто бывает шероховатой, с малым блеском. Однако в некоторых случаях отмечаются коричневые блестящие и гладкие глазури.

Согласно данным рентгенофлуоресцентного анализа выявлено, что один и тот же тип глазурей, которые отличаются сочетанием определенных основных компонентов, имеет различное количественное соотношение этих компонентов в различных образцах изделий, происходящих из одного центра. Определенные различия глазурей связаны с наличием или отсутствием тех или иных редких элементов (As, Zr, Ba и др.), примесей.

Установлено, что на территории Кыргызстана в течение рассматриваемого исторического периода употреблялись различные варианты глазурей. Некоторые из них были распространенными и известными на территории Средней Азии. Варианты изготовления глазурей одного типа были разными за счет количественного соотношения основных компонентов глазури, например, PbO и SiO₂. Наличие или отсутствие тех или иных второстепенных элементов объясняется различным качеством сырья, используемого различными мастерами или даже одним и тем же мастером.

Выявлено, что в глазурях употреблялись следующие красители:

1. Оксид железа, с помощью которой получали желтую, коричневую с красноватым оттенком, коричневую с фиолетовым оттенком, красную краски. Содержание оксида железа колеблется от 0,4 до 2%.
2. Оксид меди, с помощью которой получали зеленую краску разных оттенков, зависящих как от количества красящего компонента, так и качества глазури. Количественное содержание колеблется от 0,05 до 3%.
3. Оксид хрома дает зелено-серую и болотную краски, которые имеют разную консистенцию. Оттенок цвета зависит от характера и количества красителя. Количественное содержание колеблется от 0,01 до 1%.
4. Оксид марганца – с ее помощью получали темную, черно-фиолетовую краску. Количественное содержание колеблется от 0,08 до 0,2%.

В настоящее время проследить хронологическую динамику состава глазурей, их структуры задача сложная. Однако данные рентгенофлуоресцентного анализа, а также микроскопические анализы позволяют говорить о разных вариантах глазурей, обусловленных особенностями их структуры и разным соотношением в них основных компонентов примесей.

В четвертой главе «Реконструкция истории керамических производств Кыргызстана в период II тысячелетия до н.э.–XVI в. н.э. по результатам комплексного исследования» определены температура обжига и месторождения вероятного сырья, проведена классификация качественных показателей и анализ керамических традиций по результатам проведенных исследований.

В первом параграфе главы «Определение температуры обжига» по результатам исследований определена температура обжига керамических изделий, которая связана с расширением и усложнением навыков мастеров и определялась в каждом конкретном случае производственными потребностями. Поэтому определение температуры обжига, которая выражает уровень и характер древнего и средневекового производства, является важнейшим моментом в изучении исторического развития керамического производства, играющего важную роль в силу его технического потенциала и практической значимости в экономической жизни древнего и средневекового общества.

В настоящее время накоплены определенные знания об особенностях обжига керамических изделий, в частности, о его температуре. Для определения температуры обжига используются различные методы исследования: микроскопический, измерение теплового расширения образца, рентгеновская дифракционная спектроскопия и т.д. Каждый из указанных методов обладает не только достоинствами, но и недостатками. Поэтому при изучении условий обжига древних и средневековых керамических изделий Кыргызстана использован комплексный метод анализа материала. В качестве основных выступили микроскопический и рентгенофазовый анализы и технические испытания (твердость). В основе всех используемых методов лежит исследование характера и степени физико-химических преобразований глиняной массы изделий, зависящих от типа глин и температуры обжига.

Многие из термических преобразований, происходящих в глиняной массе изделий, хорошо видны при исследовании под микроскопом. Однако при микроскопическом изучении глиняной массы черепка могут быть отмечены преобразования лишь некоторых минералов, температура этих изменений определяется приблизительно. Например, кварц растрескивается, α переходит в β -кварц теоретически при 575°C , а практически при $800-900^{\circ}\text{C}$. Но превращение обычного кварца в высокотемпературный под микроскопом не обнаруживается, поскольку при охлаждении происходит обратное превращение его в низкотемпературный.

Поэтому данные микроскопического анализа дополнялись рентгенофазовым анализом, который дает сведения о степени термических преобразований. Он основан на изучении спектров рентгеновских фаз, получаемых при облучении различных кристаллических веществ. Наличие или отсутствие тех или иных кристаллических фаз определяют не только минеральный состав используемых глин, но и степень ее температурного преобразования. При температурной обработке многие минералы претерпевают изменения, приводящие к их разрушению и образованию новых минеральных фаз. Так, значительные изменения претерпевает карбонат, который к температуре 850°C в основном разлагается. Изменяется слюдястый материал. В процессе обжига, в результате потери гидроксильной группы, нарушается первичная структура слюды. При температуре 970°C образуется шпинель. На этом явлении основано определение температуры обжига керамики по минералогическим критериям.

Полученные значения температуры обжига по результатам микроскопического и рентгенофазового анализов корректировались результатами твердости. Выявлено, что подъем рабочей температуры в керамическом производстве был сложным и многопланово обусловленным процессом (рис. 6).

Установлено, что керамические изделия II тысячелетия до н.э. обжигались при температуре от $500-600^{\circ}\text{C}$ (образец №1), а в X-XII вв. температура обжига керамики возросла до $1000-1200^{\circ}\text{C}$ (образец №6). Это объясняется совершенствованием режимов обжига и навыков керамистов. Показательно, что для отдельных древнейших образцов керамических изделий

отмечается порой довольно высокая температура обжига до 900°C, в то время как для средневековых изделий в период, когда был технически освоен температурный предел порядка 1000-1200°C, известны образцы, обожженные и при температуре 650-750°C (рис. 6). Такое различие зависит от наличия различных технологий, уровней производства, а также назначения изделий.

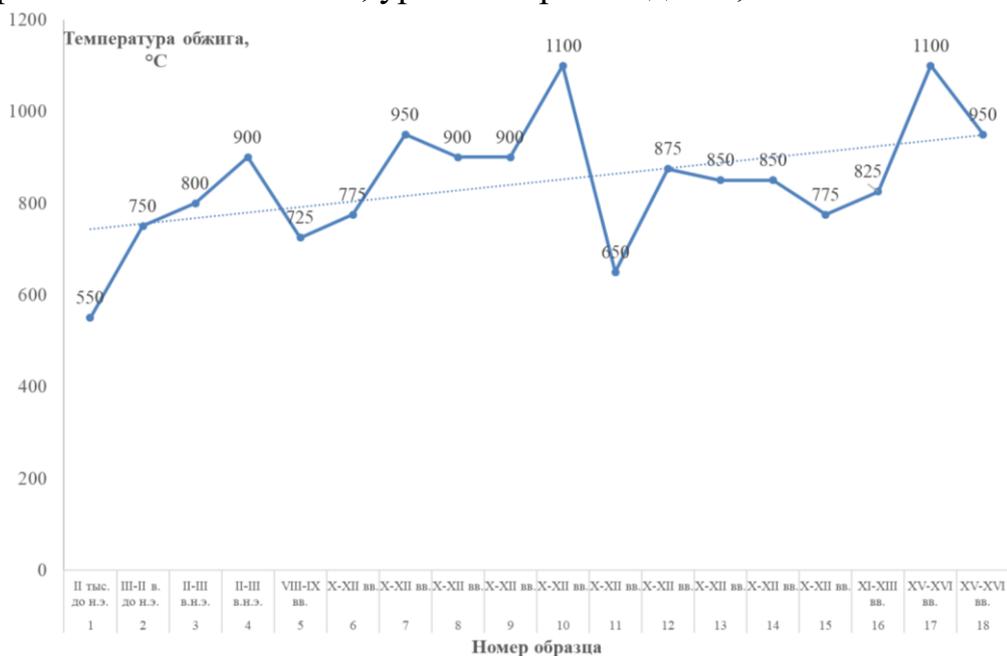


Рисунок 6 - Динамика изменения температуры обжига керамических изделий Кыргызстана древности и средневековья

Во втором параграфе главы «Определение источников сырьевой базы» определены месторождения глины, которую могли использовать кыргызские керамисты различных керамических центров, так как идентификация источников сырья является одним из важнейших аспектов исследования технологии гончарства. Решение вопроса о том, на местной ли основе развивалось производство или практиковался импорт сырьевых материалов, а возможно, и готовой продукции, имеет существенное значение для изучаемых центров.

Исследованные керамические образцы отличаются по минералогическому составу глин, поэтому для определения сырьевой базы использованы результаты рентгенофлуоресцентного анализа. При этом параллельно проводилось изучение образцов керамических изделий и глин из предполагаемых древних карьеров, которые расположены поблизости к изучаемому объекту. Для облегчения сравнения химические составы глин пересчитаны на прокаленное вещество.

По результатам исследования установлено:

- по содержанию Fe_2O_3 , K_2O , TiO_2 , ZrO_2 , SrO и MgO исследуемые образцы по химическому составу близки к изучаемым образцам керамических изделий и глин из предполагаемых месторождений;
- керамисты исследуемых центров могли использовать глину из изучаемых месторождений, что указывает на местное производство.

В третьем параграфе главы «Классификация по результатам комплексного метода исследования» проведена классификация, позволяющая провести сравнительный анализ керамических производств на различных этапах их

существования. Выполненная классификация позволяет реконструировать приемы и методы, которые применяли древние керамисты для обработки глинистого материала, придавая ему соответствующие характеристики.

Классификация по степени качества керамических изделий. В основу нашей классификации положена классификация В.А. Борисова и результаты проведенных экспериментальных исследований:

- по степени твердости: - высокая – более 100 HR;
- средняя – 70-100 HR;
- низкая – менее 70 HR;
- по степени плотности: - высокая – более 1,91 г/см³;
- средняя – 1,71-1,91 г/см³;
- низкая – менее 1,71 г/см³;
- по степени пористости: - высокая – более 41%;
- средняя – 31-41%;
- низкая – менее 31%;
- по степени водопоглощения: - высокая – более 20%;
- средняя – 15-20%;
- низкая – менее 15%;
- по степени обжига: - низкотемпературный – 500-800°С;
- высокотемпературный – свыше 800°С.

На основании классификации выделены три типа исследуемых керамических изделий: с высоким качеством, с удовлетворительным качеством и с низким качеством. К керамическим изделиям с высоким качеством можно отнести образцы №7-10, 17, 18 с плотностью свыше 1,91 г/см³, пористостью менее 31%, степенью водопоглощения менее 15%, твердостью 70-100 HR и более, полученные высокотемпературным обжигом. К керамическим изделиям с удовлетворительным качеством можно отнести образцы №3-6, 12-16 с плотностью 1,71-1,91 г/см³, пористостью 31-40%, степенью водопоглощения 15-20%, твердостью 70-100 HR, полученные высокотемпературным обжигом. К керамическим изделиям с низким качеством относятся образцы №1, 2, 11 с твердостью менее 70 HR, плотностью менее 1,71 г/см³, степенью водопоглощения более 20%, пористостью свыше 41%, с низкотемпературным обжигом.

Классификация по размерам зерен формовочной массы. По результатам проведенных микроскопических исследований в работе проведена также классификация по размерам зерен формовочных масс, в основу которой положена классификация В.А. Борисова:

- пылевидные – до 0,05 мм (образец № 17);
- мелкозернистые – от 0,05 до 0,25 мм (образцы № 11, 18);
- среднезернистые – от 0,25 до 0,5 мм (образец № 9);
- крупнозернистые – от 0,5 до 1 мм (образцы № 2, 5, 10);
- очень крупные – свыше 1 мм (образцы № 1, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 15).

Полученная классификация размеров зерен формовочных масс позволит выяснить причины выбора древними керамистами различных составляющих формовочных масс и выявить традиции изготовления керамических изделий.

В четвертом параграфе главы «Сравнительный анализ керамических производств по результатам комплексного исследования» проведен анализ керамических традиций различных центров.

Сравнительный анализ древних керамических производств Иссык-Кульской долины, где локализуются два основных археологических центра – стоянка Тосор (образцы №1 и 3) и с. Уч-Курбу (образец №2), а также с. Жаркынбаево (образец №4). Керамические образцы имеют различия не только в составе обломочной части, но и степени их качества.

Среди исследуемых образцов древнего периода образец №4 по твердости (83,8 HR), по степени водопоглощения (14,66%), по плотности (1,8 г/см³), по пористости (27,54%), по температуре обжига (800-900°С) отличается высокими показателями. В составе обломочной части обнаружены: кварц, кремнистые минералы, гематит, лимонит, кальцит. После образца №4 следует образец №3, в составе которого присутствуют кварц, полевые шпаты с твердостью 61,6 HR, пористостью 30,54%, степенью водопоглощения 16,78%, плотностью 1,82 г/см³, температурой обжига 700-900°С. В составе образца №2 присутствуют полевые шпаты (микроклин), слюды (мусковит, биотит), лимонит. По пористости (43,84%), плотности (1,62 г/см³), степени водопоглощения (26,84%) и температуре обжига (650-850°С) образец №2 ниже образцов №4 и 3. Наиболее низкими показателями отличается образец №1, в составе которого присутствуют кальцит, полевые шпаты, кварц с твердостью 16 HR, плотностью 1,56 г/см³, степенью водопоглощения 28,41%, пористостью 44,4%, температурой обжига 500-600°С.

Сравнительный анализ образцов №1 и 2 показал, что оба образца содержат, в основном, кремнистые минералы, полевые шпаты. Физико-механические характеристики образца №2 незначительно выше образца №1. Эти данные свидетельствуют о существовании двух одинаковых технологий и одинаковых уровней производства керамики. Следовательно, можно говорить о едином керамическом центре, так как стоянка Тосор и с. Уч-Курбу расположены недалеко друг от друга. Образец №3 отличается от образцов №1 и 2 по пористости, плотности и степени водопоглощения, что объясняется совершенствованием мастерства керамистов и технологических процессов, так как образцы №1, 2 и 3 принадлежат к различным периодам: образец №1 – II тысячелетия до н.э., образец №2 – III-II в. до н.э., а образец №3 – II-III в.н.э.

Образцы №3 и 4 принадлежат одинаковым временным рамкам – II-III вв., но у образца №3 температура обжига и физико-механические показатели ниже, чем у образца №4. Очевидно, присутствие двух различных технологий, а также различных уровней керамического производства Иссык-Куля, что объясняется более высоким уровнем навыков керамистов, а также назначением изделий.

Сравнительный анализ средневековых керамических производств Чуйской долины, где локализуются два основных археологических центра – Краснореченское (г. Навекат), Кокжарское городища и башня Бурана (г. Баласагун). В составе Краснореченской и Буранинской керамических изделий имеются кварц, кремнистые минералы, гидрослюды, но по физико-механическим характеристикам и температуре обжига Краснореченские керамические изделия имеют незначительные отличия от Буранинской.

Сравнительный анализ образцов №5 и 15 Краснореченского керамического центра показал, что по составу, физико-механическим характеристикам и температуре обжига образцы имеют незначительные отличия. Установлено, что состав обломочной части образца №5 состоит из кварца, кремнистых минералов, гидрослюды, гематита, лимонита. А физико-механические характеристики образца №5 следующие: твердость 90,7 HR; пористость 33,33%; степень водопоглощения 17,66%; плотность 1,88 г/см³; обжиг окислительный, низкотемпературный при 650-800°C. Образец №15 имеет следующие характеристики: состав обломочной части – кварц, гидрослюды, лимонит; твердость 91 HR; пористость 30,27%; степень водопоглощения 17,67%; плотность 1,71 г/см³; обжиг окислительный, низкотемпературный при 700-850°C. Такие различия, очевидно, связаны с тем, что образцы №5 и 15 принадлежат к различным периодам: образец №5 – к VIII-IX вв., а образец №15 – к X-XII вв.

Сравнительный анализ образцов №6, 17 и 18 Буранинского керамического центра показал, что у образца №6 температура обжига (700-850°C) и физико-механические показатели (твердость 102 HR; пористость 28,57%; степень водопоглощения 15,44%; плотность 1,85 г/см³) ниже, чем у образцов №17 и 18, что указывает на существование различных уровней производства, а также различных технологий. Такие различия объясняются более высоким уровнем мастерства керамистов, а также назначением изделий. Образцы №17 и 18 покрыты глазурью и росписью и имеют высокие физико-механические характеристики, которые незначительно отличаются. Так, твердость (110 HR), плотность (2,06 г/см³) и температура обжига (1000-1200°C) образца №17 выше твердости (106,7 HR), плотности (1,91 г/см³) и температуры обжига (900-1000°C) образца №18, а пористость (20,29%) и степень водопоглощения (9,85%) образца №17 ниже пористости (24,09%) и степени водопоглощения (12,59%) образца №18. Образец №12 из с. Кок-Жар содержит признаки керамических традиций и Краснореченского, и Буранинского керамических производств. Присутствующие в составе образца №12 кварц и гидрослюда сближают его и с Краснореченскими, и Буранинскими изделиями, а по твердости (100,7 HR), пористости (31,7%), степени водопоглощения (16,09%), плотности (1,87 г/см³) и температуре обжига (850-900°C) она аналогична керамическим традициям Краснореченской керамики.

Сравнительный анализ средневековых керамических производств Таласской и Кочкорской долин. Анализ керамического производства городища Садыр-Курган (г. Шельджи) Таласской долины показал, что образцы №13 и 16 схожи по твердости, температуре обжига и составам формовочных масс. Оба образца покрыты глазурью и росписью. Но по пористости, плотности и степени водопоглощения они немного отличаются. Так, образец №13 имеет в составе обломочной части полевой шпат (ортоклаз), слюды, гидрослюды, кальцит, гематит, лимонит с твердостью 110,5 HR; степенью водопоглощения 27,39%; плотностью 1,79 г/см³; пористостью 39,18%; окислительным, высокотемпературным обжигом при 800-900°C. В составе образца №16 присутствуют кремнистые минералы, слюды, гидрослюды, лимонит, кальцит, полевые шпаты, кварц с твердостью 110,5 HR; пористостью 32,07%; степенью водопоглощения 17,63%; плотностью 1,82 г/см³; окислительным, высокотемпературным обжигом при 800-850°C.

Различия по пористости, плотности и степени водопоглощения объясняются совершенствованием мастерства керамистов и технологических процессов, так как образцы №13 и 16 принадлежат к различным периодам: образец №13 – к X-XII вв., а образец №16 – к XI-XIII вв.

Сравнительный анализ средневековых керамических изделий из с. Эпкин показал, что образцы №10 и 11 по составу обломочной части мало отличаются. В составе обломочной части образца №10 обнаружены кварц, кремнистые минералы, слюды, гидрослюды; образца №11 – кремнистые минералы, кварц, карбонат, слюды. Следовательно, можно говорить о едином керамическом центре. По степени качества образцы существенно различаются. У образца №10 физико-механические характеристики выше: твердость 108 HR; плотность 1,93 г/см³; степень водопоглощения 14,99%; пористость 30,01%; температура обжига 1000-1200°C. Показатели образца №11 ниже: твердость 76 HR; плотность 1,67 г/см³; степень водопоглощения 23,63%; пористость 39,58%; температура обжига 600-700°C. Такое различие объясняется различным уровнем мастерства керамистов, а также назначением изделий.

Сравнительный анализ средневековых керамических производств Иссык-Кульской долины, где локализуются два основных археологических центра – городища Кан-Добо, Кайнар и Курменты. По физико-механическим характеристикам, минералогическому составу, температуре обжига керамические изделия из Кан-Добо (образец №7) и Кайнар (образец №8) мало отличаются друг от друга. Оба образца содержат, в основном, кварц, кремнистые минералы, полевые шпаты. Сравнительный анализ образцов №7 и 8 показал, что у образца №8 температура обжига (850-950°C) и физико-механические показатели (твердость 113,6 HR; плотность 1,89 г/см³; степень водопоглощения 14,53%; пористость 27,5%) незначительно выше образца №7 (твердость 112,2 HR; плотность 1,91 г/см³; степень водопоглощения 14,72%; пористость 28,24%; температура обжига 900-1000°C), что указывает на существование одинаковых уровней производства, а также одинаковых технологий. Следовательно, можно говорить о едином керамическом центре, так как городища Кан-Добо и Кайнар расположены недалеко друг от друга.

Образец №14 из поселения Курменты отличается от образцов №7 и 8 относительно низкими физико-механическими характеристиками (твердостью 103,6 HR; плотностью 1,85 г/см³; степенью водопоглощения 18,43%; пористостью 34,2%), составом обломочной части (гидрослюды, периклаз, оливин, гематит, лимонит) и температурой обжига (800-900°C). Такие различия объясняются присутствием нескольких керамических центров в Иссык-Кульской долине, что указывает на многонациональный состав населения.

На основании вышеизложенных исследований выявлено, что в период средневековья керамическое производство Иссык-Кульской долины продолжало керамические традиции, заложенные в древности. Одновременно в керамическом производстве появляются тенденции, которые характеризуют новые подходы к технологии изготовления керамических изделий. Глиняное сырье обрабатывалось различными способами, такими как измельчение, просеивание, вымачивание и вымораживание, что отразилось на различных физико-механических свойствах керамических изделий. Постепенное увеличение

плотности керамических артефактов свидетельствует об улучшении обработки исходного сырья. Большинство исследованных керамических изделий были изготовлены на гончарном круге и обожжены в окислительной среде в высокотемпературном режиме, что отразилось в увеличении твердости керамики.

В целом, при сравнительном анализе керамических изделий выявлены общие направления развития керамического производства Кыргызстана рассматриваемого периода. Так, плотность средневековой керамики Чуйской и Иссык-Кульской долин в среднем равна $1,88 \text{ г/см}^3$, что позволяет выделить общее направление в их производстве: повышение температурного режима обжига. Не только температура обжига, но и твердость исследованных изделий в среднем со временем повышается, что указывает на совершенствование мастерства и технологических процессов. В тоже время качество керамических изделий зависело от их назначения. Как показывают исследования, обычные керамические изделия были ниже качеством по физико-механическим характеристикам, чем глазурованные, характеризующиеся более высоким уровнем физико-механических показателей.

Таким образом, по результатам микроскопического анализа и физико-механических исследований образцов керамических артефактов выявлены различные производственные центры, керамические изделия которых отличаются составом сырья, технологическими способами изготовления. Особенности состава керамического образца, а также физико-механические характеристики позволили идентифицировать керамические изделия различных временных периодов.

В пятом параграфе главы «Взаимосвязь физико-механических свойств, микроструктуры и температуры обжига» проанализировано, в какой связи находятся микроструктуры, температуры обжига и физико-механические свойства древних и средневековых керамических изделий Кыргызстана.

Взаимосвязь физико-механических свойств и микроструктуры. Для выявления взаимосвязи физико-механических свойств от микроструктуры полученные по РЭМ-изображениям такие морфометрические и геометрические свойства микроструктуры, как общий периметр P и площадь S пор, согласовывались с водопоглощением, удельной поверхностью, кажущей плотностью и открытой пористостью (рис. 7).

Одним из важных параметров является общий периметр пор, который отражает их удельную поверхность. Для проверки этого предположения построен график (рис. 7,а), согласно которому установлено, что увеличение общего периметра пор P приводит к увеличению удельной поверхности S_o керамических образцов, то есть имеется прямая связь, которая может быть задана уравнением: $S_o = 1,149 P + 1,113$.

Принимая во внимание, что удельная поверхность пор прежде всего характеризует способность керамических изделий впитывать влагу, построен график зависимости водопоглощения B от общей площади пор S (рис. 7,б), из которого следует, что с уменьшением общей площади пор уменьшается водопоглощение, то есть имеется прямая связь, которая может быть задана уравнением: $B = -2,162S + 25,102$. Такая зависимость $B=f(S)$ доказывает предположение об использовании значения общей площади пор как характеристики водопоглощения

керамических изделий. Другим важным показателем керамических изделий служит их плотность, которую определяет не только ее минеральный состав, но и пористость. Согласно литературным и экспериментальным исследованиям существует обратная зависимость между ρ_k и P_o . Для подтверждения этого предположения построен график зависимости кажущейся плотности ρ_k от общей площади пор S , которая функционально связана с пористостью керамических изделий (рис. 7,в). Как видно из графика, с уменьшением площади пор увеличивается кажущаяся плотность, т.е. существует обратная зависимость между ρ_k и S , которая может быть задана уравнением: $\rho_k = 0,0546S + 1,6452$. От общей площади пор S зависит также открытая пористость P_o керамических изделий (рис. 7,г). Установлено, что с уменьшением общей площади пор снижаются значения открытой пористости керамических изделий. Следовательно, имеется прямая зависимость, которая может быть задана уравнением: $P_o = -2,396S + 40,305$.

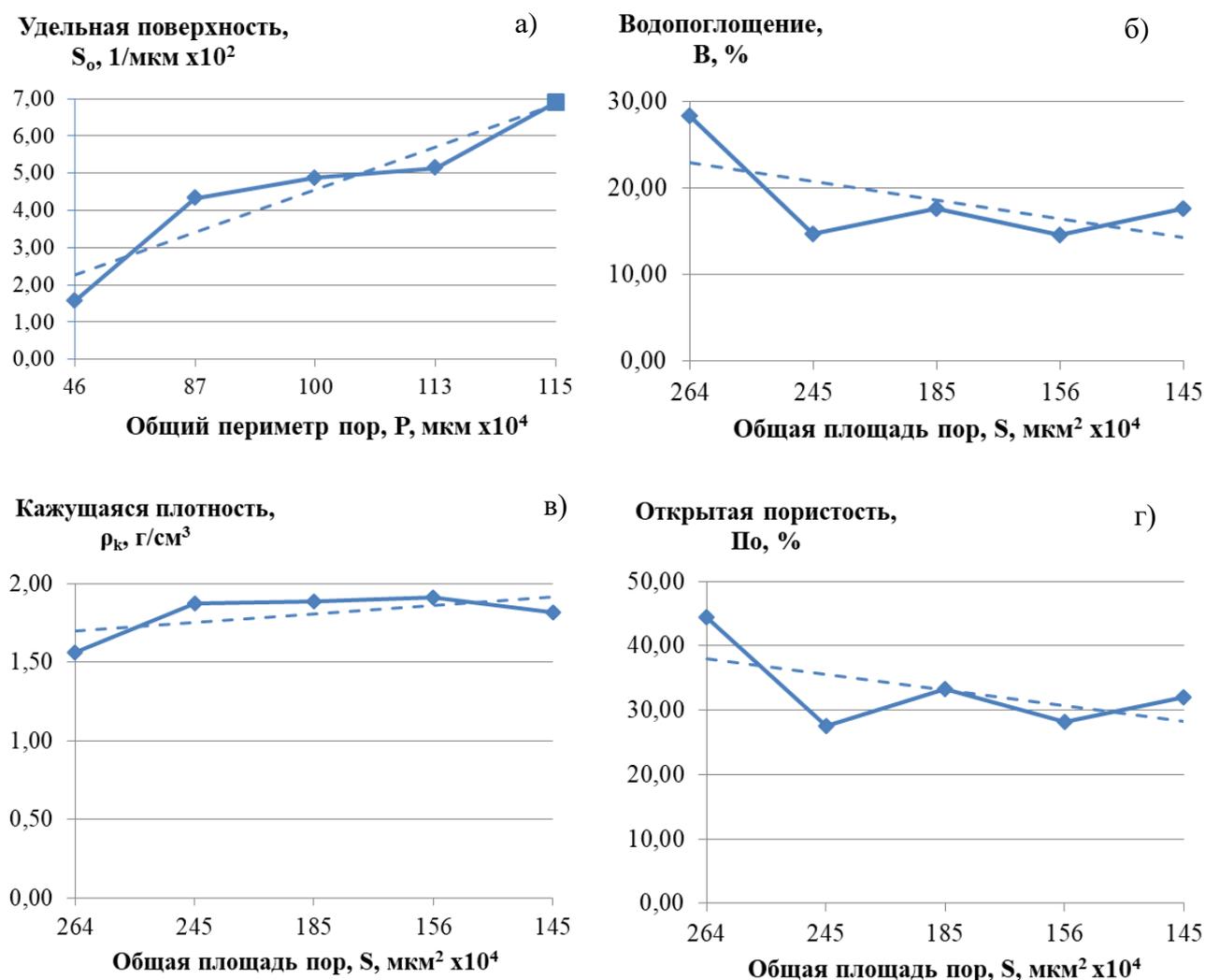


Рисунок 7 - Графики зависимости между параметрами:

- а – удельной поверхностью S_o и общим периметром пор P ;
- б – водопоглощением B и общей площадью пор S ;
- в – кажущейся плотностью ρ_k и общей площадью пор S ;
- г – открытой пористостью P_o и общей площадью пор S

Из графиков зависимости удельной поверхности S_o от общего периметра пор P , а также зависимости кажущейся плотности ρ_k , водопоглощения B и открытой пористости P_o от общей площади пор S видно, что в рассмотренных случаях

имеется взаимная связь между физико-механическими свойствами керамических изделий и характером их порового пространства. Наличие такой связи позволяет ставить вопрос о возможном использовании выведенных уравнений для расчета удельной поверхности, водопоглощения, открытой пористости и кажущейся плотности по данным количественного анализа РЭМ-изображений.

Взаимосвязь физико-механических свойств и температуры обжига. Рассмотрено влияние кристаллизационных и физико-химических процессов, происходящих при обжиге глины, на физико-механические свойства керамических изделий, которое отражается на твердости, пористости и водопоглощении. Поэтому были построены графики зависимости изменения твердости, водопоглощения и пористости от температуры, которые позволили проследить эти процессы (рис. 8).

Анализ экспериментальных данных, приведенных на рисунке 8,а, показывает, что между характером изменения водопоглощения и повышением температуры обжига имеется обратная зависимость, которая может быть задана уравнением: $B = -0,671t + 24,164$. С повышением температуры снижается водопоглощение, так как с увеличением температуры кристаллизуются высокотемпературные кристаллические фазы, которые оказывают влияние на образование проницаемости пор. В тоже время при повышении температуры образуется жидкая фаза, которая заполняет мелкие поры. Это также обуславливает снижение степени водопоглощения.

На рисунке 8,б приведена зависимость изменения пористости от температуры обжига. Характерно, что прямолинейному снижению пористости соответствует повышение температуры обжига, то есть имеется обратная зависимость, аналогичная водопоглощению, которая может быть задана уравнением: $P_o = -0,855t + 39,87$. При повышении температуры снижается вязкость глины, что приводит к уменьшению диаметра пор. На рисунке 8,в приведен график зависимости изменения твердости от температуры обжига. Экспериментальные исследования показали, что в образце №1, восходящему ко II тысячелетию до н.э., твердость достигает 16 HR при температуре обжига керамики 500-600°C. В процессе исторического развития технологии производства процесс обжига совершенствуется и к средневековой температуре обжига достигает до 1000-1200°C. При этом твердость увеличивается и доходит до 113 HR (образец №14). Следовательно, существует прямая зависимость между твердостью керамических изделий и температурой обжига: $HR = 4,003t + 51,994$.

На основе анализа графиков зависимостей твердости, пористости и водопоглощения от температуры обжига установлено, что существует очень тесная связь между физико-механическими свойствами керамических изделий и температурой обжига. Наличие такой связи позволяет ставить вопрос о возможном использовании выведенных уравнений для расчета водопоглощения, открытой пористости и твердости по значениям температуры обжига.

Таким образом, по результатам комплексного исследования образцов древних и средневековых керамических изделий в Кыргызстане впервые в истории керамического производства проведена его реконструкция: определена температура обжига; проведена идентификация источников сырья и классификация керамических артефактов Кыргызстана.

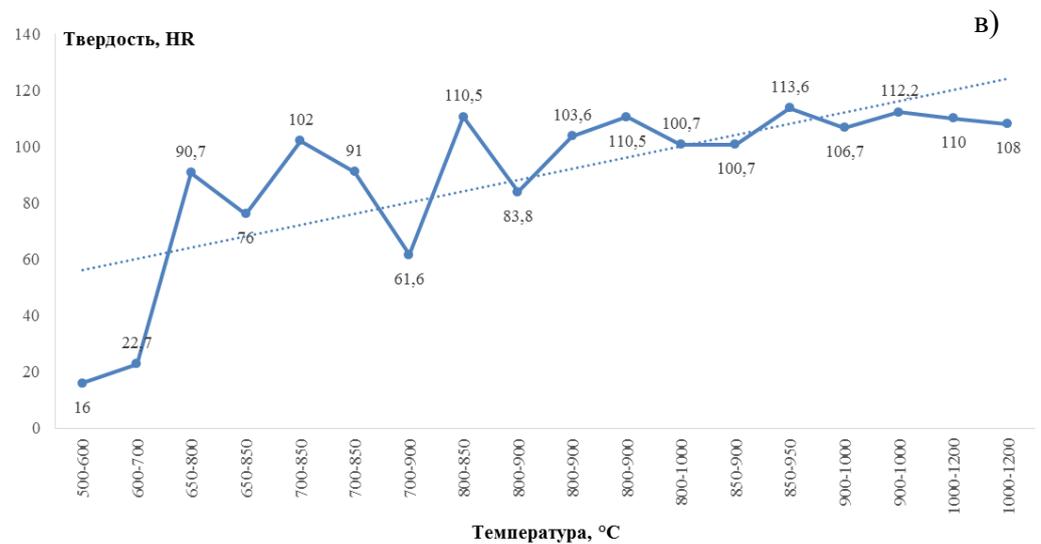
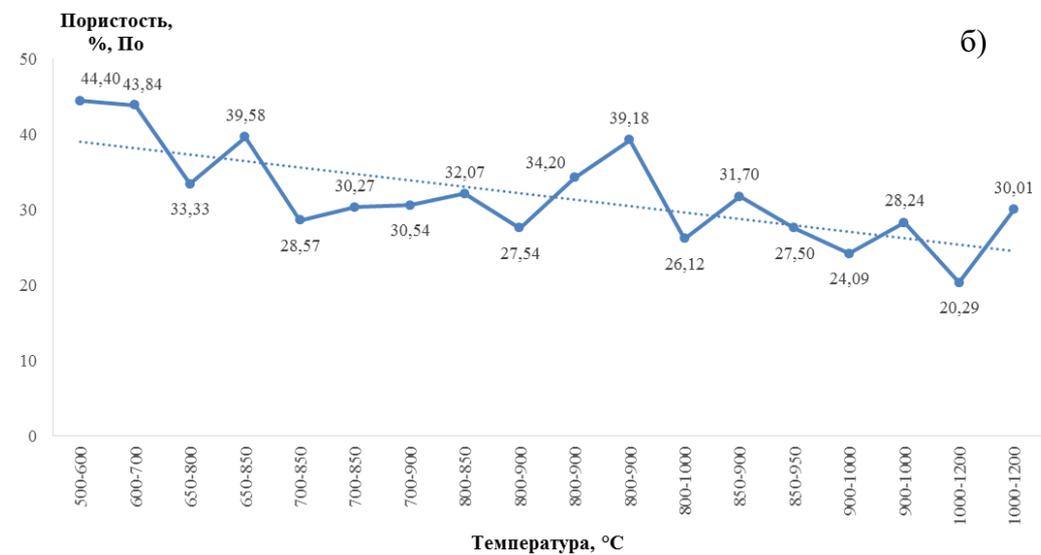
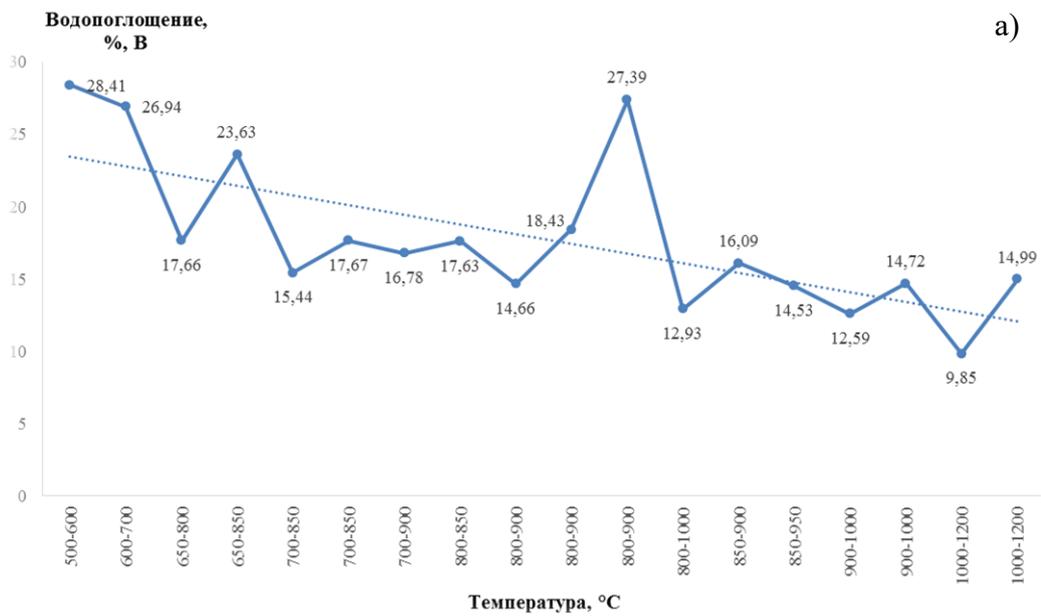


Рисунок 8 - Динамика изменения физико-механических характеристик древних и средневековых керамических изделий Кыргызстана в зависимости от температуры: а – водопоглощения, б – пористости, в – твердости

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная работа приводит к следующим результатам и позволяет сделать следующие основные выводы:

1. Впервые предложен и реализован комплексный подход к исследованию истории технологий керамического производства для его реконструкции, выявления закономерностей и тенденций эволюции на основе современных методов: рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового анализов, оптической и растровой электронной микроскопии, технических испытаний на твердость по Роквеллу и метода гидростатического взвешивания, для изучения истории технологий керамического производства Кыргызстана в период II тыс. до н.э. – XVI в.
2. Установлено, что мастера рассматриваемых периодов использовали разные по составу, структуре и свойствам глиняные массы не только на отдельных территориях (ныне исторических памятниках), но и в одних и тех же центрах по производству керамических изделий, различавшихся по источникам сырья и технологическим особенностям обжига и обработки глин.
3. Реконструирован технологический процесс изготовления керамических изделий, обусловленный «борьбой» мастеров за повышение температурного режима обжига: от 550–650° (II тысячелетие до н.э.) до 1000–1200° (X–XII вв.).
4. Разработана классификация исследованных изделий по результатам комплексного метода исследования, позволяющая реконструировать методы и приемы, которыми древние керамисты обрабатывали глинистый материал и придавали ему соответствующие свойства.
5. Установлена связь отдельных памятников с конкретными источниками сырья, представляющая интерес для анализа керамического производства.
6. Проведен сравнительный анализ керамических производств по результатам комплексного исследования и выявлены общие направления, тенденции и закономерности развития керамического производства на территории Кыргызстана, а также их различия, связанные с процессом культурогенеза народов, населявших исследованную территорию.
7. Анализ взаимосвязи микроструктуры и физико-механических свойств древних и средневековых керамических изделий на территории республики по данным РЭМ-изображений позволил вывести уравнения для расчета удельной поверхности, водопоглощения, открытой пористости и кажущейся плотности, которые можно использовать в дальнейших исследованиях.
8. Анализ динамики (кривых) изменения физико-механических свойств керамических изделий при обжиге позволил выявить области, в которых происходят физико-химические и кристаллизационные процессы и вывести уравнения для расчета водопоглощения, открытой пористости и твердости, которые можно применить в дальнейших исследованиях.
9. Исследования образцов, предложенными в работе методами, показывает их перспективность. Созданная база физико-механических и физико-химических параметров керамических артефактов из историко-культурных памятников может использоваться для статистической обработки информации в территориально-хронологических координатах.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Саякбаев, Ж. Религиозное мировоззрение у древних кыргызов [Текст] / Ж. Саякбаев, **Г.Т. Орузбаева** // Известия Кыргызского государственного технического университета. - Бишкек, 2009. - № 19. - С. 197-199. <https://lib.kstu.kg/>
2. Саякбаев, Ж. Философское мировоззрение у древних кыргызов [Текст] / Ж. Саякбаев, **Г.Т. Орузбаева** // Известия Кыргызского государственного технического университета. - Бишкек, 2009. - № 19. - С. 199-203. <https://lib.kstu.kg/>
3. Саякбаев, Ж. Мифическое мировоззрение у древних кыргызов [Текст] / Ж. Саякбаев, **Г.Т. Орузбаева** // Наука, образование, инновации: приоритетные направления развития: материалы международной научно-технической конференции. - Бишкек, 2009. - С. 176-179. <https://lib.kstu.kg/>
4. **Орузбаева, Г.Т.** Развитие керамического, металлургического, стекольного производств на территории Кыргызстана до XII в. [Текст] / Г.Т. Орузбаева, М.Т. Касымова // Известия Кыргызского государственного технического университета. - Бишкек, 2013. - № 29. - С. 175-179. https://lib.kstu.kg/wp-content/uploads/2018/09/news_29_2013.pdf
5. **Орузбаева, Г.Т.** Сравнительный анализ микротвердости древней керамики, обнаруженной на территории Кыргызстана [Текст] / Г.Т. Орузбаева, А.О. Омарбекова // Вестник Казахского национального технического университета. - Алматы, 2015. - №4. - С. 393-396. <https://official.satbayev.university/download/document/7127/%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA-2015%20%E2%84%964.pdf>
6. **Орузбаева, Г.Т.** Формирование мифического мировоззрения у древних кыргызов [Текст] / Г.Т. Орузбаева, Ж. Саякбаев // Актуальные вопросы общественных наук: социология, политология, философия, история: материалы ЛII международной научно-практической конференции. - Новосибирск, 2015. - № 52. - С. 87-92. <https://sibac.info/conf/social/lii/42724>
7. **Орузбаева Г.Т.** Химические характеристики древней и средневековой керамики Кыргызстана [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Рахматуллинские-Ормонбековские чтения: материалы международной научно-практической конференции. - Бишкек, 2015. - № 4 (16). - С. 44-47. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42981631>
8. Касымова, М.Т. Физико-химические исследования Джети-Огузской керамики [Текст] / М.Т. Касымова, **Г.Т. Орузбаева** // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - Бишкек, 2017. - Т. 17. - № 8. - С. 112-115. <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/30/1353>
9. **Орузбаева, Г.Т.** Определение температуры обжига Чуйской керамики VIII-XVI вв. [Текст] / Г.Т. Орузбаева, М.Т. Касымова // Строительные материалы. - Москва, 2017. - № 9. - С. 33-36. <https://journal-cm.ru/index.php/ru/zhurnaly/2017/stroitelnye-materialy-9>
10. **Орузбаева, Г.Т.** Исследование химического состава средневековой Чуйской керамики рентгенофлуоресцентным методом [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Стекло и керамика. - Москва, 2018. - №10. - С. 44-46. <https://www.glass-ceramics.ru/ru/archivru/17-na-predpriyatiyakh-i-v-institutakh/5129-rus-glc-2018-10-pp-044-046>

11. **Oruzbaeva, G.T.** Research of hardness for ancient ceramics of Kyrgyzstan [Text] / G.T. Oruzbaeva // Роль и место машиностроения в развитии приоритетных отраслей экономики: материалы международной научно-технической конференции. - Бишкек, 2018. - № 2 (46). - С.73-76. <https://lib.kstu.kg/wp-content/uploads/2018/11/70-экз-Известия-№246.pdf>
12. **Oruzbaeva, G.T.** Chemical composition of medieval Chuy ceramic: X-ray fluorescence study [Text] / G.T. Oruzbaeva // Glass and Ceramics. - New York, 2019. - 75 (9-10). - P. 413-415. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205597024>
13. **Орузбаева Г.Т.** Исследования древней и средневековой керамики Кыргызстана рентгенофлуоресцентным анализом [Текст] / Г.Т. Орузбаева, М.Т. Касымова // Известия высших учебных заведений. Строительство. - Новосибирск, 2019. - № 3 (723). С. 101-108. <http://izvuzstr.sibstrin.ru/uploads/publications/16dfb842f3779400dac5c7a38c04d37c22570e2f.pdf>
14. **Орузбаева, Г.Т.** Некоторые аспекты технологии изготовления кирпича у древних кыргызов [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Известия высших учебных заведений. Строительство. - Новосибирск, 2019. - № 10 (730). - С. 94-100. <http://izvuzstr.sibstrin.ru/uploads/publications/857cf7b423d0dedf5b8faa901ceb28e494a31923.pdf>
15. **Орузбаева, Г.Т.** Эволюция строительных материалов у древних кыргызов [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Известия высших учебных заведений. Строительство. - Новосибирск, 2019. - № 11 (731). - С. 99-106. <http://izvuzstr.sibstrin.ru/uploads/publications/abdbb8dfa91e1be456064202982a69a941e97945.pdf>
16. **Орузбаева, Г.Т.** Определение температуры обжига древней и средневековой Исык-Кульской керамики [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Вопросы истории естествознания и техники. - Москва, 2019. - Т. 40. - № 3. - С. 592-598. <https://vietmag.org/s020596060005934-9-1/>
17. **Орузбаева, Г.Т.** Некоторые аспекты развития религиозного мировоззрения у древних кыргызов [Текст] / Г.Т. Орузбаева, Ж. Саякбаев // Религиоведение. - Благовещенск, 2019. - № 2. - С. 5-9. <https://religio.amursu.ru/index.php/en/new-archive/21-articles-en/685-some-aspects-of-the-development-of-religious-worldview-of-the-ancient-kyrgyz>
18. **Орузбаева, Г.Т.** Исследование микроструктуры древней Исык-Кульской керамики методом растровой электронной микроскопии [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Стекло и керамика. - Москва, 2020. - № 7. - С. 47-50. <https://www.glass-ceramics.ru/ru/archivru/43-bez-rubriki/5499-rus-glc-2020-7-pp-047-050>
19. Borisov, V. Some aspects of the technological development of production in the territory of Kyrgyzstan before the twelfth century [Text] / V. Borisov, **G. Oruzbaeva** // ICON: The Journal of the International Committee for the History of Technology. – London, 2020. - Vol. 25. - No. 1. - P. 110-119. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205597024>
20. **Oruzbaeva, G.T.** Physicomechanical studies of ancient ceramics discovered in Kyrgyzstan [Text] / G.T. Oruzbaeva // Glass and Ceramics. - New York, 2020. - 77 (5-6). - P. 197-199. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205597024>
21. **Орузбаева, Г.Т.** Физико-механические исследования древней керамики,

- обнаруженной на территории Кыргызстана [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Стекло и керамика. - Москва, 2020. - № 5. - С. 43-46. <https://www.glass-ceramics.ru/ru/archivru/43-bez-rubriki/5463-rus-glc-2020-5-pp-043-046>
22. **Орузбаева, Г.Т.** Развитие философского мировоззрения у древних кыргызов на примере эпоса «Манас» [Текст] / Г.Т. Орузбаева, М.Т. Касымова, Ж. Саякбаев // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - Бишкек, 2020. - Т. 20. - № 6. - С. 30-34. <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/154/6513>
23. Касымова, М.Т. Развитие мостостроения у древних кыргызов [Текст] / М.Т. Касымова, Г.Т. Орузбаева, Г.У. Тультемирова // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - Бишкек, 2020. - Т. 20. - № 2. - С. 47-49. <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/133/5696>
24. Касымова, М.Т. Формирование и развитие материальной культуры древних кыргызов [Текст] / М.Т. Касымова, Г.Т. Орузбаева, К.С. Кененсариев // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - Бишкек, 2020. - Т. 20. - № 2. - С. 50-53. <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/133/5697>
25. **Орузбаева, Г.Т.** Исследование образцов древней керамики южного побережья Иссyk-Куля рентгенофлуоресцентным методом [Текст] / Г.Т. Орузбаева // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - Бишкек, 2020. - Т. 20. - № 10. - С. 31-35. <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/158/6697>
26. **Орузбаева, Г.Т.** Физико-химические исследования глазурованной керамики Кыргызстана X-XVI вв. [Текст] / Г.Т. Орузбаева, Ю.С. Худяков // Стекло и керамика. - Москва, 2020. - № 9. - С. 41-45. <https://www.glass-ceramics.ru/ru/archivru/43-bez-rubriki/5531-rus-glc-2020-9-pp-041-045>
27. **Oruzbaeva, G.T.** Scanning electron microscopy study of the microstructure of ancient Issyk-Kul ceramic [Text] / G.T. Oruzbaeva // Glass and Ceramics. - New York, 2020. - 77 (7-8). - P. 284-287. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205597024>
28. **Oruzbaeva, G.T.** Physicochemical studies of glazed ceramics of 10th – 16th century Kyrgyzstan [Text] / G.T. Oruzbaeva, Yu.S. Khudyakov // Glass and Ceramics. - New York, 2021. - 77 (9-10). - P. 361-365. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57205597024>
29. **Орузбаева, Г.Т.** Исследование древних и средневековых керамических изделий Кыргызстана методом микроскопии [Текст] / Г.Т. Орузбаева, Г.У. Тультемирова // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. - Бишкек, 2023. - Т. 23. - № 2. - С. 8-13. <http://vestnik.krsu.edu.kg/archive/186/7592>
30. **Орузбаева, Г.Т.** Комплексный подход к исследованию керамических артефактов Кыргызстана [Текст] / Г.Т. Орузбаева, В.П. Борисов // Стекло и керамика. - Москва, 2023. - Т. 96. № 9 (1149). С. 50-53. <https://www.glass-ceramics.ru/ru/archivru/43-bez-rubriki/6121-rus-glc-2023-09-pp-050-053>
31. **Oruzbaeva, G.T.** Ceramic artifacts of Kyrgyzstan: integrative investigation [Text] / G.T. Oruzbaeva, V. Borisov // Glass and Ceramics. - New York, 2024. - 80 (9-10). - P. 389-391. <https://doi.org/10.1007/s10717-023-00619-0>

**07.00.10 – илим жана техниканын тарыхы (тарых илимдери) жана
07.00.06 – археология адистиктери боюнча тарых илимдеринин доктору
илимий даражасын алуу үчүн «Биздин заманга чейинки II миңинчи
жылдан – XVI кылымга чейин Кыргызстандын аймагында карапа
өндүрүшүнүн алардын артефакттарын изилдөөнүн комплекстүү ыкмасын
колдонуу менен тарыхый реконструкциясы» темасы боюнча
Орузбаева Гульнара Талгатовнанын диссертациясынын**

КОРУТУНДУСУ

Түйүндүү сөздөр: карапа артефакттары, Кыргызстан, микроструктура, өңдөнүүчү тыгыздык, сууну сиңирүү, ачык көзөнөктүүлүк, күйгүзүү температурасы, классификация, өз ара байланыш, реконструкция.

Изилдөөнүн объектиси: биздин заманга чейинки II миңинчи жылдан XVI кылымга чейинки заманбап Кыргызстандын аймагындагы карапа өндүрүшү.

Изилдөөнүн предмети: карапа өндүрүш технологиясын реконструкциялоодо негиз болуп кызмат кылган коло доорунун, эрте жана өнүккөн орто кылымдарынын он эки карапа борборлорунун карапа өндүрүшүнүн үлгүлөрү.

Изилдөөнүн максаты: Кыргыз Республикасынын байыркы жана орто кылымдардагы карапа өндүрүшүнүн технологияларын реконструкциялоо, заманбап ыкмаларды колдонуу менен комплекстүү мамилени негизинде алардын эволюциясынын мыйзам ченемдүүлүктөрүн жана тенденцияларын аныктоо.

Изилдөөнүн ыкмалары: оптикалык жана сканерлөөчү электрондук микроскоп, рентген-флуоресценттик жана рентген-фазалык анализдер, Роквелл боюнча катуулукту сыноо жана гидростатикалык таразалоо ыкмасы.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы: биздин заманга чейинки II миңинчи жылдан XVI кылымга чейинки мезгилинин Кыргызстандын карапа өндүрүшүнүн технологияларынын тарыхын изилдөөгө жана аны реконструкциялоого, эволюциянын закон ченемдүүлүктөрүн жана тенденцияларын аныктоого заманбап ыкмалардын негизинде комплекстүү мамиле биринчи жолу сунушталган жана ишке ашырылган; химиялык, минералогиялык жана фазалык курамынын, катуулугунун, көзөнөктүүлүгүнүн, сууну сиңирүүсүнүн, тыгыздыгынын, микроструктурасынын эксперименталдык изилдөөлөрүнүн натыйжаларынын талдоосу жүргүзүлгөн, анын натыйжасында карапа буюмдарды өндүрүүдө колдонулган ар кандай ыкмалардын жана техникалардын чопо материалына таасири аныкталган; чопо сырьёсунун болжолдуу кендүү жери аныкталган; күйгүзүүнүн температуралык режиминин динамикасы аныкталган жана изилденген, буюмдардын сапаттык мүнөздөмөлөрүнүн классификациясы жүргүзүлгөн; республиканын ар кайсы аймактарынын карапа өндүрүшүнүн жалпы жана мүнөздүү белгилери аныкталган; биринчи жолу маанилүү ири илимий маселе – каралган мезгилде Кыргызстандын аймагында карапа өндүрүш технологиясынын тарыхый реконструкциясы чечилген.

Колдонуу даражасы: иштин натыйжалары карапа артефакттарын андан ары изилдөө үчүн пайдалуу, республиканын өнүгүү стратегиясын ишке ашырууга олуттуу салым кошот, Кыргызстандын тарыхый жана маданий мурастарынын толук картинасын кайра түзүүгө жардам берет.

Колдонуу чөйрөсү: маданий мурас объекттерин реставрациялоодо жана консервациялоодо, Кыргыз Республикасынын карапа өндүрүшүнүн өнүгүү тарыхы боюнча эмгектерди жазууда.

РЕЗЮМЕ

диссертации Орузбаевой Гульнары Талгатовны на тему:
«Историческая реконструкция керамических производств на территории Кыргызстана в период II тысячелетия до н.э.–XVI в. н.э. с применением комплексного метода исследования их артефактов» на соискание ученой степени доктора исторических наук по специальностям 07.00.10 – история науки и техники (исторические науки) и 07.00.06 – археология

Ключевые слова: керамические артефакты, Кыргызстан, микроструктура, кажущая плотность, водопоглощение, открытая пористость, температура обжига, классификация, взаимосвязь, реконструкция.

Объект исследования: керамическое производство на территории современного Кыргызстана в период со II тысячелетия до н.э. до XVI в.н.э.

Предмет исследования: образцы керамических производств двенадцати керамических центров эпохи бронзы, раннего и развитого средневековья, которые служат основой в реконструкции технологии керамических производств.

Цель исследования: реконструкция технологий древних и средневековых керамических производств Кыргызской Республики, выявление закономерностей и тенденций их эволюции на основе комплексного подхода с использованием современных методов.

Методы исследования: оптическая и растровая электронная микроскопия, рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый анализы, испытания на твердость по Роквеллу и метод гидростатического взвешивания.

Полученные результаты и их новизна: впервые предложен и реализован комплексный подход к исследованию истории технологий керамического производства Кыргызстана в период II тыс. до н.э. – XVI в. н.э. и его реконструкции, выявления закономерностей и тенденций эволюции на основе современных методов; выполнен анализ результатов экспериментальных исследований химического, минералогического и фазового составов, твердости, пористости, водопоглощения, плотности, микроструктуры, в результате которого установлено влияние разных методов и приемов, используемых при изготовлении керамических изделий, на глинистый материал; определены вероятные месторождения глинистого сырья; выявлена динамика температурного режима обжига и проведена классификация качественных характеристик изученных изделий; установлены общие и характерные черты керамического производства различных областей республики; впервые решена важная крупная научная задача – реконструкция истории технологии керамического производства на территории Кыргызстана в рассматриваемый период.

Степень использования: результаты работы полезны для дальнейшего изучения керамических артефактов, позволят внести ощутимый вклад в реализацию стратегии развития республики, помогут воссоздать полную картину историко-культурного наследия Кыргызстана.

Область применения: при реставрации и сохранении объектов культурного наследия, при написании работ по истории развития керамических производств Кыргызской Республики.

SUMMARY

of the dissertation of Oruzbaeva Gulnara Talgatovna on the topic: “Historical reconstruction of ceramic production on the territory of Kyrgyzstan during the II millennium BC – XVI century AD with the use of a complex method of studying their artifacts” for the degree of Doctor of Historical Sciences in specialties 07.00.10 – history of science and technology (historical sciences) and 07.00.06 – archeology

Keywords: ceramic artifacts, Kyrgyzstan, microstructure, apparent density, water absorption, open porosity, firing temperature, classification, relationship, reconstruction.

The object of the study: ceramic production on the territory of modern Kyrgyzstan in the period from the II millennium BC to the XVI century AD.

The subject of the study: examples of ceramic production from twelve ceramic centers of the Bronze Age, early and late Middle Ages, which serve as the basis for the reconstruction of ceramic production technology.

The purpose of the study: reconstruction of technologies of ancient and medieval ceramic production in the Kyrgyz Republic, identification of patterns and trends in their evolution based on an integrated approach using modern methods.

Methods of research: optical and scanning electron microscopy, X-ray fluorescence and X-ray phase analyses, Rockwell hardness tests and hydrostatic weighing method.

The results obtained and their novelty: for the first time, a comprehensive approach to the study of the history of ceramic production technologies in Kyrgyzstan in the period from the 2nd millennium BC to the 16th century AD and its reconstruction, identification of patterns and trends of evolution based on modern methods was proposed and implemented; an analysis of the results of experimental studies of chemical, mineralogical and phase compositions, hardness, porosity, water absorption, density, microstructure was carried out, as a result of which the influence of different methods and techniques used in the manufacture of ceramic products on clay material was established; probable deposits of clay raw materials were determined; the dynamics of the temperature regime of firing was revealed and the classification of the qualitative characteristics of the studied products was carried out; established standard and characteristic features of ceramic production in various regions of the republic; for the first time, an important major scientific task was solved – the reconstruction of the history of ceramic production technology on the territory of Kyrgyzstan in the period under review.

Degree of use: the results of the work are useful for further study of ceramic artifacts, will make a tangible contribution to the implementation of the development strategy of the republic, and will help to recreate a complete picture of the historical and cultural heritage of Kyrgyzstan.

Application area: when carrying out restoration and preservation of cultural heritage sites, when writing works on the history of the development of ceramic industries in the Kyrgyz Republic.

Орузбаева Гульнара Талгатовна

**ИСТОРИЧЕСКАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА В ПЕРИОД
II ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ ДО Н.Э. – XVI В. Н.Э. С ПРИМЕНЕНИЕМ
КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ ИХ АРТЕФАКТОВ**

07.00.10 – история науки и техники (исторические науки)
07.00.06 – археология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
доктора исторических наук

Редактор: А.Б. Аманкулова

Подписано в печать
Формат 60x84 1/16. Объем 2,5 уч.-изд.л.
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ

720020, г. Бишкек, ул. Малдыбаева, 34, б
Кыргызский государственный технический университет
им. И. Раззакова