



МИННО-ГЕОЛОЖКИ УНИВЕРСИТЕТ “СВ. ИВАН РИЛСКИ”

ГЕОЛОГОПРОУЧВАТЕЛЕН ФАКУЛТЕТ

КАТЕДРА “МИНЕРАЛОГИЯ И ПЕТРОГРАФИЯ”

Камелия Янкова Маринова

**Минералого-петрографско изследване на артефакти от култови обекти
(втората половина на II хил. пр. Хр. - I хил. пр. Хр.) в Източните Родопи,
Южна България**

АВТОРЕФЕРАТ

към дисертационен труд за придобиване на
образователна и научна степен „доктор“

Професионално направление 4.4. Науки за земята

Научна специалност: Петрология

Научен ръководител: доц. д-р Стефка Димитрова Приставова

Научен консултант: доц. д-р Георги Борисов Нехризоз

София, 2020

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на разширено заседание на катедра „Минералогия и петрография“ при Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ - София, от 16.12.2019 г.

Пълният обем на дисертацията е 210 страници, от които 13 страници приложения, в основният текст са включени 79 фигури, 22 диаграми и 21 таблици. Дисертационният труд се състои от въведение, девет глави, цитирана литература и 2 приложения.

Използваната литература се състои от 176 заглавия (на 110 кирилица и 66 на латиница).

Списъкът на публикациите по дисертационния труд включва 3 заглавия.

Публичната защита ще се проведе на 12.02.2020 г. в Геологопроучвателният факултет на МГУ „Св. Иван Рилски“ – София, с научно жури в състав:

1. Проф. дгн Тодор Маринов
2. Доц. д-р Стефка Приставова
3. Доц. д-р Марлена Янева
4. Доц. д-р Цвета Станимирова
5. Доц. д-р Юлия Цветкова

Автор: ас. маг. Камелия Янкова Маринова

Заглавие: Минералого-петрографско изследване на артефакти от култови обекти (втората половина на II хил. пр. Хр. - I хил. пр. Хр.) в Източните Родопи, Южна България.

Научен ръководител: доц. д-р Стефка Приставова

Научен консултант: доц. д-р Георги Нехризов

Материалите за предстоящата защита са на разположение на заинтересуваните лица в сектор „Следдипломна квалификация“ МГУ „Св. Иван Рилски“ - София.



СЪДЪРЖАНИЕ

Въведение	5
1. Състояние на геоархеологическите изследвания	6
2. Местоположение и данни за археологическите обекти	6
2.1 Местоположение.....	6
2.2 Сведения за археологическите обекти.....	7
3. Геоложка обстановка и изученост	8
3.1 Геоложка изученост на Источните Родопи	8
3.2 Геоложка обстановка.....	8
4. Материал и методи на изследване	9
5. Резултати	10
5.1 Петрографска характеристика.....	10
5.2 Химичен състав	18
5.2.1 Химичен анализ (ICP-OES)	18
5.2.2 Сканираща електронна микроскопия (SEM-EDX)	19
5.3 Температура на изпичане	23
5.3.1 Рентгенодифракционен метод	23
5.3.2 Инфрачервена спектроскопия	24
5.4 Технология на изработка.....	25
5.4.1 Раманова спектроскопия	25
5.4.2 Рентгенова томография	27
5.4.3 Сканираща електронна микроскопия (SEM-BSE)	29
6. Заключение	31
7. Изводи	38
8. Дискусия	39
9. Научно-приложни приноси	41



Благодарности:

В процеса на теренните работи, обработката на материалите, лабораторните изследвания и при написването на дисертацията бях подпомагана и насочвана от научния си ръководител доц. д-р С. Приставова, за което и благодаря.

Искам да изкажа благодарности към доц. д-р Г. Нехризов и неговия екип, които ми оказаха помощ при теренните изследвания, полезните дискусии, възможността да изследвам предоставения от тях керамичен материал и археоложката литература за обектите.

Благодарности изказвам и към доц. д-р Б. Банушев, който като ръководител катедра осигуряваше условия за работа по дисертацията. На доц. д-р Цвета Станимирова – ГГФ, СУ „Кл. Охридски“ за дискусиите и съвместната работа при анализа и интерпретацията на рентгеновите анализи. На доц. д-р Д. Тачев от Институт по Физикохимия при БАН за помощта при извършване на рентгенотомографските изследвания. На доц. д-р Р. Титоренкова от Институт по Минералогия и Кристалография „Акад. И. Костов“ при БАН за достъпа до Инфрачервена и Раманова спектроскопия и дискусиите при интерпретиране на резултатите. На колегите от катедра „Минерлогия и петрография“ и лабораториите към ГПФ на Минно-геоложки Университет.

Бих искала да изкажа благодарност и към цялото си семейство за тяхната обич и неизменна подкрепа.



ВЪВЕДЕНИЕ

Темата на докторантската работа е възложена от доц. д-р С. Приставова при катедра „Минералогия и петрография” на Геологопроучвателен факултет при Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски”. Научен консултант на работата е доц. д-р Г. Нехризов от Национален археологически институт с музей – БАН.

Обект на изследвания в настоящия дисертационен труд са артефакти (керамични фрагменти) от археологически обекти в Източните Родопи: светилищата „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Менекенски камъни“, „Коджа кая“ и „Резбарци“; ритуални ями: „Долно черковище“; селище: „Бисер“ всички те от Ранната желязна епоха (XI-VI в. пр. Хр.). Находките от керамични артефакти са с изключителна важност при изясняването на развитието и бита на човека, керамиката винаги е била важна част от живота и културата в миналото. Минералого-петрографските изследвания на керамични находки имат съществено значение при определяне начина на изработка, температурата и средата на изпичане, материалите използвани за изработка и мястото, от което е взета суровината за направата ѝ.

Поставените цели в рамките на труда са:

- Детайлна характеристика на керамични фрагменти от археологически обекти в Източните Родопи от Ранната желязна епоха (РЖЕ);
- Установяване състава на керамиката и използваните технологии при направата ѝ;
- Насоки за установяване на коренни находища на използваната суровина;
- Подпомогне на археологически проучвания при техните изводи за историята на изследваните археологически обекти.

За изпълнение на целите са поставени следните задачи:

- Детайлна микроскопска характеристика и статистическа обработка;
- Установяване състава на изпечената глина;
- Определяне приблизителната температурата на изпичане;
- Определяне условията (средата) на изпичане;
- Установяване начина на изработка (формуване);
- Определяне вида на използваните пигменти;
- Определяне вероятният източника на суровина според петрографските и химични особености на керамиката.



При изпълнението им се очаква да се получи относително пълна картина за намерената керамика, разнообразие, насоки за установяване на коренни находища на използваната суровина, използвани технологии при направата им и да се подпомогнат археологическите проучвания при техните изводи за историята на изследваните археологически обекти.

1. Състояние на геоархеологическите изследвания

Интердисциплинарни изследвания на археологически обекти се провеждат от много години и резултатите от тях допълват в голяма степен информацията за тях. Геоархеологията се дефинира (Rapp, 2002), като приложение на методите и концепциите на Науките за Земята, за нуждите на археологическите изследвания. Към материалите обект на геоархеологията се причислява и керамиката, намирана при провеждане на археологически експедиции.

В последните години редица автори посочват важността и информативността, която носят изследванията на керамичните артефакти (Dittmann, 2008). Задълбочават се изследванията в областта и по-детайлното анализиране на керамичните артефакти, вследствие на развитието на технологиите и използването на аналитични методи. Все по широко се използват различни методи за определяне на минералния и елементния състав на керамиката с помощта на оптична микроскопия, рентгенова дифракция, инфрачервена спектроскопия, електронна микроскопия и различни химични методи като инструментален неутронно-активационен анализ (INAA), атомно-емисионна спектроскопия с индуктивно свързана плазма (ICP-AES) и др. Много изследвания са насочени към използването на безразрушителни методи за анализ като рентгено-флуорисцентен анализ (XRF) и рентгенова томография.

Научни публикации в областта на интердисциплинарните изследвания от български автори, са обобщени до голяма степен в работите на Костов (Kostov, 2016) и Златева (Златева и др. 2016).

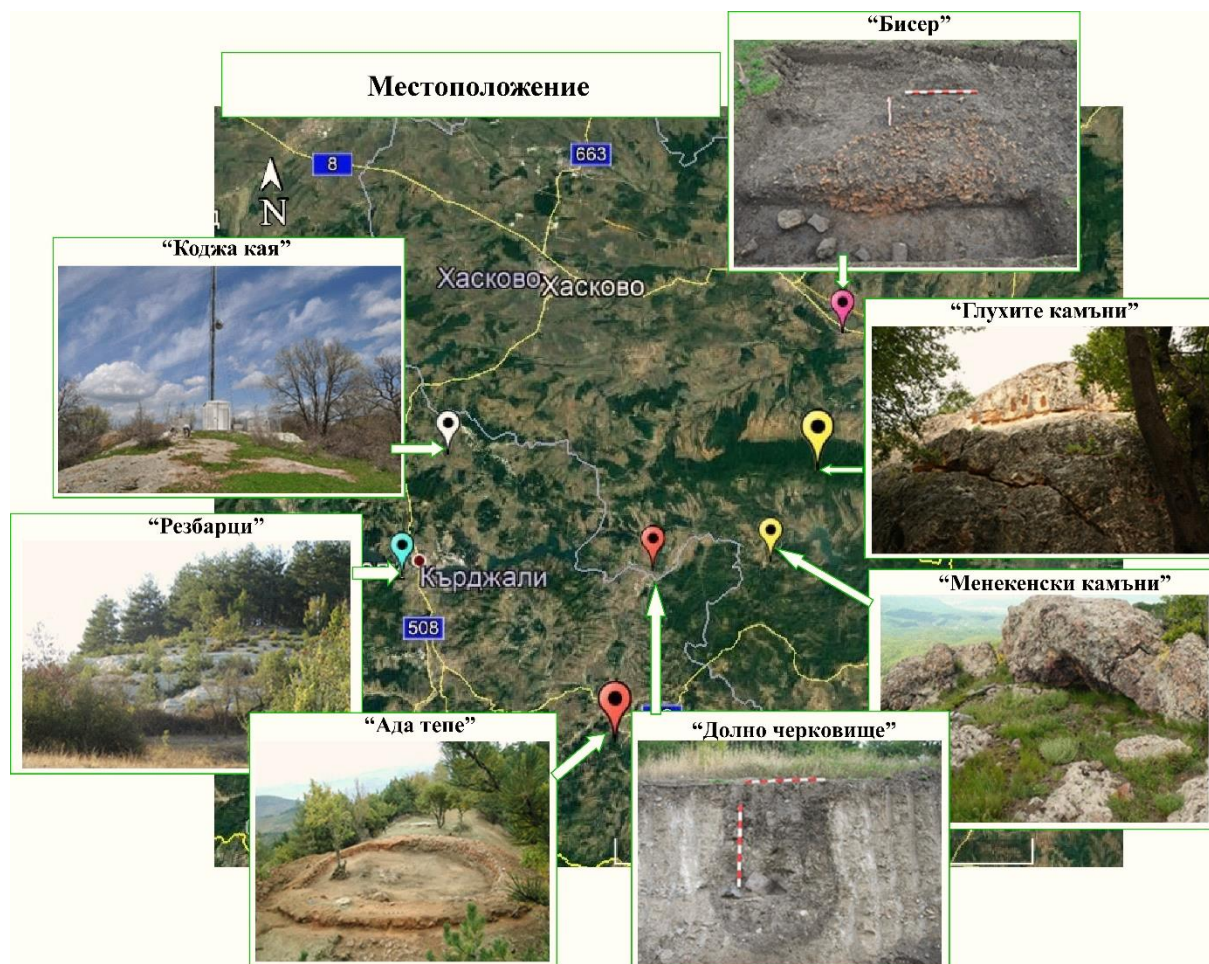
2. Местоположение и данни за археологическите обекти

2.1 Местоположение

Изследваните археологически обекти: „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Бисер“, „Менекенски камъни“, „Долно черковище“, „Резбарци“ и „Коджа кая“ се намират в Източните Родопи (Фиг. 1), разположени в по-ниската им част. Обхващат територия от 6005.4 km², средната им надморска височина е 329 m. Разположени са на територията на



общините Любимец, Маджарово, Кърджали и Крумовград и областите Кърджали и Хасково. Източните Родопи са известни като люлка на тракийската цивилизация и това е районът с най-голяма концентрация на мегалитни паметници.



Фиг. 1 Местоположение на археологическите обекти.

2.2 Сведения за археологията на обектите

В раздела са представени данни за археологическите обекти, периода на тяхното проучване, екипите участвали в изследването им и публикации.

Археологическите обекти, от които са изследвани керамични артефакти са от периода на Ранната желязна епоха (XI-VI в. пр. Хр.) и представляват:

- светилища: „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Менекенски камъни“, „Коджа кая“ и „Резбарци“;
- ямен комплекс: „Долно черковище“;
- селище: „Бисер“.



Проучвани от археологически екипи в периода 1994-2018 начело с доц. д-р Г. Нехризов.

3. Геоложка обстановка и изученост

3.1 Геоложка изученост на Източните Родопи

В раздела са представени данни за геоложката изученост на Източните Родопи - на метаморфния фундамент, магматизма и стратиграфията на седиментните комплекси.

3.2 Геоложка обстановка

В раздела е представена по-детайлно информацията за геологията на районите на всеки един от седемте археологически обекти и съответните геоложки карти към тях, като за основа са използвани материалите от Геоложката карта в мащаб 1:50 000 (геоложки карти и записки към тях).

Обект „Глухите камъни“ е разположен в кисели вулканити – риолити, изграждащи района на връх Света Марина. Основен фактор за образуването на Глухите камъни са вулканитите на Света Марински вулкански подкомплекс, който е част от Мезекски комплекс (Йорданов и др., 2008).

Обект „Ада тепе“ се намира на границата между Палеогенските седименти на Шаварска свита и Източнородопския метаморфен терен - Крумовишка литотектонска единица. В литолошко отношение Палеогенските седименти са представени от брекчи, конгломерати, пясъчници, аргилити, мергели и варовици. Крумовишката единица от различни гнайси с пегматити, мрамори, амфиболити, пластообразни и лещовидни тела от серпентинизирани ултрабазити (Саров и др., 2007).

„Обект Бисер“ попада в Неогенските седименти на Песъчливо-глинестата задруга, която е отделена като неофициална литостратиграфска единица (Саров и др., 2007). Съставена от езерни и алувиални - пясъци, слабо споени пясъчници, глини и глинести алевролити.

Обект „Менекенски камъни“ е разположен във вулканитите на Менекенската единица, съставена основно от латити, латитови лавобрекчи и туфи. Менекенските латити изграждат широки площи в периферните части на Маджаровския вулкан (Саров и др. 2008).

Обект „Долно Черковище“ попада в скалите на Зимовински вулкански комплекс, които изпълват пространството на Кърджалийската депресия. Зимовински



вулкански комплекс включва две единици – туфитно-туфозна задруга и риолити (Йорданов и др., 2007).

Обект „Резбарци“ се намира в Кърджалийската литотектонска единица, изградена от милонитизирани и диафторизирани биотитови гнайси, хлоритови шисти, кварцити, дребнозърнести мрамори, метабазити и ултрабазити, засегнати от процесите на наложен зеленошистен метаморфизъм (Саров и др., 2007).

Обект „Коджа кая“ се намира в Ястребските шошонити, които са част от Минзухарски вулкански комплекс. Основен белег на единицата са базичния шошонитов състав на вулканитите (Йорданов и др., 2007).

4. Материал и методи на изследване

- **Материал**

Предмет на изследване са керамични артефакти от РЖЕ открити при археологически разкопки на обекти намиращи се в Източните Родопи. Керамичните артефакти са 160 бр. фрагменти от седемте археологически обекта: „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Бисер“, „Менекенски камъни“, „Долно черковище“, „Резбарци“ и „Коджа кая“.

- **Методи на изследване:**

С цел пълното характеризиране на изследваните обекти и достигане до заложената крайна цел на докторантската тема са подбрани представителни керамични артефакти. Приложена е комплексна методика на изследване, включваща целия арсенал от методи за изследване на природни и антропогенни образци (артефакти), а именно – оптични, химични и структурни методи:

1. *Определяне на цвета по системата Munsell;*
2. *Оптични изследвания в проходяща светлина;*
3. *Статистическа обработка;*
4. *Химичен анализ с индуктивно свързана плазмена - оптична емисионна спектрометрия (ICP-OES);*
5. *Рентгено-флуоресцентен анализ (XRF);*
6. *Сканираща електронна микроскопия (SEM-EDX);*
7. *Рентгенодифракционен метод (XRD);*
8. *Инфракчервена спектроскопия (IR);*
9. *Раманова спектроскопия;*
10. *Рентгенова томография.*



5. Резултати

5.1 Петрографска характеристика

Разделът включва: детайлно макроскопско, микроскопско описание на керамичните артефакти и статистическа обработка на данните от петрографския анализ на представителни керамични артефакти от всички обекти.

• Макроскопско описание

Керамичните фрагменти от археологическите обекти са характеризирани спрямо техните цветове, текстурни и структурни белези (Таблица 1, 2). Определен е цвета на избрани представителни образци по системата Munsell, като записването на цвета се осъществява по номенклатурата - Munsells Soil Color Charts. Цветът на керамиката зависи от съдържанието на желязо в нея, степента на неговото окисление, също така и наличието на органични вещества и присъствие на други компоненти в тестото използвани за направата ѝ. Степента на окисление на желязото зависи от условията на изпичане - окислителни и редуционни.

Таблица 1. Определяне на цвета на представителни керамични артефакти по системата Munsell от обекти „Глухите камъни“, „Ада тепе“ и „Коджа кая“.

„Глухите камъни“			
№ на фрагмент	Цвят на повърхност 1	Цвят на повърхност 2	
Гк-2-12	7,5 YR 5/4 brown	7,5 YR 3/2 dark brown	
Гк-10-12	10 YR 2/1 black	10 YR 2/1 black	
Гк-22-12	5YR 5/6 yellowish red	5YR 5/6 yellowish red	
Гк-8-15	7,5 YR 6/4 light brown	7,5 YR 5/2 brown	
„Ада тепе“			
Адт-24-17	5 YR 4/3 reddish brown	5 YR 3/1 very dark gray	
Адт-16-14	2.5YR 5/6 red	2.5 YR 6/4 light reddish brown	
Адт-30-14	7.5 YR 7/4 pink	7.5 YR 7/4 pink	
Адт-22-17	7.5 YR 5/3 brown	7.5 YR 4/2 brown	
„Коджа кая“			
К-8-14	10 YR 3/2 very dark grayish brown	10 YR 5/3 brown	
К-9-14	7,5 YR 4/3 brown	5 YR 4/3 reddish brown	



Таблица 2. Определяне на цвета на представителни керамични артефакти по системата Munsell от обекти „Бисер“, „Менекенски камъни“, „Резбарци“ и „Долно черковище“.

„Бисер“			
Б-1-14	10 YR 2/1 black	10 YR 2/1 black	
Б-4-14	7,5 YR 4/3 brown	7,5 YR 3/2 dark brown	
Б-5-14	5 YR 2.5/1 black	5 YR 5/4 reddish brown	
Б-6-14	7.5 YR 4/1 dark gray	5 YR 5/6 yellowish red	
„Менекенски камъни“			
М-6-14	10 YR 2/1 black	5 YR 4/2 dark reddish gray	
М-7-14	7,5 YR 4/2 brown	7,5 YR 5/3 brown	
„Долно черковище“			
Д-32-14	2.5 YR 2.5/1 black	2.5 YR 2.5/1 black	
Д-19-14	2.5 YR 2.5/1 black	7.5 YR 3/1 very dark gray	
„Резбарци“			
Р-10-14	7.5 YR 2.5/1 black	7.5 YR 4/1 dark gray	
Р-11-14	5 YR 4/2 dark reddish gray	7.5 YR 4/1 dark gray	
Р-12-14	7.5 YR 4/1 dark gray	5 YR 4/2 dark reddish gray	
Р-13-14	5 YR 5/6 yellowish red	7.5 YR 4/1 dark gray	

- **Микроскопски изследвания в проходяща светлина.**

Керамичните артефакти са изследвани оптически и класифицирани съгласно техния състав - минерален и скален, структура, особености на кластичния компонент като размери, форма и разпределение, характеризирание на матрикса, цветови характеристики и други отличителни белези (Фиг. 2 и 3).

- Археологически обект „Глухите камъни“ се отличава с керамика богата на скални фрагменти в състава на кластите и според присъствието им в керамиката са отделени 8 групи:

Група 1 (1Г) обхваща фрагменти отличаващи се с високо съдържание на скални класти основно от кисели вулканити (Фиг. 2 а), вулканити със сферолитова структура и кварцити. Матриксът е хидрослюдена агрегатна маса със светлокафяв цвят, печена при сравнително не променящи се условия (окислителни);

Група 2 (2Г) обединява фрагменти съдържащи голямо количество кварцови зърна с алевролитови размери (вероятно влагани допълнително като опостнител) и скални



фрагменти основно от кисели вулканити и малък процент други скали. Матриксът е от черна хидрослюдена агрегатна маса, което говори за редукционна среда на изпичане;

Група 3 (3Г) се отличава с голям процент шисти и гранитоиди участващи в състава на керамиката. Матриксът е от хидрослюдена агрегатна маса с тъмно до светлокафяв цвят свидетелстващ за промяна при условията на печене;

Група 4 (4Г) се характеризира с присъствие на голямо количество разнообразни по състав скални класти от гранитоиди, гнайси, шисти, кварцити, средни и кисели вулканити. Матриксът е хидрослюдена агрегатна маса с тъмнокафяв до черен цвят, отразяващ промяна в средата на печене (окисление - редукция);

Група 5 (5Г) се отличава от останалите с подчертано присъствие на шисти в състава на керамиката с ръждивокафяв до оранжев цвят на матрикса и изпичане при условия на окисление;

Група 6 (6Г) обединяването на фрагментите се основава на присъствието на голям брой кисели вулканити, гранитоиди, гнайси (Фиг. 2 б) в състава. Матриксът е от плътна, криптолюспеста хидрослюдена агрегатна маса с тъмно до светлокафяв цвят - белег за промяна в средата на печене;

Група 7 (7Г) включва керамични фрагменти обединени спрямо присъствието на средни по състав вулканити в тестото и по-голямото количество матрикс (Фиг. 3 д). Матриксът е от хидрослюдена агрегатна маса със светлокафяв цвят свидетелстващ за постоянни (окислителни) условия при изпичане;

Група 8 (8Г) се характеризира с присъствие на по-голямо количество минерални класти спрямо скалните и засилено участие на амфибол и епидот (Фиг. 2 д). Матриксът е от хидрослюди с вариращ цвят от оранжевокафяв до тъмнокафяв, като централната им част е по-тъмна на места, което е белег за промяна при условията на печене;

- Археологически **обект „Ада тепе“** се отличава с керамика богата на минерални класти, въз основа на състава и количественото съотношение на минералите са отделени 4 групи и два броя артефакти без аналог:

Група 1 (1А) обединява фрагменти, при които съотношението на матрикс спрямо класти е приблизително 50/50. Минералните класти са главно от кварц и по-малко плагиоклаз, К-фелдшпат и слюди. Матриксът е от хидрослюдена агрегатна маса с тъмнокафяв цвят, т.е. това е керамика изпичана при относително постоянни условия;

Група 2 (2А) е представена от керамика, при която участието на слюди, кварц и фелдшпати е силно застъпено в кластичния компонент с матрикс от хидрослюдена маса с кафяв цвят;



Група 3 (3А) - типично за артефактите е наличието на голямо количество амфибол (Фиг. 2 е) и епидот в състава на керамиката, матриксът е от хидрослюди с вариращ цвят от кафявочервен до тъмнокафяв при променящи се редуционни условия;

Група 4 (4А) се отличава по наличието на повече плагиоклаз сред минералните класти и голямо количество матрикс (Фиг. 3 е) с вариращ цвят, свидетелстващ за променящи се условия при изпичане;

- Фрагменти от обект „Ада тепе“ без аналог: Адт-15-14 и Адт-52-17.

Адт-15-14 се отличава с главно участие на минерални класти от слюди с големи размери. Такъв състав и структура на керамиката не се забелязва в останалите групи;

Адт-52-17 се отличава с доминация на кварц и рудни минерали в състава на кластичния компонент, карбонат запълващ празнини и светлокафяв цвят на матрикса.

- Керамичните фрагменти от **обект „Бисер“** са изработени от добре промито тесто (Фиг. 3 г). Характерно за артефакти Б-1-14, Б-3-14 и Б-5-14 е присъствие на кисели по състав вулканити, кварцити и гранитоиди. Артефакт Б-2-14 се отличава с присъствие на скални класти от кварцити, гранитоиди, гнайси и шисти, които се срещат под формата на единични класти. При фрагмент Б-5-14 се наблюдава допълнително нанасяне на глина с червеникавокафяв цвят с цел декорация;

- За изследваните фрагменти от **обект „Менекенски камъни“** е характерно е участието на скални класти основно от базични вулканити. По повърхността на М-6-14 е нанесен допълнителен слой с по-светъл цвят вероятно с декоративна цел;

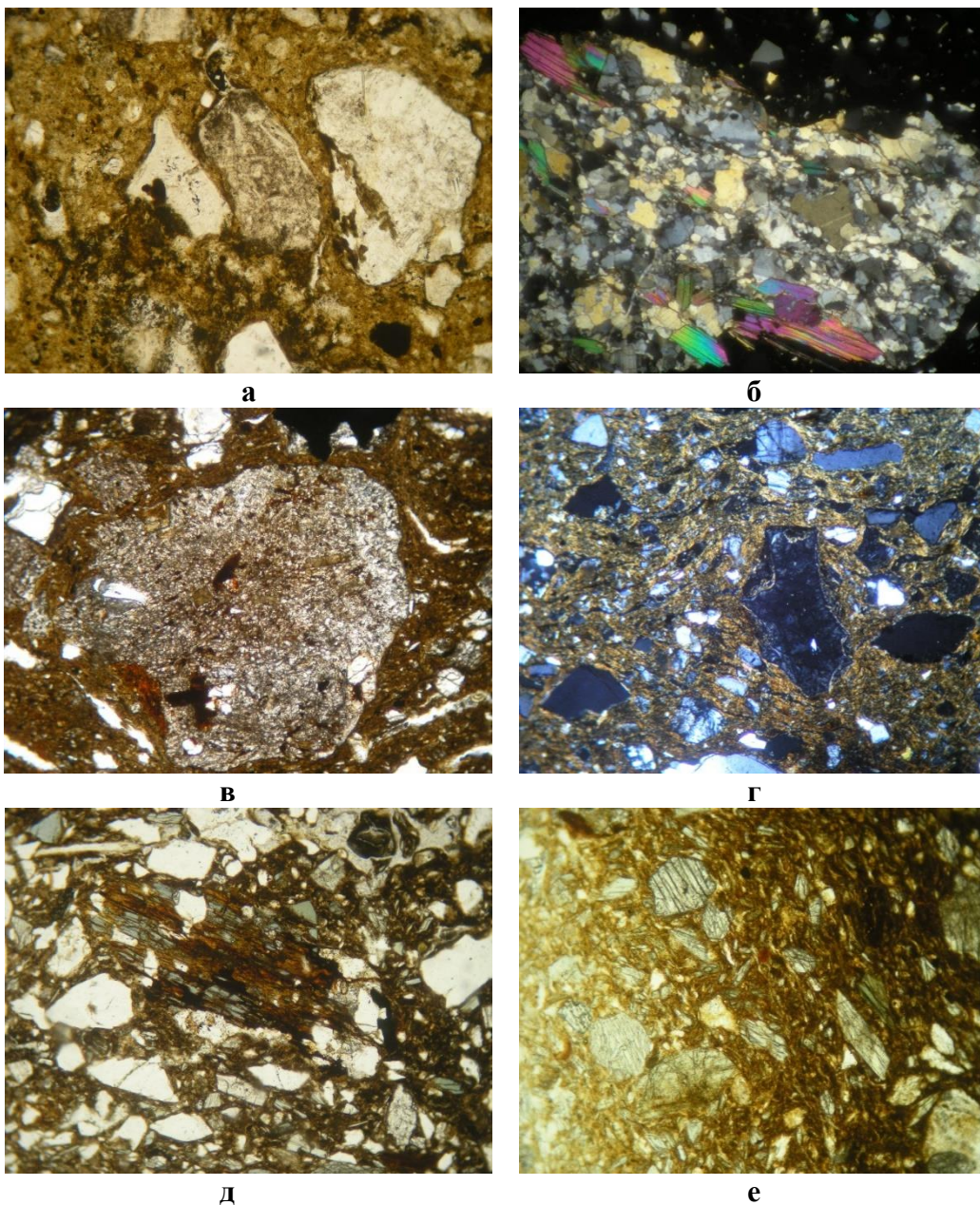
- Фрагментите от **обект „Долно черковище“** се доближават до състава на керамиката от „Менекенски камъни“, при които присъстват скалните късове от базични вулканити;

- Керамиката от **обект „Резбарци“** се характеризира с минерални класти с алевритни размери, които преобладават над скалните. Последните са представени от кварцити, променени вулканити и по-малко гранити и шисти. При артефакт Р-13-14 се наблюдава допълнително нанасяне на глина с червеникавокафяв цвят вероятно с декоративна цел;

- Керамичните артефакти от **обект „Коджа кая“** са разнообразни - за една част от керамиката е характерно голямо количество минерални класти с алевритни размери (Фиг. 3 в). За други (К-8-14) е характерно присъствие на слюдени шисти, кварцити, гранитоиди и кисели вулкански скали в състава на тестото. За К-9-14 присъствие на базични вулканити и вулканско стъкло.



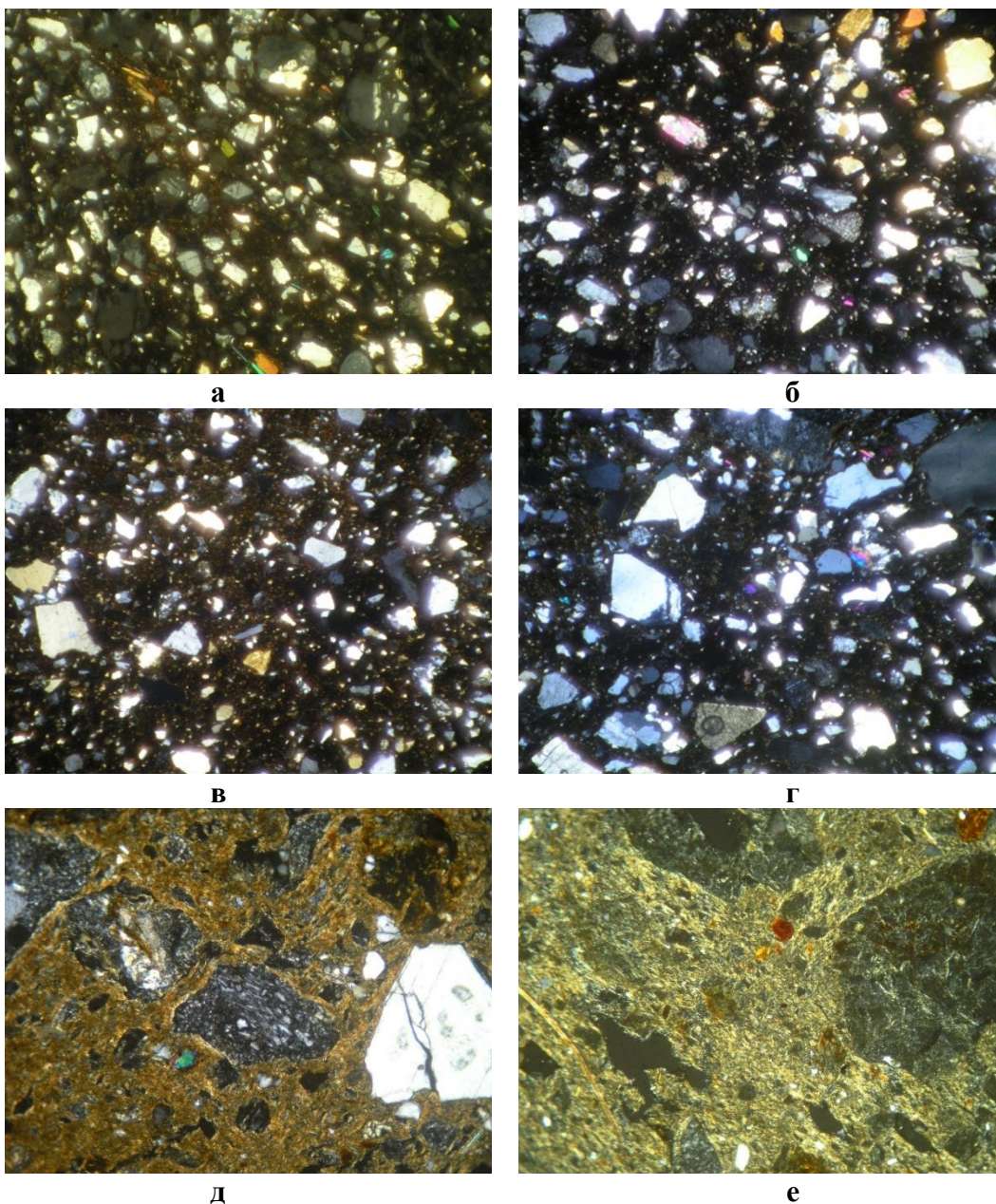
Микрофотографии на керамични артефакти



Фиг. 2. **а)** Гк-4-15 („Глухите камъни“ 1 (1Г)) - Големи по размер скални класти от кисели вулканикти (център) и кварцити сред алевритов матрикс. PPL, ширина на видното поле (ШВП) = 1900 μm ; **б)** Гк-4-15 („Глухите камъни“ 6 (6Г)) - Скален класт от гнайс. CPL, ШВП = 3900 μm ; **в)** М-6-14 („Менекенски камъни“) - Скален класт от добре заоблена вулканска скала. PPL, ШВП = 1980 μm ; **г)** Д-20-14 („Долно черковице“) Класт от вулканска скала с ъгловати контури (в център, тъмносиво). CPL, ШВП = 3900 μm ; **д)** Гк-5-15 („Глухите камъни“ 8 (8Г)) - Керамика богата на амфибол. PPL, ШВП = 1900 μm ; **е)** Адт-22-17 („Ада тепе“ 3 (3А)) - Засилено присъствие на минерални класти от амфибол (светло зелен). PPL, ШВП = 1900 μm .



Микрофотографии на керамични артефакти

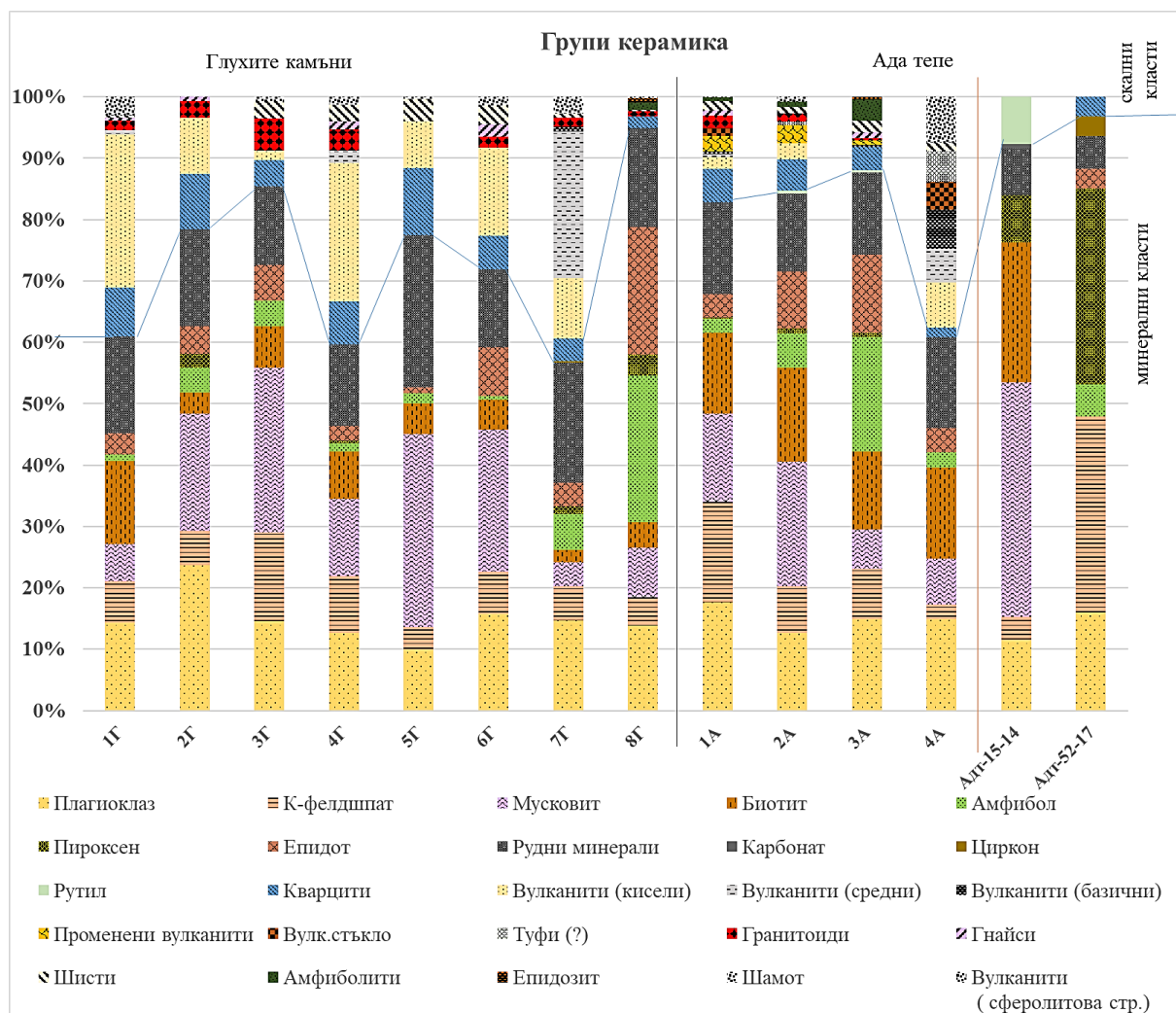


Фиг. 3. **а)** Адт-18-14 („Ада тепе“ 1 (1А)) - Керамика богата на голямо количество класти в съотношение с матрикс 1:1. CPL, ШВП= 3900 μm ; **б)** Гк-13-15 („Глухите камъни“ 2 (2Г)) - Фина керамика, съдържаща преобладаващо количество минерални класти от кварц, фелдшпати и малко епидот (жълто-оранжево). CPL, ШВП= 3900 μm ; **в)** К-8-14 („Коджа кая“) - Общ изглед от фина керамика с голямо количество кварцови и фелдшпатови зърна, CPL, ШВП = 3900 μm ; **г)** Б-4-14 („Бисер“) – Общ изглед на керамика, с минерални класти от кварц, плагиоклаз и спорадични епидот и амфибол. CPL, ШВП = 3900 μm ; **д)** Гк-30-12 („Глухите камъни“ 7(7Г)) – Гк-30-12 – Фрагменти от средни по състав вулканити и голямо количество матрикс. CPL, ШВП = 3900 μm ; **е)** Адт-30-17 („Ада тепе“ 4 (4А)) – Класти от вулканити с големи размери сред по-фина маса и голямо количество матрикс. CPL, ШВП = 1900 μm .



- **Статистическа обработка на данните от петрографския анализ.**

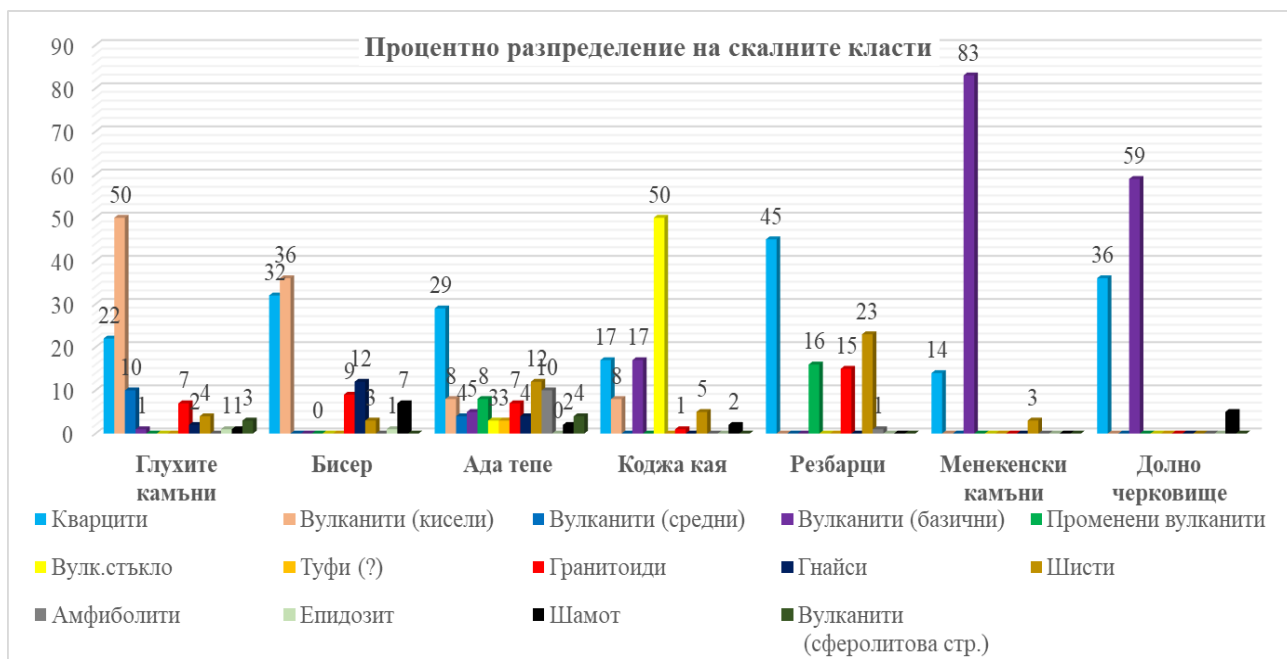
Статистическа обработка на данните от петрографския анализ е направена, чрез сравнение на процентното разпределение на кластите (минерални и скални) в керамиката. Данните са обработени и представени таблично, като минералния и скалния състав е преизчислен към 100%, след което са съставени диаграми. При обекти „Глухите камъни“ и „Ада тепе“, керамиката е разпределена по групи поради по-голямото количество на керамични артефакти (Диаграма 1). Получените резултати позволиха да се направят някои изводи относно приликите и разликите в състава на керамиката и от седемте археологически обекта. Процентното разпределение на кластичния компонент (скален и минерален състав) е представено графично (Диаграма 2, 3).



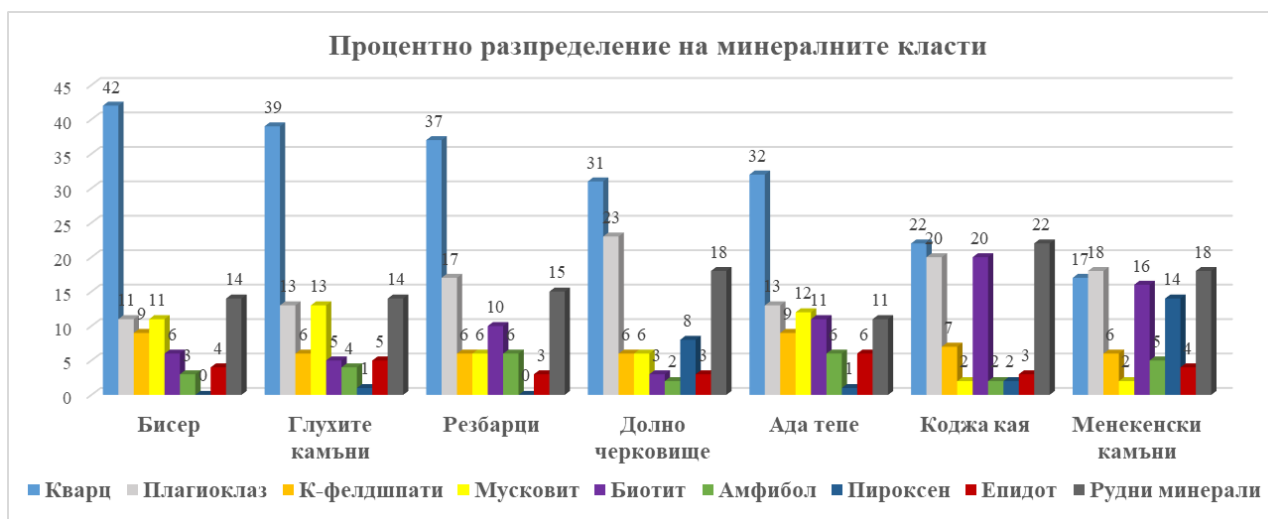
Диаграма 1. Разпределение на кластичния компонент в керамиката по групи от обекти „Глухите камъни“ и „Ада тепе“.



- Керамиката от обект „Глухите камъни“, е по-богата на скални класти в сравнение с тези от „Ада тепе“, където доминират минералните класти. Скалните класти при „Глухите камъни“, са представени главно от кисели вулкански скали, някои от които със сферолитова структура и по-малко други скали (Диаграма 1);
- В керамичните артефакти от „Ада тепе“ са включени разнообразни, но малобройни скални класти - шисти, гнайси, гранитоиди, кисели, средни и базични вулканити, амфиболити и туфи;
- Керамиката от обект „Ада тепе“ се характеризира с наличие на голямо количество минерални класти, като е засилено присъствието на епидот, слюди и амфибол (Диаграма 1);
- Според статистическият анализ при някои от изследваните артефакти от групи 8Г и 3А от двата археологически обекта е установено сходство в състава на кластите поради повишеното съдържание на амфибол в тях;
- Съществуват сходства в състава на керамиката между светилище „Менекенски камъни“ и ритуални ями „Долно черковище“ с подчертаното силно присъствие на скални класти от базични вулканити (Диаграма 2);
- При археологически обекти светилище „Глухите камъни“ и селище „Бисер“ се забелязва доминация на кисели вулкански скали сред скалните класти.
- Съставът на минералните класти (Диаграма 3) в изследваната керамика е сходен в различните археологически обекти;
- При обекти „Менекенски камъни“ и „Долно черковище“ разпределението на минералните зърна се отличава с по-ниско съдържание на кварц и повишено на плагиоклаз и биотит;
- Между останалите обекти „Глухите камъни“, „Коджа кая“, „Резбарци“, „Бисер“ и „Ада тепе“ има известна прилика, като за керамиката от „Ада тепе“ се отчита повишено участие на амфибол, епидот и слюди за сметка на процентно по-малко количество кварц.



Диаграма 2. Процентно разпределение на скалните класти в керамиката от археологическите обекти.



Диаграма 3. Процентно разпределение на минералните класти в керамиката от археологическите обекти.

5.2 Химичен състав

5.2.1 Химичен анализи (ICP-OES)

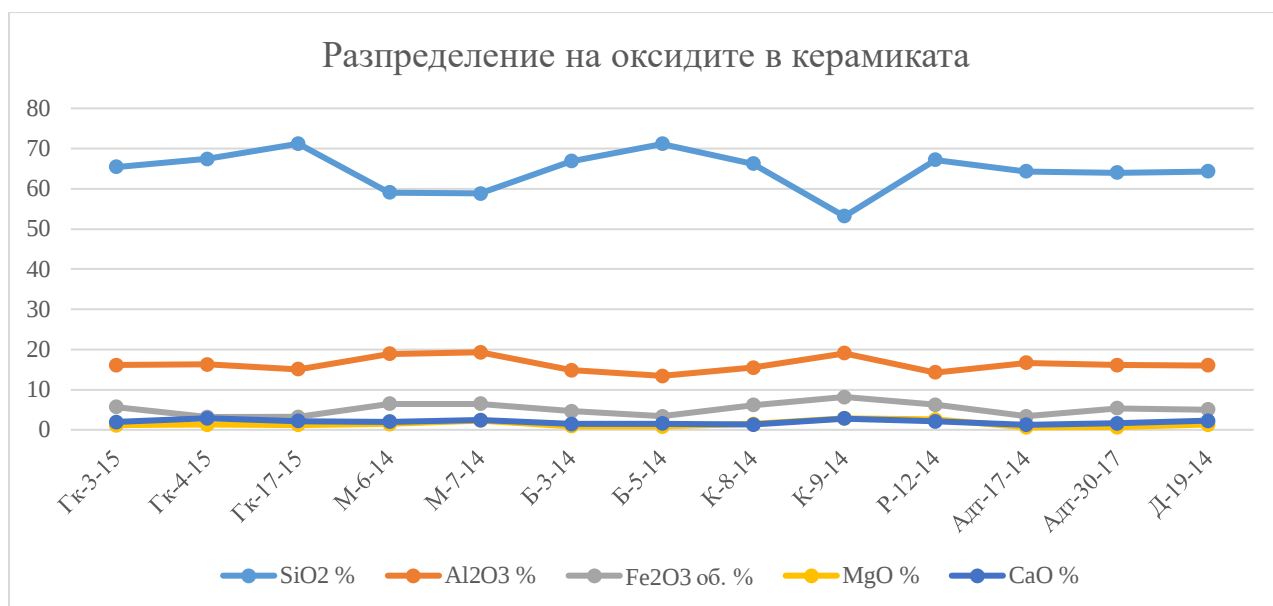
За характеризиране на химичния състав на изследваните артефакти е приложен метод - Индуктивно свързана плазмена - оптична емисионна спектрометрия (ICP-OES). Методът определя съдържанието на основните оксиди в керамиката (Таблица 3).



Таблица 3. Разпределение на оксидите в керамиката (ICP OES).

Проба №	SiO ₂ %	TiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ об. %	MgO %	MnO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	P ₂ O ₅ %	SO ₃ %	З.П.Н %	Влага %
Гк-3-15	65.43	0.57	16.08	5.70	1.11	0.11	1.90	1.29	2.45	0.89	<0.03	4.05	1.41
Гк-4-15	67.41	0.36	16.24	3.19	1.31	0.16	2.88	1.01	3.72	0.63	<0.03	3.04	0.55
Гк-17-15	71.20	0.39	15.06	3.23	1.18	0.11	2.13	1.36	3.15	0.47	<0.03	1.59	0.52
М-6-14	59.02	0.58	18.89	6.50	1.47	0.05	2.02	1.06	3.39	1.10	<0.03	5.78	3.36
М-7-14	58.79	0.55	19.30	6.49	2.29	0.10	2.44	1.11	2.46	0.63	<0.03	5.75	1.88
Б-3-14	66.83	0.48	14.86	4.63	0.90	0.14	1.47	0.95	2.09	1.31	<0.03	5.99	2.73
Б-5-14	71.13	0.34	13.42	3.36	0.80	0.11	1.51	1.28	2.65	1.24	<0.03	4.07	1.81
К-8-14	66.21	0.51	15.47	6.11	1.41	0.09	1.30	1.57	2.26	1.42	<0.03	3.60	2.34
К-9-14	53.13	0.72	19.04	8.17	2.85	0.13	2.78	0.69	2.33	1.73	<0.03	8.37	2.70
Р-12-14	67.20	0.58	14.24	6.22	2.59	0.11	2.12	1.46	2.09	0.62	<0.03	2.63	1.60
Адт-17-14	64.31	0.35	16.68	3.32	0.61	0.06	1.23	0.69	4.63	2.03	<0.03	5.81	3.79
Адт-30-17	64.00	0.43	16.14	5.34	0.67	0.03	1.58	0.79	4.48	1.22	<0.03	5.29	2.38
Д-19-14	64.32	0.48	16.00	5.05	1.31	0.07	2.28	1.23	2.93	0.91	<0.03	5.32	3.23

*с червен цвят - високи стойности; син - ниски стойности.



Фиг. 4. Графично представяне на разпределението на оксидите в керамиката.

Очертават се известни корелации в състава на керамиката според разпределението на основните оксиди (Фиг. 4):

- Керамика съдържаща високи нива на SiO₂ и ниски на Al₂O₃, Fe₂O₃ и MgO, това са фрагменти от обекти „Глухите камъни“ (Гк-4-15, Гк-17-15) и „Бисер“ (Б-3-17);

- Керамика бедна на SiO₂ и богата на Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO и CaO, керамични артефакти от обекти „Менекенски камъни“ (М-6-14 и М-7-14) и „Коджа кая“ (К-9-14);



- Керамични фрагменти отличаващи се със средни стойности на тези оксиди, това е валидно за артефакти от обекти „Глухите камъни“ (Гк-4-15), „Коджа кая“ (К-9-14), „Ада тепе“ (Адт-17-14, Адт-30-17) и „Долно черковище“ (Д-19-14);

- Керамика с високи нива на K_2O от „Ада тепе“ (Адт-17-14, Адт-30-17), „Менекенски камъни“ (М-6-14) и „Глухите камъни“ (Гк-4-15).

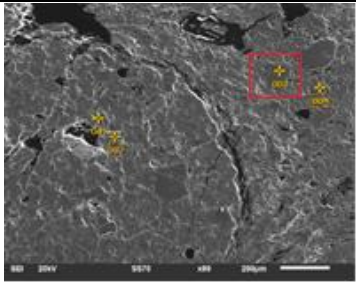
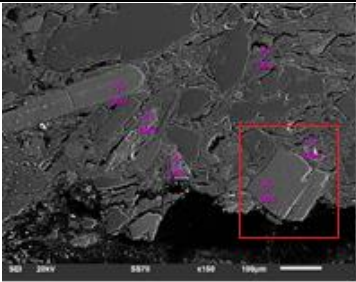
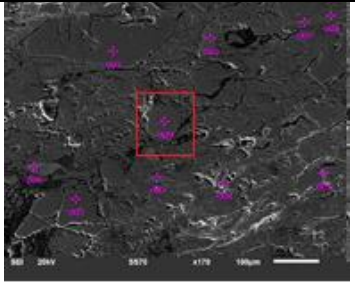
5.2.2 Сканираща електронна микроскопия (SEM-EDX)

Методът е използван за характеризиране на структурата на керамиката и определяне на състава на някои минерални фази включени в нея. Подбрани са представителни керамични артефакти за анализ на плагиоклази и амфиболи от различните обекти.

Таблица 4. Представителни микросондови анализи на плагиоклази.

№	Гк-15-15 (1)	Гк-15-15(3)	Адт-17-14(1)	Адт-22-17(1)	Б-3-14 (1)	Б-3-14 (4)	М-6-14 (1)	М-6-14 (2)	Д-19-14
SiO ₂	64.72	65.22	60.97	67.4	68.12	64.11	63.76	66.38	60.49
TiO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al ₂ O ₃	21.3	21.07	23.98	20.1	19.15	21.86	22.45	21.01	24.71
CaO	3.65	3.12	6.3	2.11	0.63	4.39	5.11	3.29	7.22
Na ₂ O	10.33	10.58	8.01	10.38	11.61	9.64	8.69	9.33	7.58
K ₂ O	0	0	0.74	0	0.49	0	0	0	0
Σ	100	100	100	100	100	100	100.01	100.01	100
An	16.34	14.01	29.06	10.10	2.84	20.11	24.53	16.31	34.48
Ab	83.66	85.99	66.87	89.90	94.54	79.89	75.47	83.69	65.52
Or	0	0	4.065	0	2.63	0	0	0	0

Marshall (1996)

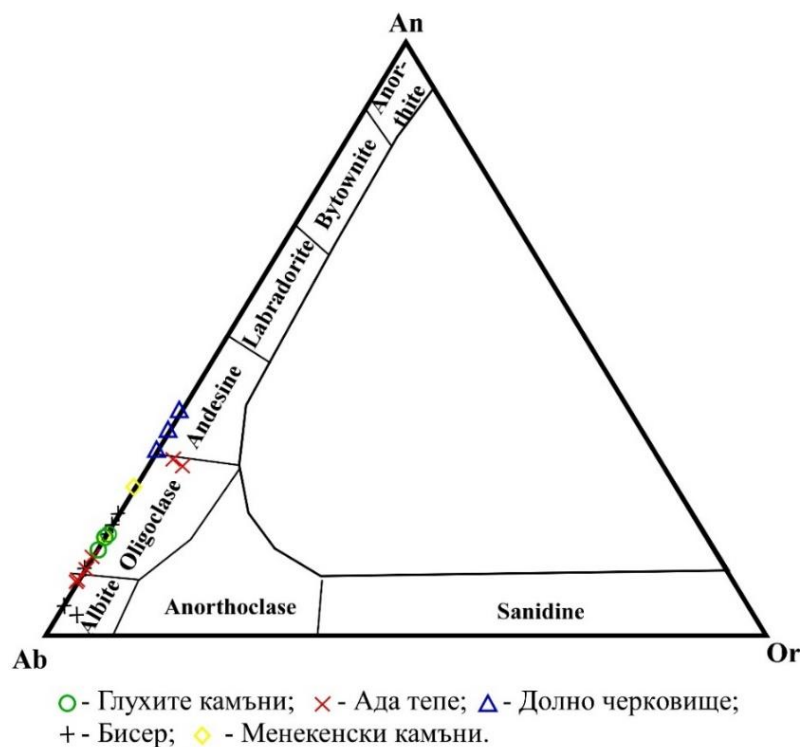




а) албит (Адт - 22-17); б) олигоклаз (Гк-15-15); в) андезин (Д-19-14).

Химичният анализ на плагиоклазовите кристали включени в керамиката показва (Таблица 4), че те попадат в обхвата на киселите по състав - албит и олигоклаз и по-малка част са средни по състав – андезин (Фиг. 5). Киселите по състав плагиоклази са от обект „Глухите камъни“ са представени от олигоклаз ($An_{14.01-16.91}$); при обект „Бисер“ от албит ($An_{2.84-4.67}$), албит-олигоклаз ($An_{10.68}$), и олигоклз ($An_{16.47-24.53}$); обект „Менекенски



камъни“ олигоклаз ($An_{16.31-24.53}$). Плагиоклазите при обект „Ада тепе“ са в по-широк диапазон спрямо останалите обекти и варират по състав от албит ($An_{8.56-8.96}$), албит-олигоклаз ($An_{10.10}$), олигоклз ($An_{12.72}$) до олигоклаз-андезин ($An_{28.16-29.06}$). Средни по състав плагиоклази се срещат при „Долно черковище“ и те са представени от олигоклаз-андезин ($An_{31.35}$) до андезин ($An_{34.48-39.63}$).



Фиг.5 Вид на плагиоклазите в различните археологически обекти (Marshall, 1996).

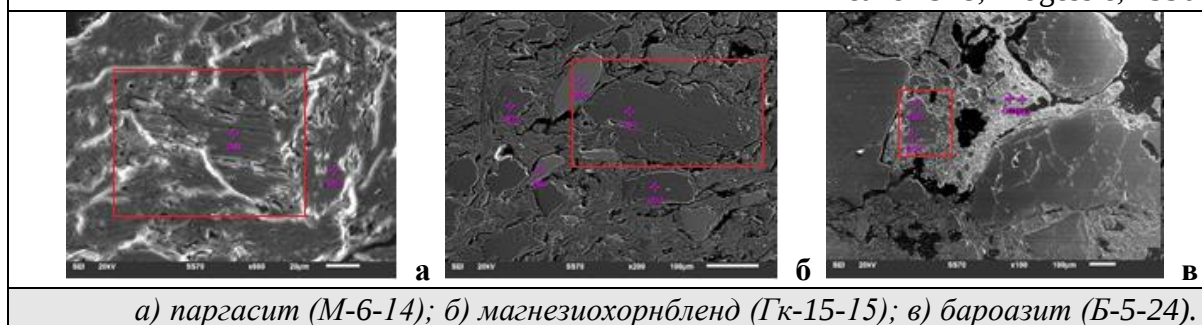
- Химичният анализ на амфиболовите кристали в състава на керамиката показва присъствие на калциеви и натриево-калциеви амфиболи (Таблица 5). Калциевите амфиболи са представени от паргасит, магнезиохейстингсит, магнезиохорнбленд, които се срещат в състава на керамиката от археологически обекти „Глухите камъни“, „Ада тепе“, Долно черковище“, „Бисер“ и „Менекенски камъни“ (Фиг. 6). Натриево-калциеви амфиболи – бароазит са установени в пробите от археологически обекти „Глухите камъни“ и „Бисер“ (Фиг. 6).



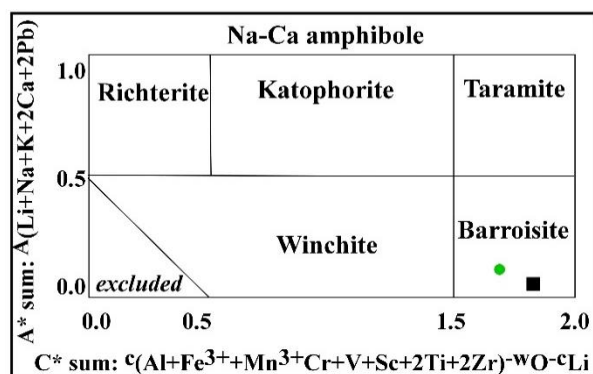
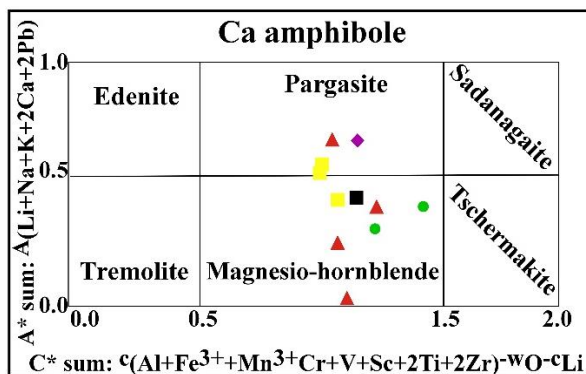
Таблица 5. Представителни анализи на амфиболи.

	Dch-19-14(1)	Adt-17-14	Gk-15-15	Dch-19-14(3)	Gk-17-15 (2)
SiO ₂	44.77	43.41	46.14	46.83	49.24
TiO ₂	1.01	2.81	0	1.11	0
Al ₂ O ₃	11.46	9.59	14.33	9.56	12.67
MnO	0	0.44	0	0	0
FeO	15.18	15.03	13.15	13.92	11.28
MgO	11.64	12.87	12.63	14.32	13.71
CaO	11.08	10.72	9.06	9.88	8.19
Na ₂ O	1.56	1.85	2.69	1.87	2.92
K ₂ O	1.3	1.26	0	0.52	0
H ₂ O ⁺	2	2	2	2	2
Σ	100	99.98	100.00	100.01	100.01
I*	pargasite	Ti-rich magnesio-hastingsite	magnesio-hornblende	magnesio-ferri-hornblende	barroisite

Leake 1978; Mogessie, 1990



а) паргасит (М-6-14); б) магнезиохорнбленд (Гк-15-15); в) барроизит (Б-5-24).



● - Глухите камъни; ▲ - Ада тепе; ■ - Долно черковище; ■ - Бисер; ◆ - Менекенски камъни.

Фиг. 6. Класификационна диаграма с разположението на амфиболите (Hawthorne, 2012).



5.3 Температура на изпичане

5.3.1 Рентгенодифракционен метод (XRD)

Анализите са направени с цел диагностициране на минералните фази участващи в състава на керамиката и по присъствието на някои от тях да се предположи температурния интервал на изпичането.

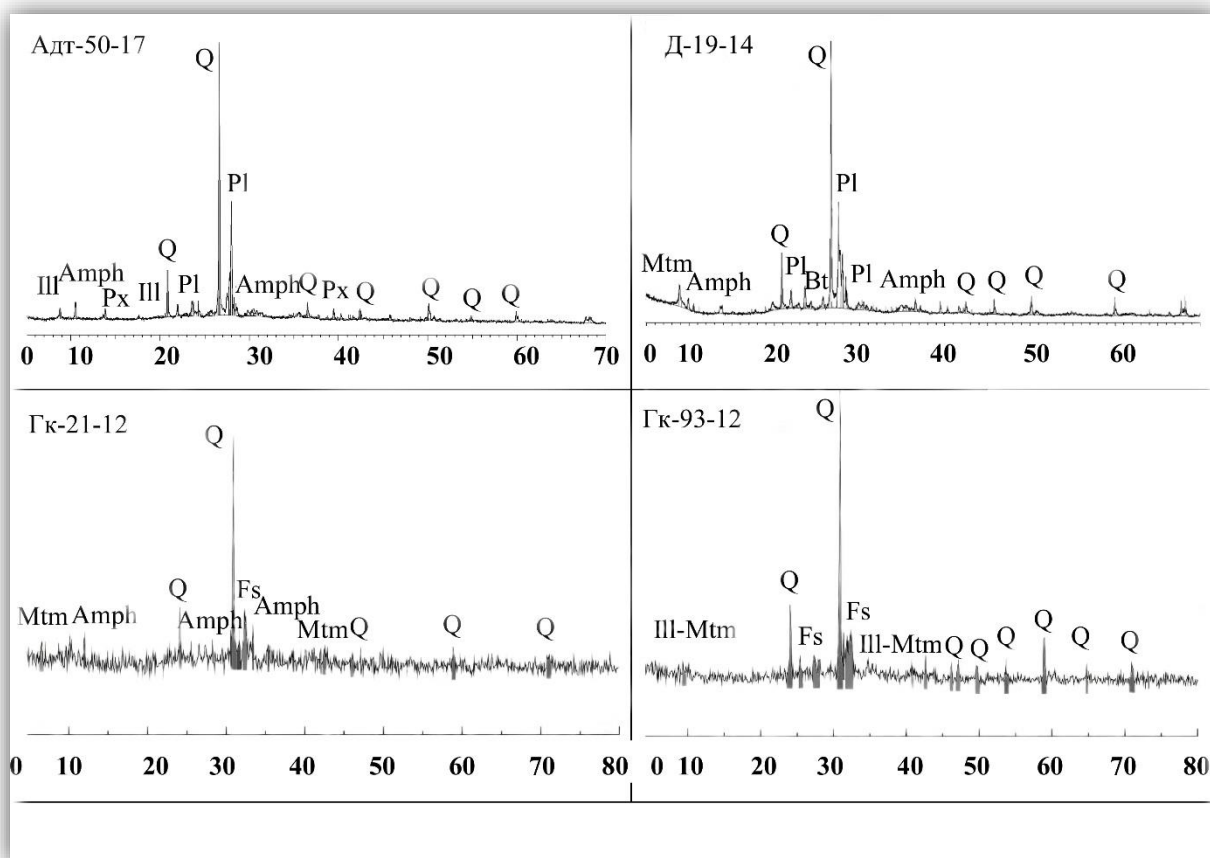
Резултатите от направените рентгенови изследвания на представителни керамични артефакти от съответния обект, потвърдиха оптично определения минерален състав (Таблица 6) и регистрираха наличието на:

- илит при обекти: „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Бисер“, „Менекенски камъни“ и „Коджа кая“;
- илит-монтморилонит при „Глухите камъни“;
- монтморилонит-илит при „Глухите камъни“
- монтморилонит при „Глухите камъни“ и „Долно черковище“.

Присъствието на тези минерални фази предполага температурен интервал на изпичане на изследваната керамика в границите от 500-550°C до 800(850°). Долната граница на този диапазон е поставена поради наличието на монтморилонит, които остава стабилен до 500°-550°C (Фиг. 7). Горната граница на този температурен диапазон е поставена по присъствието на илит в някои фрагменти и отсъствието на тридимит и застъкляване.

Таблица 6. Регистрирани минерални фази в керамиката.

№	Обект/ група	Регистрирани минерални фази	Температура на изпичане в Целзий
Гк-10-12	„Глухите камъни“/1Г	Q, Pl, K-Fs, Ms, Ill	от 500°-550 °C до 800-850°C
Гк-45-12	„Глухите камъни“/7Г	Q, Pl, K-Fs, Ill-Mtm	
Гк-2-12	„Глухите камъни“/1Г	Q, Pl, K-Fs, Mtm-Ill	
Гк-21-12	„Глухите камъни“/8Г	Q, Pl, K-Fs, Amph, Mtm	
Адм-50-17	„Ада тепе“/2А	Q, Pl, Amph, Px, Ill	
Б-3-14	„Бисер“	Q, Pl, Bt, Ill	
М-6-14	„Менекенски камъни“	Q, Pl, Bt, K-Fs, Ill	
Д-19-14	„Долно черковище“	Q, Pl, Amph, Px, Mtm	
К-9-14	„Коджа кая“	Q, K-Fs, Ht, Ill	
Q -кварц; Pl -плагиоклаз; K-Fs -К-фелдшпат; Ms -мусковит; Bt -биотит; Px -пироксен; Amph -амфибол; Ht -хематит; Ill -илит; Ill-Mtm -илит-монтморилонит; Mtm-Ill -монтморилонит-илит; Mtm -монтморилонит			



Фиг. 7. Рентгенови анализи на представителни керамични артефакти.

5.3.2 Инфракчервена спектроскопия (IR)

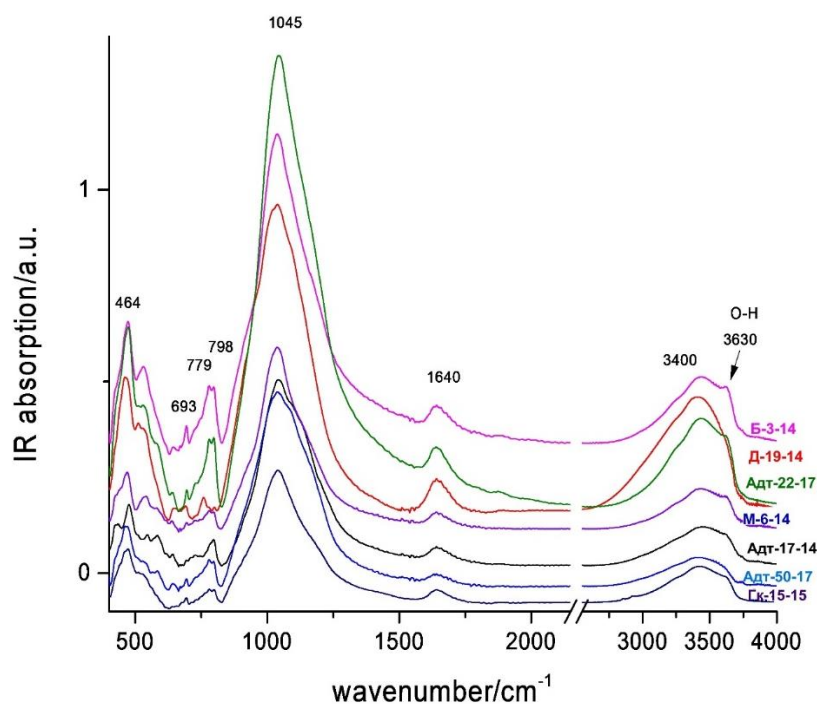
Инфракчервена спектроскопия е използвана за установяване температурата на изпичане на керамичните артефакти. Поради многофазовият състав на изследваните керамики, пиковете в инфракчервените спектри се припокриват и разширяват, което затруднява идентифицирането на всяка една отделна фаза. Това ясно се вижда на Фиг. 8, спектрите на различните проби са сходни и имат най-интензивно поглъщане в спектралния диапазон $1000-1100\text{ cm}^{-1}$, характеристичен за Si-O валентните трептения в повечето глинести минерали, плагиоклази, калиев фелдшпат, кварц и др. силикатни минерали. В изследваната керамика по данни на рентгенофазовия анализ като основен глинест минерал е определен илит и по-малко монтморилонит.

- При всички изследвани керамични артефакти е установено присъствие на кварц, който има най-интензивно поглъщане при около 1160 и 1080 cm^{-1} (Si-O валентни трептения). Същият може да се идентифицира и по другите ясно изразени пикове при



798, 779, 695, 514, 460 cm^{-1} . Каолинитът има интензивен пик при около 1080 cm^{-1} , който напълно съвпада с този на кварца;

- В изследваните проби се регистрират фелдшпатите с поглъщане при около 1000 cm^{-1} и в интервала 520-650 cm^{-1} ;
- Във всички изследвани проби се регистрират линии в интервала 485-450 cm^{-1} , които идентифицират хематит, присъствието на който се допуска и при температура на изпичане в редукционна среда от 650-800°C;
- Не се установяват карбонатни минерали, които би трябвало да се проявят чрез пиковете на карбонатната група при около 1400 и 870 cm^{-1} . Това вероятно показва, че изходните глини не са карбонатни.

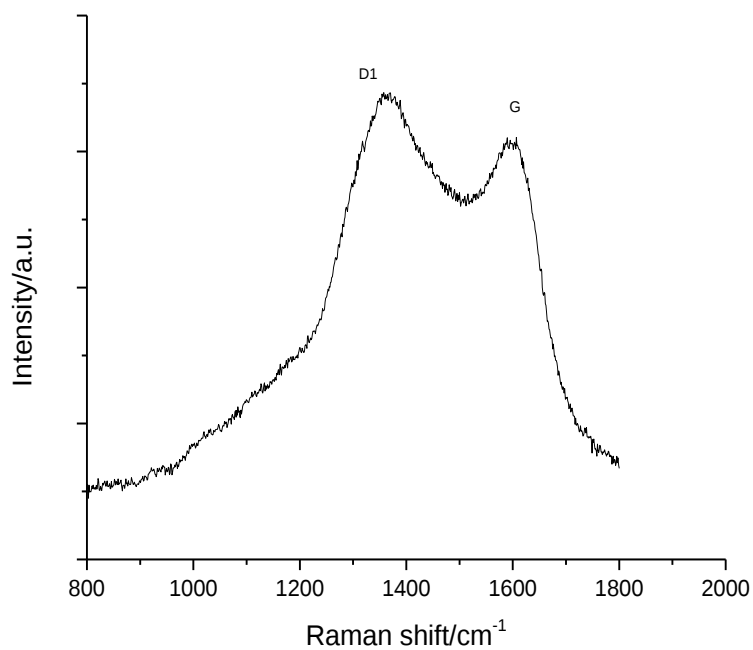


Фиг. 8. Инфрачервени спектри на представителни проби.

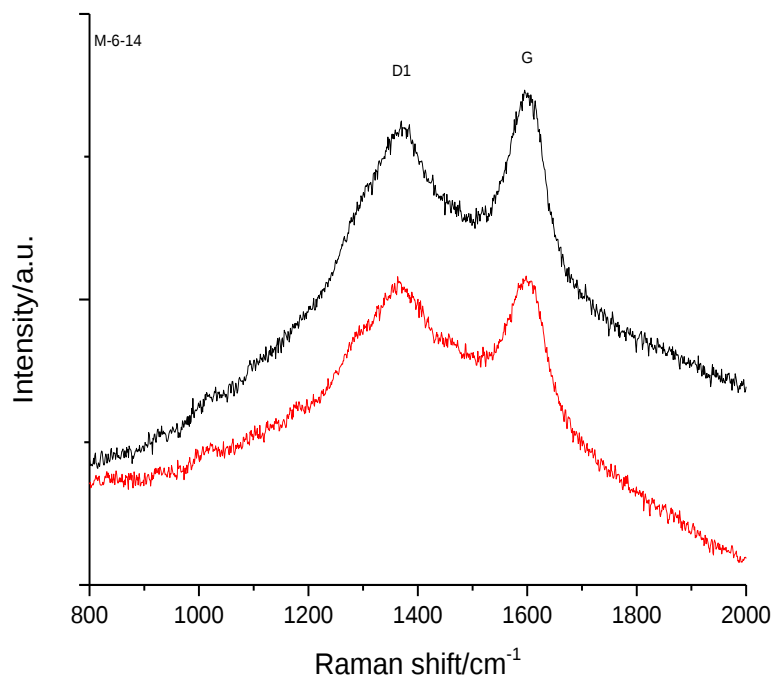
5.4 Технология на изработка

5.4.1 Раманова спектроскопия

Анализите са извършени с цел установяване състава на черният лъскав слой, който е нанесен допълнително по повърхността на част от керамичните фрагменти. Подбрани са артефакти за анализ от две светилища – „Ада тепе“ и „Менекенски камъни“, при които има плътно нанесен и добре запазен наситено черен слой с цветови характеристики: 2,5 Y 2,5/1 black, 10 2,5 Y 2,5/1 black, 10 YR 2/1 black.



Фиг. 9. Раманов спектър на представителен артефакт от обект „Ада тене“ (Адм-50-17).



Фиг. 10. Раманови спектри от повърхността на представителен артефакт от обект „Менекенски камъни“ М-6-14.



На фигури 9 и 10 са представени рамановите спектри на материал нанесен по външната повърхност на керамиката. В тези спектри на въглеродните материали доминират ясно два пика: G (graphitic) линия при $\sim 1595 \text{ cm}^{-1}$ и D1 (disordered) линия при около 1360 cm^{-1} . Така нареченият графитен пик (G line) е интензивен и се дължи на валентни трептения на sp^2 атоми в ароматни пръстени и вериги. В графитни кристали с висока степен на структурен порядък присъства само този пик. Пикът при 1360 cm^{-1} (D1 line,) се свързва с хетероатомни и структурни дефекти и е интензивен при по-неподредени материали (въглени и др.).

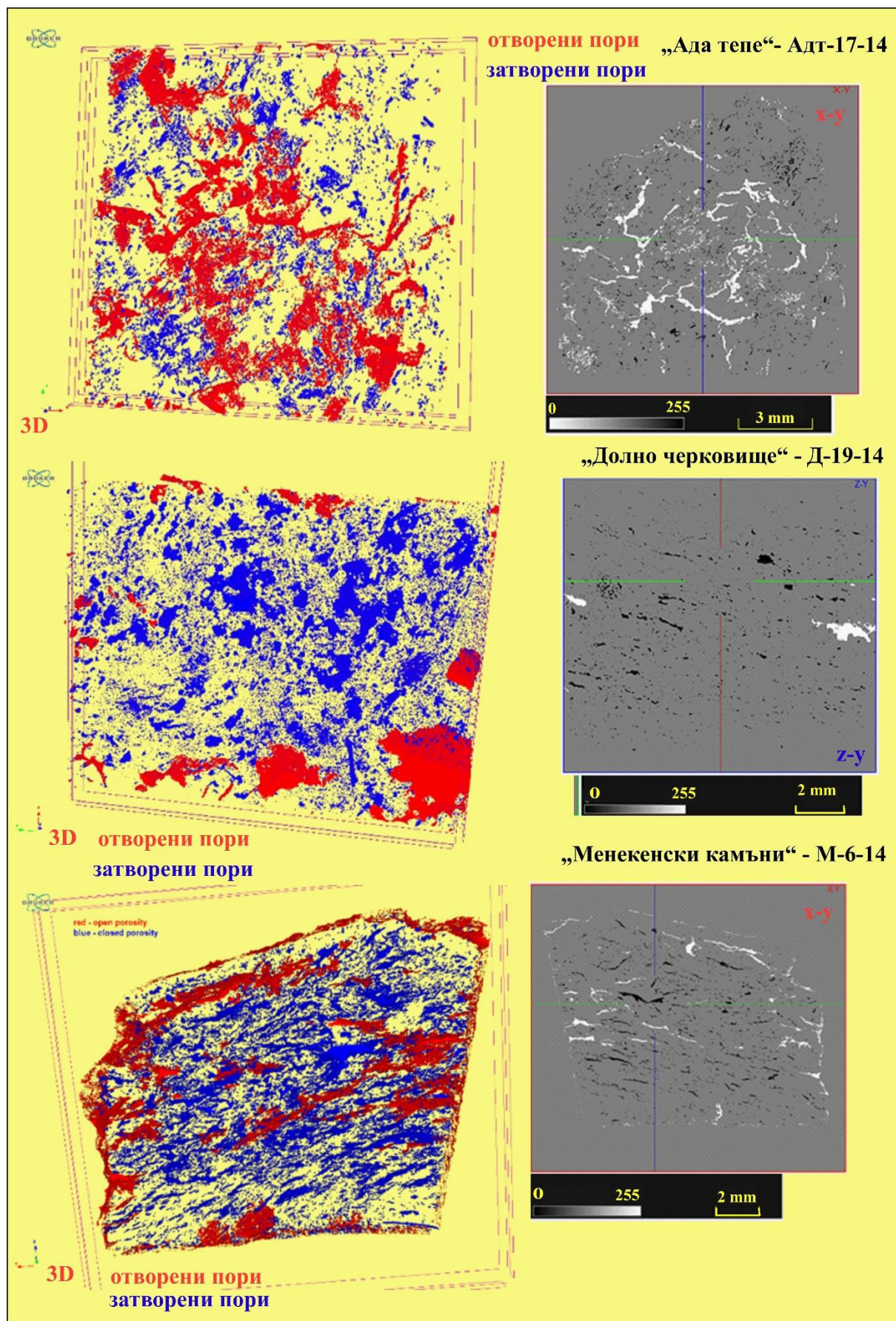
5.4.2 Рентгенова томография

Избрани за сканиране са проби (Адт-17-14, Б-3-14, Гк-17-15, Дч-19-14 и М-6-14) от изследваните археологически обекти (Фиг. 11). Тези фрагменти се различават един от друг, както макроскопски така и петрографски. Получените резултати от това изследване имат за цел да ни дадат информация за микроструктурните характеристики на артефактите. Те биха могли да послужат за изясняване на технологията и особеностите при изработката на различните по вид керамични артефакти.

С този метод са анализирани поръзност и наличие на плътни примеси (вероятно рудни минерали). Приложеният метод - Рентгеновата томография показва, че четири от артефактите са със сходни характеристики и само пробата от обект „Ада тепе“ (Адт-17-14) е с доста по-сложна морфология и с по-голям брой фази с близка степен на поглъщане на рентгенови лъчи.

Таблица 7. Поръзност и обемна част на плътните примеси.

Параметър	Ада тепе Адт-17-14	Бисер Б-3-14	Глухите камъни Гк-17-15	Долно черковище Дч-19-14	Менекенски камъни М-6-14
Поръзност (%)	4.9	3.8	4.4	2.0	5.4
Отворена (%)	3.2	1.3	1.3	0.6	3.5
Затворена (%)	1.7	2.5	3.1	1.4	1.9
Характеристичен размер (μm)	51 ± 29	78 ± 65	80 ± 77	100 ± 115	110 ± 190
Степен на анизотропия	1.3	1.15	1.21	1.50	1.72
Плътен примес (руди ?)					
Обемна част (%)	0.11	0.1	0.26	0.47	0.4
Характеристичен размер (μm)	90 ± 60	69 ± 45	75 ± 45	78 ± 52	110 ± 80
Степен на анизотропия	1.21	1.10	1.17	1.24	1.26



Фиг. 11. Отворени и затворени пори в избрани сечения (3D и 2D).

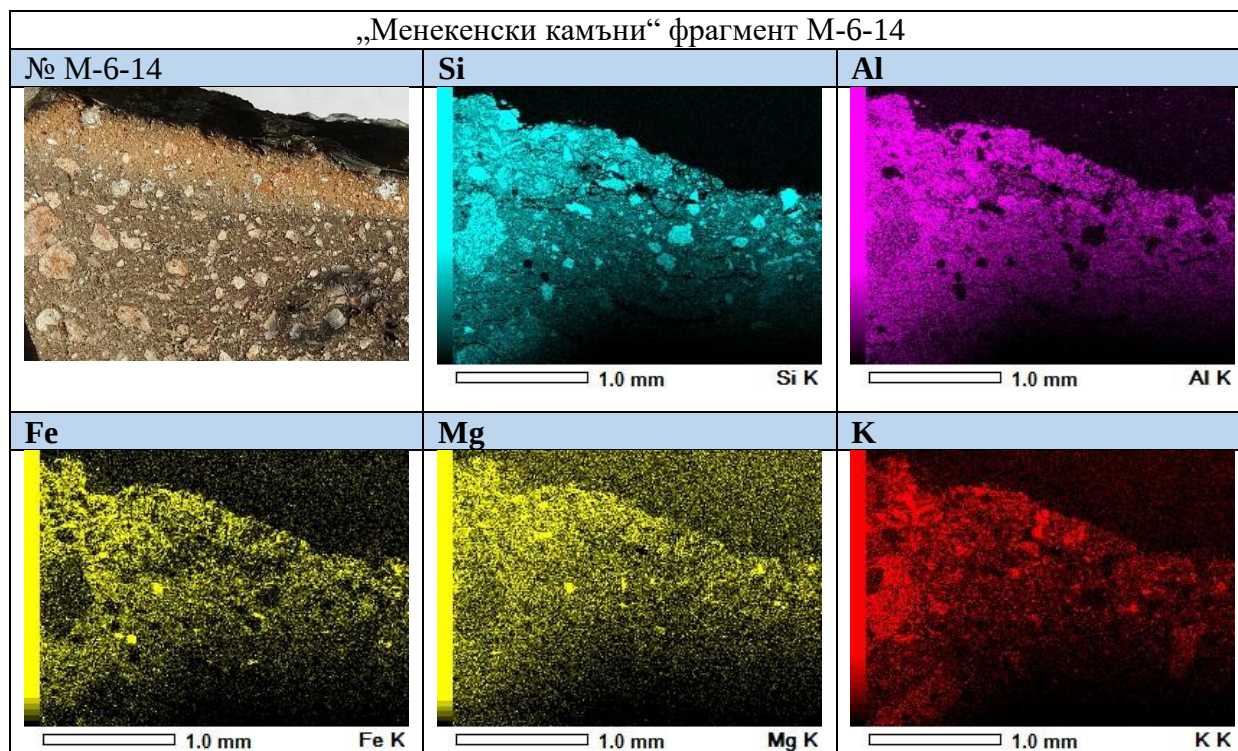


Получената информация за вътрешния строеж на изследваните артефакти (Таблица 7) може да се обобщи, както следва:

Образците от „Менекенски камъни“ М-6-14 и „Долно черковище“ Д-19-14 показват по-добра ориентация на порите (Фиг. 11); Продълговатите пори на образеца от „Ада тепе“ Адт-17-14 са дезориентирани (Фиг. 11); Липсва или е минимална ориентираността на порите в артефакта от „Глухите камъни“ Гк-17-15; Порьозността при „Ада тепе“ Адт-17-14 е най-висока 4.9% а при „Долно черковище“ Дч-19-14 най-ниска 2%; По-малкият процент на отворени пори може да се възприеме като признак за добра и по-прецизна изработка на керамичните артефакти, което се регистрира при „Долно черковище“ - Д-19-14, „Бисер“ - Б-3-14, и „Глухите камъни“ - Гк-17-15.

5.4.3 Сканираща електронна микроскопия (SEM-BSE)

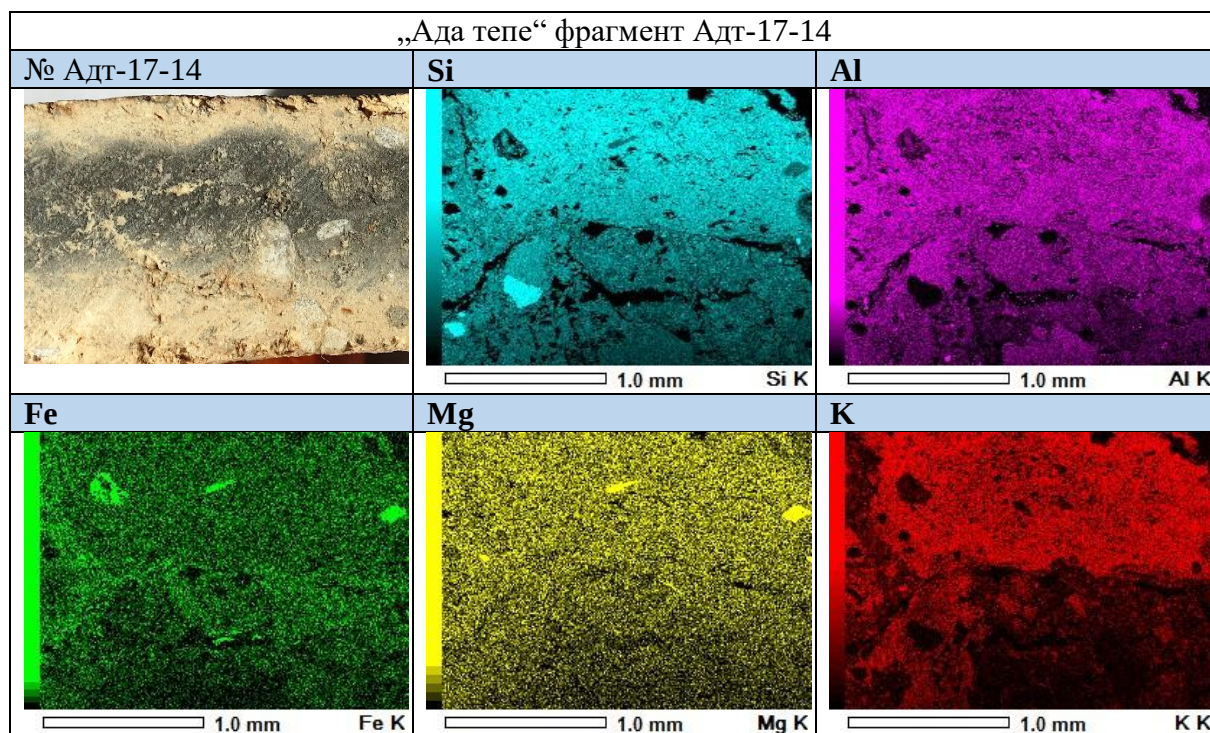
С цел изясняване на особеностите на изработка на някои от артефактите със сканираща електронна микроскопия в режим SEM-BSE са направени карти на разпространение на основните химичните елементи в керамиката от светилища „Менекенски камъни“ и „Ада тепе“.



Фиг. 12. Карти на разпространение на химичните елементи Si, Al, Fe, Mg и K в керамичен фрагмент М-6-14.



Фрагмент (М-6-14) от обект „Менекенски камъни“ се отличава с нанасяне на допълнителен слой глина с по-светъл (червен) цвят по повърхността му. Направената карта на разпространение на основните химичните елементи показва, че няма разлика в състава им т.е. използван е един материал, а са променени само условията на изпичане (Фиг. 12). Първоначално артефактът е изпичан при редукионни условия и след нанасяне на допълнителния слой глина по повърхността условията са променени към окислителни, вероятно за постигане на оранжево-червен цвят с цел повишаване на декоративните качества на керамиката.



Фиг. 13. Карти на разпространение на химичните елементи Si, Al, Fe, Mg и K в керамичен фрагмент Адт-17-14.

Фрагмент от обект „Ада тепе“ (Адт-17-14) се характеризира с наситено черно оцветяване във вътрешността на керамиката.

Анализът показва, че има съществена разлика в съдържанията на елементите калий и силиций (Фиг. 13) във вътрешната част на фрагмента, където те са по-наситени. Тази разлика би могла да се дължи на влагане на изгоряла дървесина или стрит материал от вътрешността на пещи.



6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В резултат на проведените комплексни изследвания на керамични артефакти от седем археологически обекта с различно предназначение, както следва: светилища „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Менекенски камъни“, „Коджа кая“ и „Резбарци“; ритуални ями: „Долно черковище“; селище: „Бисер“ се получиха следните резултати:

6.1 Направената детайлна петрографска характеристика на керамичните артефакти показва следните резултати:

- **Макроскопското описание и определяне на цвета** на керамичните повърхности показва, че описаните цветови характеристики на изследваните артефакти могат да бъдат обяснени, както следва:

- Кафявият цвят на керамиката, е свидетелство за непълно до добро окисление при изпичане или опушване;

- Черният цвят при някои от фрагментите би могъл да е вследствие от отлагане на въглерод по повърхностите или следствие от редукционна среда на изпичане;

- Тъмносивият цвят би могъл да е резултат от редукционната среда или добро опушване, а светлосивият цвят на керамиката е свързан с добро или непълно окисление;

- Червения цвят на керамиката е свидетелство за високи съдържания на желязо в тестото под формата на хематит или други железни оксиди и окислителна среда на изпичане и/или бързо охлаждане на артефактите.

- **Микроскопското описание** на керамичните артефакти от археологическите обекти имат следните характеристики:

- Археологически обект „Глухите камъни“ се отличава с керамика богата на скални фрагменти в състава на кластите и според присъствието им в керамиката са отделени 8 групи:

Група 1 (1Г) обхваща керамични фрагменти отличаващи се високо съдържание на скални класти основно от кисели вулканити; Група 2 (2Г) обединява фрагменти съдържащи голямо количество кварцови зърна; Група 3 (3Г) се отличава с голям процент шисти и гранитоиди; Група 4 (4Г) се характеризира с присъствие на разнообразни скални класти; Група 5 (5Г) се отличава с подчертано присъствие на шисти; Група 6 (6Г) обединява фрагменти голям брой скални класти от кисели вулканити, гранитоиди, гнайси и шисти; Група 7 (7Г) със средни по състав вулканити в тестото и по-голямото



количество матрикс; Група 8 (8Г) се характеризира със засилено участие на амфибол и епидот;

- Археологически обект „Ада тепе“ се отличава с керамика богата на минерални класти, въз основа на състава и количественото съотношение им са отделени 4 групи и два броя артефакти без аналог:

Група 1 (1А) обединява фрагменти, при които съотношението на матрикс - класти е приблизително 50/50. Минералните класти са главно от кварц и по-малко други минерали; Група 2 (2А) със засилено участие на слюди, кварц и фелдшпати; Група 3 (3А) с голямо количество амфибол и епидот; Група 4 (4А) се отличава с повече плагиоклаз сред минералните класти и голямо количество матрикс. Фрагменти Адт-15-14 и Адт-52-17 имат различен състав и структура от всички останали (без аналог);

- Керамичните фрагменти от обект „Бисер“ са изработени от добре промито тесто. В състава им присъстват скални класти от кисели вулканити (Б-1-14, Б-3-14 и Б-5-14), кварцити, гранитоиди, гнайси и шисти (Б-2-14). При Б-5-14 се наблюдава допълнително нанасяне на глина с червеникавокафяв цвят с цел декорация;

- Изследваните фрагменти от обект „Менекенски камъни“ се характеризират с участието базични вулканити. По повърхността на М-6-14 е нанесен допълнителен слой с по-светъл цвят вероятно с декоративна цел;

- Фрагментите от обект „Долно черковище“ присъстват скалните късове от базични вулканити;

- При обект „Резбарци“ минералните класти преобладават над скалните основно от кварц, фелдшпати и слюти. При артефакт Р-13-14 се наблюдава допълнително нанасяне на глина с червеникавокафяв цвят вероятно с декоративна цел;

- Керамичните артефакти от обект „Коджа кая“ се характеризират с добре промит материал и присъствие на слюдени шисти, кварцити, гранитоиди и кисели вулкански (К-8-14) и базични вулканити и вулканско стъкло (К-9-14).

- **Статистическа обработка** на данните от петрографския анализ:

- Керамиката от обект „Глухите камъни“, е по-богата на скални класти в сравнение с тези от „Ада тепе“, където доминират минералните класти;

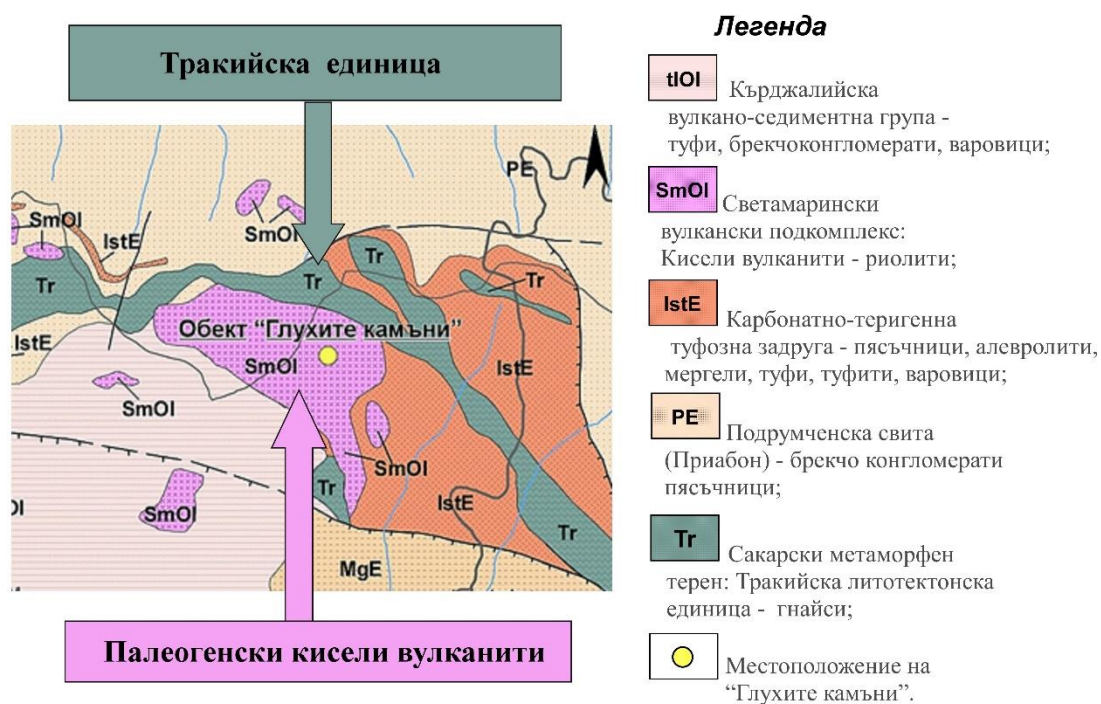
- При някои от изследваните артефакти от групи 8Г и 3А от двата археологически обекта е установено сходство поради повишеното съдържание на амфибол в тях;



- Съществува сходство в състава на керамиката между светилище „Менекенски камъни“ и ритуални ями „Долно черковище“ с подчертано силно присъствие на базични вулканити;
- При археологически обекти светилище „Глухите камъни“ и селище „Бисер“ се забелязва доминация на кисели вулкански скали, такива се срещат също и при обект „Коджа кая“;
- Съставът на минералните класти в изследваната керамика е сходен в различните археологически обекти.

6.2 Източникът на суровина е с предполагаем местен характер:

- За светилище „Глухите камъни“ той е разположен в палеогенските риолити, които са и най-често срещаните скални класти в керамичните артефакти от този обект. Другите скални примеси, като гнайси и шисти вероятно са от Тракийската единица (Сакарски метаморфен терен), разкриваща се на север и североизток от светилището, в непосредствена близост до обекта (Фиг. 14);



Фиг. 14. Схематично изображение на геоложката обстановка в района на „Глухите камъни“ (по Йорданов и др., 2008).

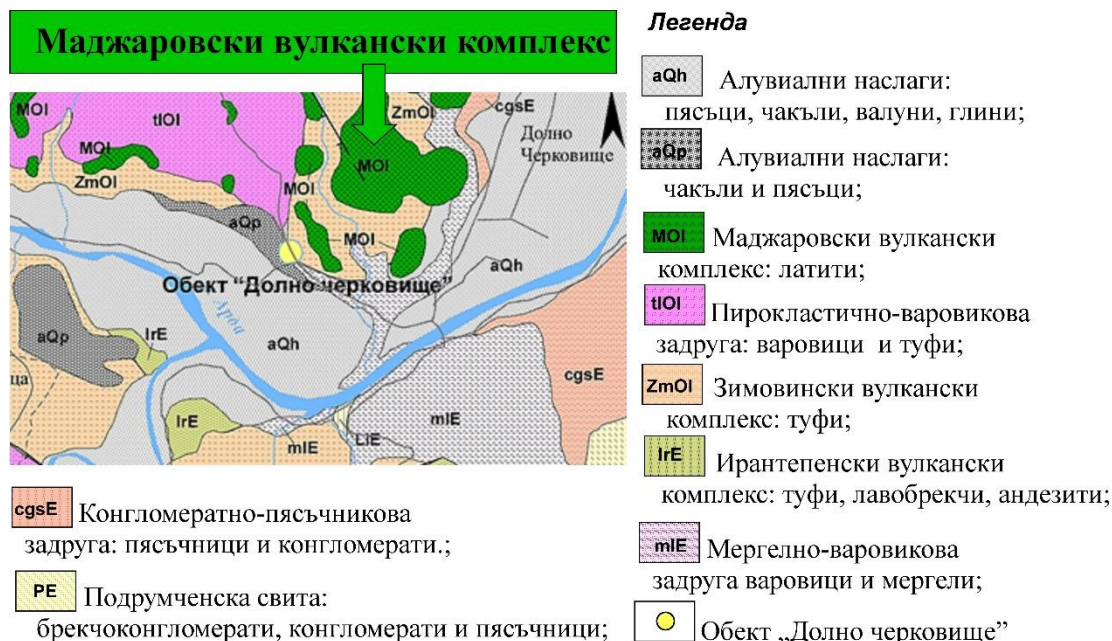


- В керамиката от светилище „Ада тепе“ присъстват минерали, като епидот и амфибол и скални класти от амфиболити, шисти, гранитоиди и базични вулканити. Такива скали се намират в близост до светилището (юг и северозапад) и предполагат кратък транспорт по долината на река Крумовица и Елбасар дере (Фиг. 15). Данни за местния характер на суровината използвана за производство на керамика от РЖЕ за светилището, чрез изследване на тежката минерална фракция се потвърждава и от Айданлийски и др. (2008). Малко количество от изследваните керамични артефакти (Адт-15-14 и Адт-52-17) вероятно нямат местен произход на суровина („импорт“);

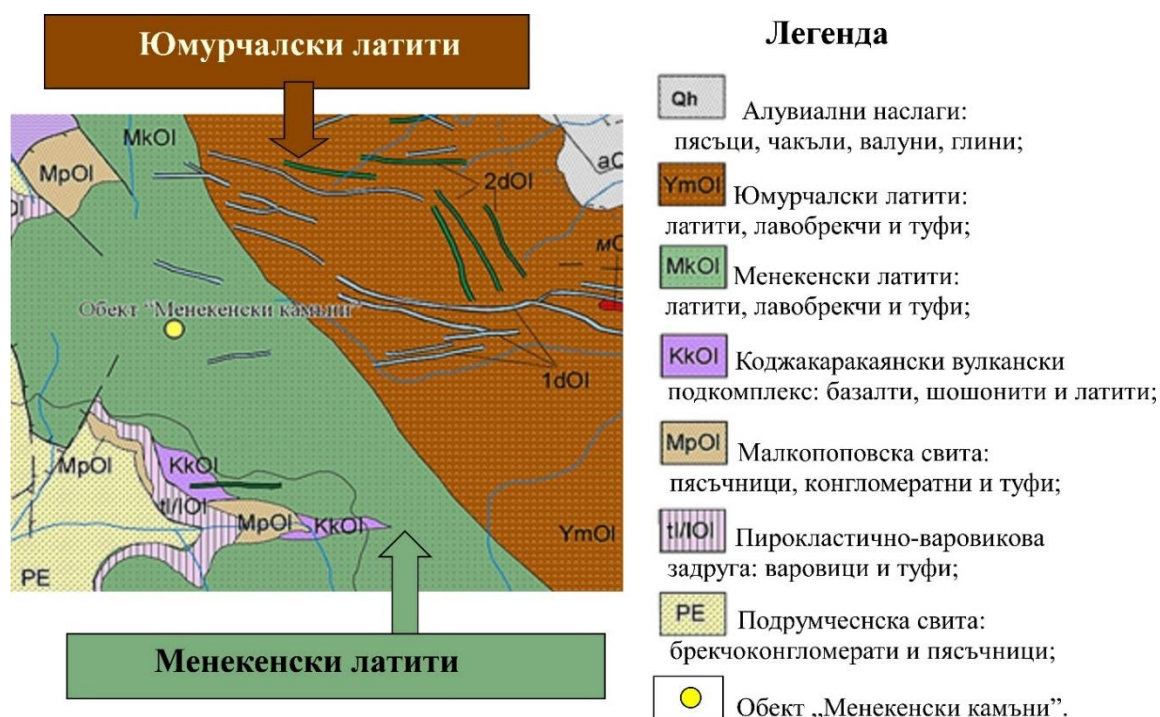


Фиг. 15. Схематично изображение на геоложката обстановка в района на „Ада тепе“ (по Саров и др., 2007).

- При обекти „Менекенски камъни“ и „Долно черковище“ е подчертано присъствието на базични вулканити. Подобни скали се намират в близост до двата обекта - Юмурчалски и Менекенски латити, в които се намира обект „Менекенски камъни“ (Фиг. 16) и латити от Маджаровски вулкански подкомплекс при „Долно черковище“ (Фиг. 17), което предполага местен източник и близък транспорт до светилището и ритуалните ями.



Фиг. 16. Схематично изображение на геоложката обстановка в района на обект „Долно черковище“ (по Йорданов и др., 2007).



Фиг. 17 Схематично изображение на геоложката обстановка в района на обект „Менекенски камъни“ (по Саров и др., 2007).

6.3 Получената информация за химичния състав на керамиката с помощта на индуктивно свързана плазмена - оптична емисионна спектрометрия ICP OES, дава



информацията относно източника на суровина използван за направа на керамичните артефакти. Високи нива на SiO_2 и ниски на Al_2O_3 , Fe_2O_3 и MgO би могло да се свърже с присъствието на кисели по състав първични скали послужили за образуване на глините, такива са палеогенските вулканити в районите на обектите. Ниските нива на SiO_2 и високите на Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO и CaO могат да се свържат с присъствието на базични или средни по състав първични скали послужили за образуване на глините (тестото), използвани за направата на керамиката. Базични и средни по състав вулканити се срещат в керамиката от „Менекенски камъни“ и „Коджа кая“. Високите нива на K_2O в керамиката от „Ада тепе“ (АДТ-17-14, АДТ-30-17), „Менекенски камъни“ (М-6-14) и „Глухите камъни“ (ГК-4-15) може да бъде привързано с метаморфни скали (шисти и гнайси), които са установени в състава им;

6.4 С помощта на електронно микроскопски анализ (SEM-EDX) са характеризирани плагиоклазите и амфиболите участващи в състава на минерални класти на керамичните артефакти. Според химичния анализ на плагиоклазите в керамиката по-голямата част са албит и олигоклаз регистрирани при обекти „Глухите камъни“, „Бисер“, и „Долно черковище“, „Ада тепе“, те участват в киселите Палеогенски вулканити от Лозенски и Мезекски вулкански комплекси и ганайсите от метаморфния фундамент. По-малка част са средни по състав – андезин при обекти „Менекенски камъни“ и „Ада тепе“, които се среща в средните по състав скали от Маджаровския и Ирантепетския вулкански комплекси. Установените представители на амфиболовата група са основен фемичен минерал на Палеогенските вулкански скали от Източните Родопи (Yanev, Ivanova, 2010). Паргасит и магнезиохорнбленд са амфиболи, които са и главни скалообразуващи минерали в metabазитите от високометаморфните скали от района – Прародопска Надгрупа (Боянов и др., 1992) или Тракийска литотектонска единица (Йорданов и др., 2008). Бароазит се среща в скалите от Тракийска литотектонска единица и в метасоматично променените скали от периферията на Сакарския батолит;

6.5 Температурите на изпичане на керамиката по данните от оптичната микроскопия, XRD и IR изследвания маркират температурен интервала от 500-550°C до 800(850)°C. Горната граница на този температурен интервал е посочена от присъствието повсеместно на илит, който се разрушава при 850° и отсъствие на застъкляване и полиморфното преобразуване на кварца в тридимит, който е при 840°C. Във всички изследвани проби се регистрира хематит, присъствието на който се допуска и при



температура на изпичане в редукционна среда от 650-800°C. Долната граница на този интервал е неясна, поради присъствието в някои от фрагментите на монтморилонит и смесено слоестите монтморилонит-илит, което предполага температура под 500-550 °C;

6.6 Установени са пигментите използвани за намазване на керамиката: органично вещество – в случая въглен, на места графитизиран за намазване на външната, а при някои артефакти и вътрешната повърхност от обекти „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Бисер“, „Резбарци“, „Долно Черковище“ и „Менекенски камъни“ и хематит с наситено оранжево-кафяв цвят, който се установява при направените XRD и IR анализи при обекти „Глухите Камъни“ и „Коджа кая“, „Ада тепе“ и „Резбарци“;

6.7 Технологията, която е използвана за направата на керамиката е ръчно формуване, като част от нея е по-прецизно изработена, а друга е по-груба. При отделни фрагменти в различните обекти това е ясно изразено и се отчита, както от петрографското изследване, така и от рентгеновата томография. Полученият резултат от рентгеновата томография на артефакт от обект „Менекенски камъни“ (М-6-14) е представителен за технология на изработка, която е продукт на по-прецизна работа с глината, а при обект „Ада тепе“ (Адт-17-14) технологията е груба, ръчно формувана керамика;

6.8 Използваните опостнители в керамиката са с различен характер доказателство за това е регистрирането на голям брой минерални класти основно от кварц, които са с алевритни размери и ъгловата форма установени при петрографското изследване и използване на изгоряла дървесина или материал от керамична пещ установени с електронно микроскопския анализ;

- **С електронно микроскопски анализ в режим - SEM-BSE допълнително са изяснени някои особеностите при изработка** на артефакти М-6-14 от обект „Менекенски камъни“ и Адт-17-14 от „Ада тепе“. За М-6-14 се установи, че е използван един същ материал за изработка, както на керамичната основа така и на нанесения по-светъл (оранжево-червен) външен повърхностен слой, като са променени само условията на изпичане от редукционни към окислителни. Анализът на фрагмент Адт-17-14 показва, повишени съдържанията на елементите калий и силиций във вътрешната част на артефакта (оцветен в черно), което би могло да се дължи на влагане на изгоряла дървесина като опоснител в тестото или материал от керамична пещ.



7. ИЗВОДИ

Получените резултати от комплексното изследване на керамични артефакти от светилища, ямен комплекс и едно селище позволяват да се направят следните изводи:

- Начин на изработка:
 - технологията, която е използвана за направата на керамиката е ръчно формуване, като се различават по-прецизна и груба техника;
 - температурният интервал на изпичане 500-550 °C до 800(850) °C (средна температура);
- Условията на изпичане са:
 - основна част от керамиката е изпичана в редуccionни към окислителни условия и по-малка част само окислителни или редуccionни.
- Пигментите използвани при изработване на керамиката са:
 - органично вещество – въглен на места графитизиран и хематит;
- Използваните опостнители в керамиката са:
 - минерални класти основно от кварц и изгоряла дървесина или материал от керамична пещ.
- Състав и структура:

Артефакти от археологически обекти „Глухите камъни“ и „Ада тепе“ показват различен състав (по-голямата част от фрагментите) и в малка част има установено сходство по присъствието на голямо количество амфиболови класти в състава на част от фрагментите от двата обекта и по-голямо количество матрикс спрямо класти в други. Установени са сходства в състава на кластичния компонент при обекти Глухите камъни“, „Бисер“ „Коджа кая“ свързани с присъствие на кисели вулкански скали; при „Менекенски камъни“ и „Долно черковище“ по доминация на базични вулканити; при „Ада тепе“ и „Резбарци“ по присъствието на променени вулканити и засилено присъствие на минерални класти;

- Във всички изследвани археологически обекти основната част от суровината за изработка на керамичните артефакти е местна.



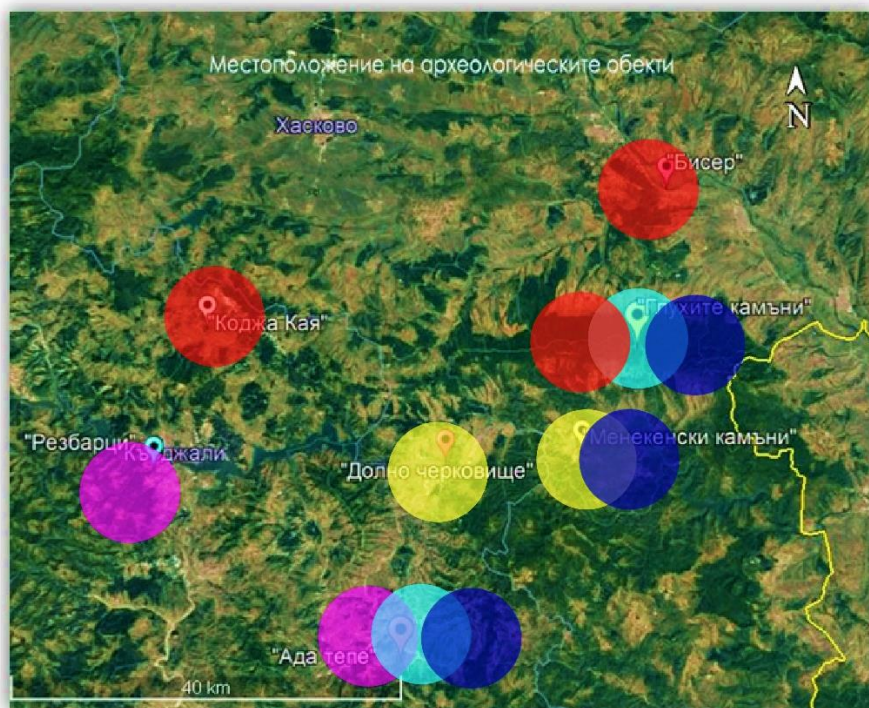
8. ДИСКУСИЯ

Направените изводи позволяват да се предположат следните връзки между археологическите обекти (Фиг. 18):

- В двете големи светилища „Глухите Камъни“ и „Ада тепе“ основното количество от керамичните артефакти се различава по състав и технология на производство. Установеното ограничено присъствие на близки по състав артефакти и начин на изработка предполага ограничена връзка между тези два археологически обекта (светилища) по време на Ранната желязна епоха и бъдещи проучвания биха могли да потвърдят или отхвърлят това предположение;
- Има съвпадение между състава на артефактите от селище „Бисер“ и светилище „Глухите камъни“, което предполага пряка връзка между двата обекта. Може да се предположи, че производствения център се е намирал в Неогенските седименти в обхвата на селището;
- При светилища „Глухите камъни“ и „Коджа кая“ и селище „Бисер“, се откриват близки до аналогични по състав керамични артефакти, което предполага връзка между тези обекти, с един същ център на производство;
- В светилища „Глухите камъни“ и „Менекенски камъни“ и „Ада тепе“, се установява сходство в състава и структурата на керамичните артефакти, което може да предположи връзка между тези светилища, изразяваща се с посещение на местни от едни и същи центрове на производство;
- Получените резултати позволяват да се направи предположението за общ източник на суровина за производство на керамични съдове (производствени центрове – селища), от които са транспортирани до светилище „Коджа кая“, ритуалните ями при „Долно черковище“. Също така географската близост между двата обекта, както и присъствието на близка по състав и изработка керамика предполага общ източник на суровина;
- Може да се предположи връзка между светилищата „Ада тепе“ и „Резбарци“ по присъствие на специфично изработена керамика, която не се среща в останалите светилища и предполага търсене на общ производствен център, намиращ се в близост до обектите;



- За светилище „Ада тепе“, където присъстват керамични артефакти без аналог е използвана суровина от други източници и вероятно други центрове на производство на керамика, които нямат връзка с останалите.



Легенда

- Фина керамика отличаваща се с присъствие на кисели вулкани.**
Среща се при обекти: "Глухите камъни", "Бисер" и "Коджа кая"
- Керамика отличаваща се с повече матрикс и средни и базични вулкани.**
Среща се при обекти: "Глухите камъни", "Ада тепе" и "Менекенски камъни"
- Керамика богата на амфиболови класти.**
Среща се при обекти: "Глухите камъни" и "Ада тепе"
- Фина керамика отличаваща се с присъствие на променени вулкани.**
Среща се при обекти: "Ада тепе" и "Резбарци"
- Керамика отличаваща се с присъствие на базични вулкани.**
Среща се при обекти: "Долно черковище" и "Менекенски камъни"

Фиг. 18. Вероятни връзки между археологическите обекти.



9. НАУЧНО-ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

Представената дисертация обобщава резултатите от първо систематизирано комплексно интердисциплинарно изследване на керамични артефакти от РЖЕ от Източни Родопи. Изследването включва голям обем от материал от пет светилища, ритуални ями и едно селище - светилища „Глухите камъни“, „Ада тепе“, „Менекенски камъни“, „Коджа кая“ и „Резбарци“; ритуални ями: „Долно черковище“; селище: „Бисер“. Научно-практическите приноси от изследването могат да се резюмират, както следва:

- Определени са технологиите на керамичното производство от тази епоха – формуване, условия и температура на изпичане, вид на използвани пигменти;
- Направена е детайлна петрографска характеристика на представителни керамични артефакти от всички обекти;
- Създадена е база данни, върху основата на която е извършена статистическа обработка на получените резултати;
- Дефинирани са главни групи на най-представителната керамика от двете светилища „Глухите камъни“ и „Ада тепе“;
- Получената информация за керамичните артефакти от археологически обекти светилища „Глухите камъни“ и „Ада тепе“ показват, че по-голямата част от изследваната керамика, отнасяща се към Ранната желязна епоха (РЖЕ) има различен състав и малка част от нея показва сходства;
- Направена е и съпоставка на керамичния материала от всички изследвани археологически обекти и са установени различия и сходства помежду им;
- Идентифицираните включения от различни скали и минерали в керамичното тяло позволиха да бъдат посочени вероятните източници за суровина за керамиката;
- Изследваните керамични артефакти от всички светилища показаха местен произход, с изключение на ограничен брой артефакти от светилище „Ада тепе“;
- Представени са възможни връзки на обмен между археологическите обекти с цел подпомагане на бъдещи археологическите проучвания.

Приносите от направеното интердисциплинарно и комплексно изследване на керамични артефакти дават добра картина за характеристика на керамичното



производство от тази епоха - начина на изработка, изясняване на технологията на изпичане - температура и среда на изпичане, за материалите използвани за направата на керамиката и мястото от което е взета суровината за направата и чрез идентифицирането на включения от различни по генезис скали в керамичното тяло, което позволява да бъде идентифициран вероятния източник на глина, използван за производството на изследваната керамика.

Тези приноси дават възможност да се съберат нови данни за условията на живот на хората от РЖЕ от района на изследване - да се локализируют нови източници на суровина, производствени центрове, връзки между тях и светилищата, както и насоки за търсене на нови селища от същата епоха.

Публикации свързани с темата на дисертационния труд:

Желев, В., **К. Янкова**, З. Илиев, Г. Нехризов. 2010. Геотоп "Глухите камъни" Хасковска област. - Год. МГУ "Св. Иван Рилски", 53, св. 1, Геология и геофизика; 59-64.

Янкова, К., С. Приставова, Ц. Станимирова, Г. Нехризов. 2012. Минералого-петрографска характеристика на артефакти от археологически обект „Глухите камъни“, Източни Родопи. – Геонауки 2012, Българското геологическо дружество С.; 161-162.

Marinova K., S. Pristavova. 2018. Petrographic investigation of ceramic artifacts the Thracian sanctuaries in the Eastern Rhodopes. – Journal of Mining and Geological sciences, Vol. 61, Part I, Geology and Geophysics; 23-29.