

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПОВОЛЖСКАЯ
АРХЕОЛОГИЯ

№ 2 (8)

2014

Главный редактор

Член-корреспондент АН РТ Ф.Ш. Хузин

Заместители главного редактора:

доктор исторических наук А.Г. Ситдиков

доктор исторических наук Ю.А. Зеленев

Ответственный секретарь — кандидат ветеринарных наук Г.Ш. Асылгараева

Редакционный совет:**Р.С. Хакимов** — вице-президент АН РТ (Казань, Россия) (председатель)**Х.А. Амирханов** — член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор (Махачкала, Россия)**И. Бальдауф** — доктор наук, профессор (Берлин, Германия)**П. Георгиев** — доктор наук, доцент (Шумен, Болгария)**Е.П. Казаков** — доктор исторических наук (Казань, Россия)**Н.Н. Крадин** — член-корреспондент РАН, доктор исторических наук, профессор (Владивосток, Россия)**А. Тюрк** — PhD (Будапешт, Венгрия)**И. Фодор** — доктор исторических наук, профессор (Будапешт, Венгрия)**В.Л. Янин** — академик РАН, доктор исторических наук профессор (Москва, Россия)**Редакционная коллегия:****А.А. Выборнов** — доктор исторических наук, профессор (Самара, Россия)**М.Ш. Галимова** — кандидат исторических наук (Казань, Россия)**Р.Д. Голдина** — доктор исторических наук, профессор (Ижевск, Россия)**И.Л. Измайлов** — кандидат исторических наук (Казань, Россия)**С.В. Кузьминых** — кандидат исторических наук (Москва, Россия)**А.Е. Леонтьев** — доктор исторических наук (Москва, Россия)**Т.Б. Никитина** — доктор исторических наук (Йошкар-Ола, Россия)**Ответственный за выпуск:****Б.Л. Хамидуллин** — кандидат исторических наук (Казань, Россия)**Адрес редакции:**

420012 г. Казань, ул. Булterова, 30

Телефон: (843) 236-55-42

E-mail: arch.pov@mail.ru<http://archaeologie.pro>

Индекс 31965, каталог «ПОЧТА РОССИИ»

Выходит 4 раза в год

© Академия наук Республики Татарстан», 2014

© ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», 2014

© Журнал «Поволжская археология», 2014

Editor-in-Chief:

Corresponding Member of the Tatarstan Academy of Sciences **F.Sh. Khuzin**

Deputy Chief Editors:

Doctor of Historical Sciences **A.G. Sitdikov**

Doctor of Historical Sciences **Yu.A. Zeleneev**

Executive Secretary — Candidate of Veterinary Sciences **G.Sh. Asylgaraeva**

Executive Editors:

R.S. Khakimov — Vice-Chairman of the Tatarstan Academy of Sciences (Institute of History named after Shigabuddin Mardzhani, Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russian Federation) (chairman)

Kh.A. Amirkhanov — Doctor of Historical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Dagestan Regional Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation)

I. Baldauf — Doctor Habilitat, Professor (Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Germany)

P. Georgiev — Doctor of Historical Sciences (National Archeological Institute with Museum, Bulgarian Academy of Sciences, Shumen Branch, Shumen, Bulgaria)

E.P. Kazakov — Doctor of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)

N.N. Kradin — Doctor of Historical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Institute of History, Archaeology and Ethnology, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russian Federation)

A. Türk — PhD (Institute of History, Research Centre for the Humanities, Hungarian Academy of Sciences, Budapest, Hungary)

I. Fodor — Doctor (Hungarian National Museum, Budapest, Hungary)

V.L. Yanin — Doctor of Historical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation)

Editorial Board:

A.A. Vybornov — Doctor of Historical Sciences, Professor (Samara State Academy of Social Sciences and Humanities, Samara, Russian Federation)

M.Sh. Galimova — Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)

R.D. Goldina — Doctor of Historical Sciences, Professor (Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation)

I.L. Izmaylov — Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Kazan, Russian Federation)

S.V. Kuz'minykh — Candidate of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)

A.E. Leont'ev — Doctor of Historical Sciences (Institute of Archaeology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation)

T.B. Nikitina — Doctor of Historical Sciences (V.M. Vasilyev Mari Research Institute of Language, Literature and History, Yoshkar-Ola, Russian Federation)

Responsible for Issue — Candidate of Historical Sciences **B.L. Khamidullin**

Editorial Office Address:

Butlerov St., 30, Kazan, 420012, Republic of Tatarstan, Russian Federation

Telephone: (843) 236-55-42

E-mail: arch.pov@mail.ru

http://archaeologic.pro

© Tatarstan Academy of Sciences (TAS), 2014

© Mari State University, 2014

© "Povolzhskaya Arkheologiya" Journal, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Хузин Ф.Ш. Светило татарской археологии.
К 85-летию со дня рождения А.Х. Халикова7

Статьи

Измайлов И.Л. Булгарский этнос в трудах А.Х. Халикова:
научная концепция и ее теоретические основания 11

Шакиров З.Г. Средневековая округа Биляра: к методике
исследования поселенческой структуры и ресурсного
потенциала37

Кокорина Н.А. К вопросу о назначении так называемых
«реликвариев» эпохи средневековья Восточной Европы49

Орфинская О.В., Никитина Т.Б. Ткани из могильников
Ветлужско-Вятского междуречья IX–XI вв.70

Глухов А.А. Историческая топография Царевского городища92

**Междисциплинарные археологические и
естественнонаучные исследования**

Беляев А.В., Валиев Р.Р., Ситдииков А.Г. Научный
семинар по проблемам междисциплинарных
исследований Болгара и Свияжска..... 112

Бадеев Д.Ю. Планировка городской застройки Болгара
в позднезолотоордынский период (предварительные
результаты исследований по материалам раскопок к
юго-западу от Соборной Мечети) 119

Елкина И.И. Мавзолей XIV века в южной части
Болгарского городища (раскоп CLXXIV 2012 г.)..... 131

Лазукин А.В. Предварительные итоги исследования
некрополя в южной части Болгарского городища
(раскоп CLXXIV 2012 г.) 145

Бугарчев А.И., Беляев А.В. Нумизматические материалы
из раскопа CLXVIII Болгарского городища 165

Храмченкова Р.Х. Химический состав глины как индикатор
сырьевого источника 176

Гольева А.А. Естественнонаучные исследования на
городище Болгар (первые результаты).....205

Бахматова В.Н., Куклина А.А. О связи технологии изготовления общеполгарских керамических сосудов с их функциональным предназначением: характеристика формовочных масс (по материалам исследований Болгарского городища 2011-2012 гг.)230

Заметки

Абдуллин Х.М. О кладе русских монет XV–XVI вв., обнаруженном в Казанском Кремле 4 мая 1909 г.256

Критика и библиография

Лифанов Н.А. Рец. на: Богачев А.В., Французов Д.А. Костюм праболгар Среднего Поволжья: конец VII – начало X в. (Самара: СГТУ, 2012. 350 с.)261

Хроника

Зеленев Ю.А. Юбилей Татьяны Багишевы Никитиной284

Список сокращений290

Правила для авторов291

CONTENTS

Khuzin F.Sh. A luminary of Tatar archaeology. To the 85th anniversary of the birth of A.Kh. Khalikov7

Articles

Izmailov I.L. Bulgarian ethnos according to A.Kh. Khalikov' works: scientific concept and its theoretical bases 11

Shakirov Z.G. Medieval surroundings of the Bilyar: concerning the method of research in the settlement pattern and resources potentiality37

Kokorina N.A. Towards the issue on practical function of the medieval so called "reliquaries" of Eastern Europe49

Orfinskaya O.V., Nikitina T.B. Fabrics from burial grounds of the Vetluga and Vyatka interfluvial area of the IX–XI centuries70

Gluhov A.A. Historical topography of the Tsarevskoye settlement92

Interdisciplinary archaeological and natural science researches

Belyaev A.V., Valiev R.R., Sitdikov A.G. Scientific seminar on problems of interdisciplinary researches at the Bolgar and Sviyazhsk 112

Badeev D.Yu. Urban layout of the Bolgar during the Late Golden Horde period (according to the excavations southwest of the Cathedral Mosque) 119

Elkina I.I. Mausoleum of the XIV century in the southern part of the Bolgar settlement (excavation trench CLXXIV). Research 2012 131

Lazukin A.V. Preliminary results of the research in the necropolis in southern part of the Bolgar settlement (excavation trench CLXXIV) in 2012 145

Bugarchev A.I., Belyaev A.V. Numismatic materials from the excavation trench CLXVIII at the Bolgar settlement 165

Khramchenkova R.Kh. Chemical composition of the clays as indicator raw material sources 176

Golyeva A.A. Natural scientific research at the Bolgar settlement (the first results) 205

Bakhmatova V.N., Kuklina A.A. Concerning relationship between production technology of ceramic vessels and their functional purposes: characteristic of the pastes (According to investigations at the Bolgar settlement 2011–2012).....230

Notes

Abdullin Kh.M. Concerning the hidden treasure of Russian coins of the XV–XVI centuries discovered at Kazan Kremlin on may, 4th, 1909.....256

Critique and Bibliography

Liphanov N.A. Review of the book: Bogachev A.V., Frantsuzov D.A. Costume of the proto-Bulgars of the Middle Volga region: the end of the VII – the beginning of the X century (Samara, 2012, 350 p.).....261

Chronicle

Zelenev Yu.A. Anniversary Tatiana Bagishevna Nikitina284

List of abbreviations290

Rules for authors291

Belyaev Alexandr V. Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences. Butlerov St., 30, Kazan, 420012, the Republic of Tatarstan, Russian Federation; bav986@yandex.ru

УДК 902:748

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГЛИН КАК ИНДИКАТОР СЫРЬЕВОГО ИСТОЧНИКА¹

© 2014 г. Р.Х. Храмченкова

В работе приведены результаты исследования химического состава неполивной керамики из раскопок Болгарского городища и глины, отобранной с современных месторождений керамического сырья, расположенных вблизи средневековых поселений. Были выявлены существенные различия по макро- и микроэлементному составу разных групп керамики. Разница макроэлементного состава определяется в значительной степени рецептурой керамического теста. Так, высокое содержание кальция соответствует добавке речной раковины, повышенное содержание кремния – добавке песка. Более интересная картина выявлена в ходе изучения так называемых «рассеянных элементов» (микроэлементов). Было выделено девять групп керамики с различным элементным набором. Две первые группы состоят из привозной керамики, остальные группы имеют достаточно выраженный элементный состав. Наибольшие вариации отмечены по содержанию хрома, ванадия и никеля. Такое же разнообразие микроэлементного состава наблюдается для глины с месторождений различной локализации, причем концентрация вышеперечисленных элементов в различной глине также значительно отличается. Таким образом, были выявлены элементы-маркеры, типичные для различных глин. Был проведен сравнительный анализ полученных данных для глинистого сырья и керамики. Результаты исследований показывают перспективность изучения элементного состава для определения локализации сырьевого источника керамического производства.

Ключевые слова: Среднее Поволжье, городище Болгар, средневековая керамика, химический состав, микроэлементы, источники керамического сырья.

Введение. Расширяющиеся возможности использования естественнонаучных методов в применении к археологическим проблемам выводят исследователей на новый уровень интерпретации и обобщения изучаемого материала. Это в полной мере можно отнести к керамическим находкам. Данный вид артефактов является не только самым многочисленным и объемным, но и самым информативным объектом. Причем керамика представляется благодатным материалом для привлечения широчайшего спек-

тра физико-химических методов изучения, включая термический, термолюминесцентный, рентгенофазовый, спектральный и другие анализы.

Необходимо отметить, что проведение археометрических изысканий не является самоцелью. Каждый вид анализа предполагает выявление информационных данных о различных характеристиках изучаемого объекта, таких как состав, структура, методы и технологии изготовления, время и место производства и т.д. Применение новых методов в исследовании

¹ Работа выполнена при поддержке ГРАНТА РФФИ НК 13-06-97050 «Сырьевые источники средневекового ремесленного производства г. Болгар и его округа»

археологических находок позволяет ученым выходить на решение важного вопроса о сырьевых источниках того или иного ремесленного производства, в том числе и керамического. В настоящей работе был исследован химический состав фрагментов неопливной керамики различных производственных центров Великих Болгар и глинистого сырья с последующим сравнительным анализом полученных результатов.

1. Химический состав археологической керамики. В анализируемую выборку вошли

85 фрагментов разнообразных керамических изделий: 70 сосудов и горшков, 10 сфероконусов, 2 котлов, 1 водопроводной и 1 дымоходной труб (табл. 1) из раскопов 2010–2011 гг. под руководством А.М. Губайдуллина, В.С. Баранова, А.Г. Ситдикова, М.В. Сивицкого, Р.Р. Валиева, В.Ю. Коваля. Распределение изделий по керамическим группам проведено В.Н. Бахматовой в соответствии с классификацией Т.А. Хлебниковой (1984). Несколько образцов представляют собой импортный материал.

Таблица 1. Перечень фрагментов керамических изделий, поступивших на исследование химического состава

№ п/п	ФРАГМЕНТ ИЗДЕЛИЯ	шифр
1	гончарный сосуд	2-21
2	красноглиняный сосуд (амфоры)	2-2
3	сосуд сероглиняный из Хорезма	1-12
4	сосуд XVI группы славяноидный	1-9
5	б/н	6/12
6	сосуд XIV группы красноглиняный	1-4
7	крышка	2-35
8	сосуд XVII суварской группы	1-7
9	горшок XIV группы, белоглиняный	2-53
10	рус горшок, сероглиняный	2-40
11	штамп. сосуд, сероглиняный.	2-23
12	сосуд VII/VIII группы («прикамско-приуральская»)	1-5
13	горшок XVI группы	2-43
14	горшок XVIII группы	2-45
15	горшок раков VII группы («прикамско-приуральская»)	2-51
16	горшок раков VII группы «прикамско-приуральская»	2-52
17	сосуд VII/VIII группы	1-15
18	котел XIX группы	2-46
19	сосуд, покрытый ангобом (импорт)	1-11
20	сосуд I общebolгарской группы	2-26

21	б/н	11
22	сосуд XVIII группы	1-6
23	сосуд (корчага) I общеболгарской группы	2-5
24	гонч сосуд XVII «сварской» группы	2-44
25	сосуд с прим дресвы и шамота	1-13
26	сосуд I общеболгарской группы, красноглиняный	2-25
27	сосуд I общеболгарской группы, коричневый	2-14
28	сосуд I общеболгарской группы	2-18
29	сосуд I общеболгарской группы, коричневый	2-15
30	сосуд (корчага) I общеболгарской группы, красноглиняный	2-6
31	горшок XIII «джукетауской» группы	2-57
32	гончарный сосуд	2-9
33	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-8
34	труба водопроводная I общеболгарской группы	2-33
35	горшок с примесью дресвы или шамота (XI группы?)	2-48
36	сосуд I общеболгарской группы, коричневый	2-7
37	кружка I общеболгарской группы, красноглиняный	2-10
38	сосуд I общеболгарской группы, красноглиняный	2-24
39	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-7
40	б/н	г34л3
41	горшок I общеболгарской группы, коричневый	2-12
42	сосуд коричневыйчаги I общеболгарской группы, коричневый	2-34
43	горшок XIV группы	2-56
44	гончарный сосуд	2-22
45	котел XIX группы	2-29
46	лепн. горшок с прим шамота (импорт)	2-50
47	сосуд (корчага) I общеболгарской группы	2-4
48	сфероконус красноглиняныйл лощеный	1-1
49	сфероконус красноглиняныйл лощеный	1-1внут
50	сфероконуса коричневый с лощением	1-18
51	сфероконус I общеболгарской группы, красноглиняный	2-39
52	сфероконуса красноглиняныйл с лощением	1-19
53	сфероконуса красноглиняныйл с лощениес	1-20
54	сфероконус I общеболгарской группы, красноглиняный	2-37
55	красноглиняный сосуд (амфоры)	2-3
56	сосуд I общеболгарской группы, коричневый	2-11
57	сосуд XIV д/рус группы сероглиняный	1-3
58	горшок I общеболгарской группы, красноглиняный	2-16

59	сосуд XIX группы	1-14
60	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-6
61	сосуд I общеболгарской группы, красноглиняный	2-20
62	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-5
63	горшок XIV группы	2-54
64	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-4
65	горшок XIII «джукетауской» группы	2-27
66	крышка XIX группы	2-32
67	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-3
68	сфероконус I общеболгарской группы, красноглиняный.	2-38
69	котел XIX группы	2-30
70	горшок XIII «джукетауской» группы	2-47
71	котел XIX группы	2-28
72	б/н	2-216
73	горшок XIV группы, гончарный	2-62
74	сосуд XIII «джукетауской» группы	1-8
75	сосуд I общеболгарской группы, коричневый	2-19
76	сфероконуса красноглиняный	1-17
77	сфероконуса красноглиняный с лощением	1-21
78	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-9
79	б/н	2-201
80	горшок XIV группы	2-55
81	труба дым I общеболгарской группы	2-36
82	котел XIX группы	2-31
83	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-1
84	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-10
85	сосуд XIII «джукетауской» группы	3-2

Для определения химического состава образцов неполивной керамики Болгар был проведен количественный спектральный анализ¹.

¹ Сущность методики заключается в следующем. Навеска образца 25 мг сжигается из кратера угольного электрода в дуге переменного тока до полного испарения. Время экспозиции для легколетучих элементов – 30 сек при силе тока 8А, после чего часть диафрагмы перекрывается и образец дожигается при силе тока 18А. Спектр, получаемый на дифракционном спектрографе ДФС-458, регистрируется на фотопластинки ПФС-03. Рабочая решетка спектрографа №3 с 1800 шт/мм с разрешением 0,6 нм. Полученные спектрограммы фотометрируются на спектрофотометре МФ-2. Исследуемые образцы анализируются классическим методом 3-х эталонов. В качестве стандартов для анализа были использованы государственные стандартные образцы СДПС-1, СЧТ-2, СКР-3, МЩ-3 и стандарты предприятия. Проводимый анализ соответствует количественному анализу III категории точности. В таблице 2 приведены основные элементы, определяющие состав керамики. В таблице 3 приведен микроэлементный состав.

Таблица 2. Макроэлементный состав керамики Болгар (%)

шифр	MnO	TiO	P ₂ O ₅	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	SiO ₂	
1	2-21	0,08	0,77	0,44	8,6	4,01	12,1	2,4	3,3	0,45	57,8
2	2-2	0,09	0,67	1,96	7,8	4,01	11,3	2,5	1,5	0,78	53,5
3	1-12	0,02	0,9	0,73	7,4	4,65	15,9	2,2	1,3	1,58	46,2
4	1-9	0,12	0,82	3,52	15,5	6,47	13,1	1,17	3,69	0,71	54,12
5	6/12	0,06	1,4	5,38	3,04	6,15	18,8	2,54	2,28	2,02	58,51
6	1-4	0,36	1,07	8,16	3,33	7,69	14,9	2,66	1,12	2,39	57,53
7	2-35	0,09	1,02	0,71	2,78	5,07	18,5	2,66	3,23	4,03	57,14
8	1-7	0,03	1,15	1,72	2,14	4,29	11	2,18	1,02	1,38	62,04
9	2-53	0,03	1,08	2,56	2,18	4,54	18,7	2,39	1,92	1,89	55,16
10	2-40	0,06	1,28	0,81	1,23	6,72	15,9	1,17	2,13	1,56	66,67
11	2-23	0,11	1,17	0,82	8,45	4,08	16,4	3,45	4,59	3,31	57,78
12	1-5	0,04	1,04	0,95	14,5	5,04	18,2	1,87	3,71	1,12	53,52
13	2-43	0,07	1,18	1,31	12,8	4,5	15,3	1,05	2,38	0,33	58,85
14	2-45	0,11	1,16	2,39	11,6	4,29	19,7	1,13	2,72	0,39	51,38
15	2-51	0,22	1,02	0,76	8,34	5,11	17,3	1,44	2,68	0,58	52,61
16	2-52	0,11	1,19	1,92	12	6,15	15,3	0,79	3,66	0,46	57,74
17	1-15	0,04	0,84	10,9	9,38	5,36	14,2	1,56	2,21	0,59	55,03
18	2-46	0,12	0,58	1,88	21,2	3,67	8,13	1,07	2,1	0,4	57,8
19	1-11	0,11	1,29	1,72	7,35	5,65	16,6	2,72	3,57	2,34	57,78
20	2-26	0,08	1,39	0,98	7,14	7,86	20,8	2,48	2,63	2,3	54,12
21	11	0,07	1,24	2,68	7,56	5,47	21	1,04	3,12	0,59	56,94
22	1-6	0,08	0,97	8,05	6,09	4,71	14,8	2,12	2,21	1,05	59,16
23	2-5	0,03	1,09	1,74	2,01	3,65	15,5	2,24	0,59	1,87	59,92
24	2-44	0,03	1,19	1,76	2,29	5,33	16,5	1,33	1,45	1,31	55,64
25	1-13	0,07	1,2	4,58	2,77	8,12	19,2	1,71	4,17	1,25	56,93
26	2-25	0,14	1,11	0,63	2,65	5,43	23,6	3,21	2,55	1,04	57,64
27	2-14	0,09	0,95	1,94	2,43	5,71	16,9	2,12	3,33	2,28	62,06
28	2-18	0,11	1,06	0,8	1,37	3,93	14,7	1,99	1,67	1,44	50,61
29	2-15	0,04	1,13	0,72	1,96	5,93	17,4	2,48	1,53	1,58	63,13
30	2-6	0,1	1,35	1,63	1,58	5,94	16,1	1,94	2,64	1,87	57,79
31	2-57	0,07	1,14	0,59	1,38	5,11	18,3	1,09	2,55	1,61	62,06
32	2-9	0,07	1,16	0,98	2,03	6,82	22,1	1,63	3,57	2,59	58,85
33	3-8	0,11	1,25	0,55	2,05	6,15	15,5	3,14	4,42	1,17	61,84
34	2-33	0,08	1,06	0,37	3,15	6,58	16,4	1,33	2,47	3,31	57,78
35	2-48	0,23	1,19	2,04	1,57	10,7	14,6	1,12	2,97	0,62	59,92
36	2-24	0,06	1,1	0,44	1,39	7,44	15,3	1,94	2,42	2,45	47,47

37	2-7	0,08	1,15	1,1	2,12	5,82	18,6	1,82	3,61	1,74	63,64
38	2-10	0,08	1,25	0,64	1,96	6,29	19,2	1,88	3,49	2,13	63,13
39	з34л3	0,02	1,58	0,32	1,36	2,19	24,1	1,63	1,18	1,87	54,57
40	2-12	0,09	1,26	0,37	1,36	5,94	30,2	2,25	3,06	1,18	49,97
41	2-34	0,11	1,55	1,68	3,87	7,58	19,3	2,51	2,59	2,66	57,71
42	2-56	0,68	1,01	3,89	1,48	6,22	18,6	1,59	2,44	0,76	62,06
43	2-22	0,14	1,37	1,92	1,64	8,72	11,5	2,3	2,64	0,73	55,54
44	2-29	0,03	2,84	1,1	1,83	1,92	13,4	1,66	1,71	0,66	61,12
45	2-50	0,03	0,77	1,09	1,38	3,28	15,7	3,15	1,78	1,59	64,17
46	1-1	0,1	1,19	0,41	1,34	7,47	15,9	3,06	1,87	1,53	62,06
47	1-1внут	0,11	1,34	0,48	1,78	7,65	15,8	2,66	2,59	1,58	57,78
48	1-18	0,09	1,4	0,71	1,64	6,44	18,2	2,19	4,08	2,45	58,67
49	2-39	0,06	1,31	0,23	1,89	5,97	11,8	0,96	1,41	2,02	58,48
50	1-19	0,08	1,19	0,15	1,32	6,44	14,4	1,57	2,38	1,18	61,83
51	1-20	0,09	1,49	0,66	1,96	6,58	15,7	2,18	2,55	2,02	55,49
52	2-37	0,06	1,28	0,16	1,79	5,86	18,1	1,27	2,04	1,89	63,16
53	2-3	0,03	1,41	4,47	5,7	5,74	18,5	2,4	3,7	3,16	54,9
54	2-4	0,05	1,34	0,98	2,95	5,22	22,7	1,89	2,87	2,02	55,64
55	3-7	0,08	1,18	1,42	2,05	4,72	15,5	0,88	2,72	0,79	62,06
56	2-11	0,07	1,19	0,65	1,33	6,4	19,4	1,66	2,21	1,76	65,34
57	1-3	0,13	1,13	0,53	2,08	6,26	17,9	1,72	2,78	2,16	61,53
58	2-16	0,08	1,37	0,86	3,44	6,94	20,3	1,62	3,45	1,54	59,91
59	1-14	0,07	1,2	2,64	2,71	7,01	19,1	1,91	3,57	2,02	59,91
60	3-6	0,06	1,25	2,75	2,01	5,58	14	0,92	2,55	0,62	61,95
61	2-20	0,13	1,37	1,1	1,68	4,72	16,1	2,3	3,15	1,73	55,62
62	3-5	0,05	1,18	1,69	2,08	4,58	15,3	1,14	2,07	0,99	59,92
63	2-54	0,04	1,35	0,82	1,29	5,43	12,1	0,82	2,41	0,48	62,18
64	3-4	0,23	1,22	0,73	2,89	10,6	17,8	0,98	3,32	1,44	59,42
65	2-27	0,06	1,56	1,03	2,75	6,36	18,1	1,51	2,3	2,59	56,82
66	2-32	0,07	0,89	0,41	2,16	4,58	13,6	1,45	2,47	0,78	57,78
67	3-3	0,09	1,15	1,53	1,89	6,86	14,7	1,82	2,55	0,65	62,12
68	2-38	0,12	1,14	0,19	1,51	8,58	11,5	1,14	3,57	0,62	64,12
69	2-30	0,06	1,26	1,44	2,17	7,72	14,9	1,94	2,21	0,73	59,92
70	2-47	0,94	0,93	1,75	2,84	6,36	13,8	1,12	3,02	1,19	64,28
71	2-28	0,07	1,08	0,73	1,91	6,01	15,4	1,82	3,23	1,35	61,87
72	2-216	0,13	1,19	0,64	2,84	10,5	17,2	2,18	2,89	2,02	60,28
73	2-62	0,05	1,24	2,45	3,1	5,68	16	2,18	2,31	1,45	64,28
74	1-8	0,05	1,49	0,76	2,52	6,54	25	1,79	3,1	1,74	56,71

75	2-19	0,19	1,35	0,14	1,89	8,44	18,5	1,94	4,08	1,73	57,75
76	1-17	0,09	1,34	0,53	2,74	8,76	18,8	1,72	3,74	1,89	60,18
77	1-21	0,19	1,32	0,39	1,66	11,7	14,4	1,82	4,42	1,73	62,16
78	3-9	0,07	1,19	1,1	2,38	5,43	17,2	1,14	2,64	0,88	53,52
79	2-201	0,02	2,84	0,19	1,11	4,23	26	1,28	1,42	0,55	48,15
80	2-55	0,05	1,32	1,53	2,15	5,15	14,2	1,94	2,98	0,96	57,78
81	2-36	0,12	1,44	0,31	2,13	9,01	17,3	1,39	3,86	1,27	59,92
82	2-31	0,11	1,35	0,66	1,53	8,29	15,7	2,18	3,37	1,58	62,6
83	3-1	0,08	1,31	0,78	2,71	9,29	27,4	1,12	3,19	0,57	52,51
84	3-10	0,05	1,64	2,19	2,61	8,72	14,4	1,21	2,64	0,71	59,92
85	3-2	0,08	1,62	3,66	2,38	6,15	17,6	1,57	3,57	1,73	51,36

Результаты таблицы 2 ярко демонстрируют картину широкого разнообразия химического состава керамики. Наибольшие вариации характерны для кальция, алюминия, фосфора и железа. Это вполне объясняется технологией изготовления керамических изделий, при изготовлении которых использовались различные примеси и отощители.

Большую информацию для интерпретации можно извлечь при изучении микроэлементного состава (табл. 3). Для выявления элемента, который можно было выделить в качестве маркера, были построены диаграммы концентраций. Наиболее яркую картину можно наблюдать по концентрации хрома и ванадия (рис. 1).

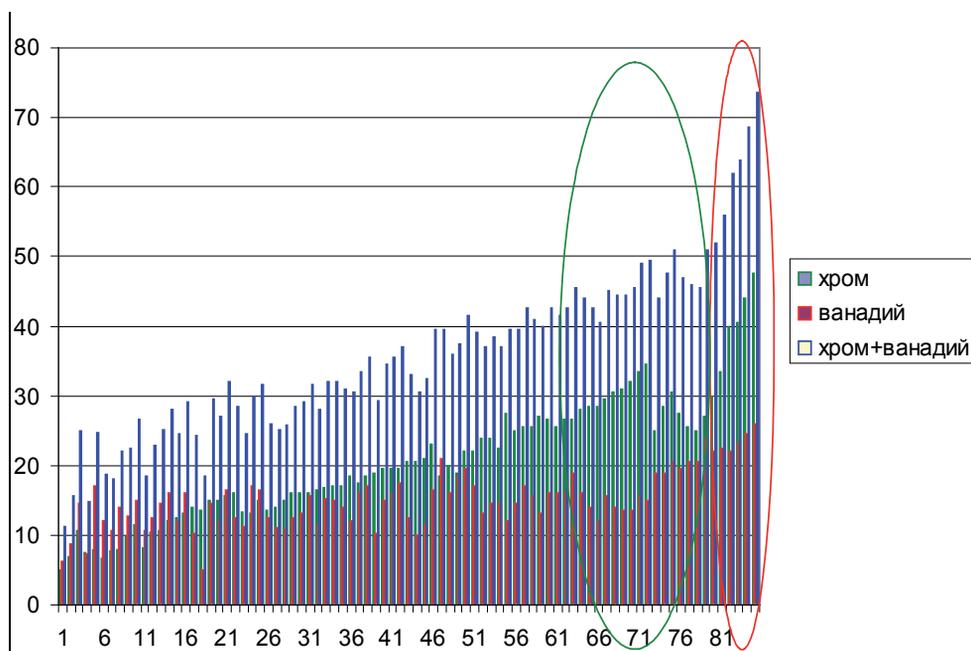


Рис. 1. Диаграмма концентраций хрома, ванадия и их суммы

Таблица 3. Микроэлементный состав керамики Болгар

		-4	-2	-3	-2	Ba	Be	Bi	Co	Cr	Cu	Ga	Li	Nb	Ni	Pb	Sb	Sc	SnO	Sr	V	Y	Yb	Zn	Zr
1	2-21	0	0,57	6,1	5,5	2,4	0,9	1,4	5	5,4	1,9	4,9	0,8	2,6	124	0,9	0,8	3,7	2,5	6	1,5	2,8	0,72	1,4	
2	2-2	0	0,34	5,4	3,0	1,9	0,8	1,6	7	4,5	1,0	4,0	0,7	3,0	33	0,8	0,8	4,4	2,0	9	1,1	2,5	0,51	1,1	
3	1-12	0	0,38	9,9	5,2	2,6	0,8	1,7	11	6,5	1,2	6,3	1,3	4,8	2,7	0,8	1,4	3,6	2,8	15	2,4	3,0	0,64	1,0	
4	1-9	0,1	0,12	7,9	5,0	1,8	0,8	1,5	7	4,7	1,3	4,1	1,1	3,9	2,9	0,8	1,0	4,3	4,4	7	1,7	2,5	2,15	1,0	
5	6/12	0,1	0,53	17,8	5,9	2,0	0,7	1,8	8	5,0	1,7	4,5	1,3	3,2	3,2	1,6	1,2	4,1	3,6	17	2,0	3,1	1,09	1,8	
6	1-4	0,4	0,36	13,7	4,0	1,6	1,0	1,1	7	7,6	2,0	3,8	1,3	2,4	4,3	1,4	1,0	4,4	3,4	12	1,2	2,2	1,45	1,6	
7	2-35	0,2	0,41	6,9	3,3	2,0	0,6	1,6	8	7,0	2,4	4,2	1,4	5,1	2,6	1,5	1,1	2,7	2,1	11	1,7	2,5	0,37	1,6	
8	1-7	0,1	0,29	5,8	3,6	1,9	0,9	1,2	8	3,6	0,7	3,4	1,0	3,2	1,5	0,9	1,2	3,6	2,7	14	1,9	2,3	0,64	2,1	
9	2-53	0	0,29	23,2	5,4	2,1	4,1	1,6	10	4,2	1,5	4,5	1,1	5,9	1,9	1,2	1,1	3,0	2,0	13	2,3	2,5	0,67	1,3	
10	2-40	0	0,51	8,2	3,5	1,8	1,7	1,8	12	4,8	1,7	3,9	1,4	5,0	1,9	1,2	1,1	3,4	2,1	15	1,7	1,5	0,56	2,0	
11	2-23	0,1	0,42	3,5	5,7	1,9	0,7	1,3	8	3,5	1,0	3,7	0,9	3,0	2,0	1,3	1,1	3,0	3,5	11	1,6	2,8	0,49	1,6	
12	1-5	0,1	0,43	6,1	3,7	2,1	1,1	1,7	10	3,2	1,3	3,4	0,8	4,8	2,5	1,5	1,1	3,7	2,7	13	1,7	2,9	0,36	1,2	
13	2-43	0,2	0,63	7,3	2,1	1,9	1,0	1,5	11	4,7	1,4	3,4	0,8	3,2	2,2	1,4	1,2	3,8	2,3	15	1,3	2,4	0,52	1,3	
14	2-45	0,1	0,56	6,3	3,7	1,9	0,8	1,2	12	5,4	1,3	3,2	0,7	2,9	1,7	1,1	1,2	3,6	3,3	16	2,0	2,8	0,97	1,2	
15	2-51	0	0,56	3,4	5,3	2,0	1,0	1,7	13	4,5	1,2	3,3	0,7	5,5	1,5	1,1	1,1	3,4	3,5	12	2,3	3,0	0,63	1,2	
16	2-52	0,1	0,32	3,9	12,0	2,1	1,0	1,2	13	7,6	1,2	3,6	0,8	4,4	1,1	1,0	2,0	2,5	14,1	16	2,8	3,5	0,86	1,7	
17	1-15	0,2	0,53	9,3	5,2	1,7	0,9	1,8	14	6,4	1,2	3,7	1,0	5,7	3,1	1,3	1,1	3,9	3,3	10	1,9	2,5	1,35	1,6	
18	2-46	0	0,45	5,7	5,3	1,7	0,9	0,9	14	7,4	0,9	3,3	0,2	3,3	1,0	0,7	0,6	3,0	4,9	5	0,8	1,2	0,92	1,1	
19	1-11	0	0,12	3,7	6,0	1,9	0,8	1,6	15	2,7	1,2	3,9	0,9	4,9	1,9	1,2	1,4	2,9	3,2	15	1,7	3,2	0,46	2,4	
20	2-26	0	0,57	17,3	5,2	2,0	0,8	1,8	15	4,3	2,1	4,0	1,2	5,2	2,3	1,5	1,3	3,0	3,0	12	2,1	2,8	0,62	2,4	

21	11	0,3	0,26	6,1	5,0	1,9	1,0	1,3	16	3,4	1,3	3,9	0,9	3,9	3,3	1,2	1,3	4,1	3,2	17	1,8	3,4	1,08	1,3
22	1-6	0	0,24	6,9	6,4	1,8	1,0	1,6	16	7,1	1,3	2,8	1,0	4,4	2,2	1,5	1,4	3,3	4,0	13	1,1	2,4	1,19	1,5
23	2-5	0,1	0,54	4,8	5,2	1,5	0,8	1,4	13	5,0	1,6	2,8	1,1	4,6	2,4	1,5	1,0	3,2	2,6	11	1,9	2,8	0,31	2,5
24	2-44	0	0,75	7,2	4,8	2,3	0,9	1,7	13	5,2	1,8	4,2	0,9	3,8	1,9	1,4	1,6	3,7	2,8	17	2,7	3,2	1,10	1,9
25	1-13	0,1	0,20	7,4	6,2	2,4	0,9	2,2	15	5,6	2,0	3,4	1,5	5,1	2,9	0,8	1,7	4,2	3,9	17	2,6	3,0	1,95	1,8
26	2-25	0,2	0,42	21,5	3,7	2,1	0,9	1,7	14	5,5	2,6	3,9	1,4	4,1	2,6	1,1	1,4	4,0	1,9	13	2,0	2,7	0,56	2,0
27	2-14	0	0,28	3,6	3,3	2,0	1,0	2,3	14	3,7	0,9	3,4	1,0	6,0	1,2	0,9	1,3	2,7	2,8	11	1,3	2,4	0,33	2,3
28	2-18	0	0,57	4,9	2,5	1,8	0,9	1,9	15	5,7	1,5	4,7	1,3	6,4	2,1	1,5	1,1	3,2	2,1	11	1,5	2,5	0,51	1,7
29	2-15	0,1	0,21	7,6	4,3	1,7	1,1	1,7	16	15,7	1,6	4,2	1,1	5,7	3,0	1,2	1,4	3,6	2,0	13	2,5	3,1	1,09	2,4
30	2-6	0	0,60	6,9	5,2	1,8	0,9	1,8	16	5,4	1,6	3,7	1,4	5,8	2,6	1,2	1,6	3,2	2,7	13	2,1	3,1	0,44	1,9
31	2-57	0	0,33	7,0	3,2	1,8	1,1	2,3	16	5,2	1,4	3,9	1,1	5,6	2,0	1,4	1,5	4,0	1,4	16	2,5	2,5	0,70	2,3
32	2-9	0	0,31	9,4	4,6	2,3	0,7	2,3	17	4,3	1,3	3,7	1,4	5,9	1,5	0,9	1,5	3,8	2,6	12	3,1	2,9	0,44	2,3
33	3-8	0	0,35	7,0	4,9	1,8	0,8	1,8	17	6,8	2,3	4,9	1,2	7,2	1,7	0,7	1,6	2,5	2,2	15	1,7	2,5	0,68	2,2
34	2-33	0,1	0,33	8,4	3,5	1,8	0,8	2,4	17	6,2	2,1	3,6	1,4	7,2	2,6	1,4	1,6	2,8	1,5	15	2,8	2,8	0,64	2,2
35	2-48	0,1	0,59	5,4	6,0	2,4	1,1	2,8	17	9,8	1,8	3,7	2,1	7,0	1,9	1,2	2,2	2,9	3,2	14	2,7	3,0	1,70	2,0
36	2-24	0	0,28	12,8	3,1	1,7	0,8	1,9	19	5,7	2,2	4,1	1,2	6,3	2,8	1,0	1,3	3,9	1,8	12	1,5	2,2	0,50	2,0
37	2-7	0,1	0,45	8,2	4,4	1,9	0,8	2,2	18	5,3	1,8	4,4	1,1	7,6	2,3	1,1	1,6	3,3	2,6	16	2,2	2,9	0,58	2,1
38	2-10	0,1	0,59	16,4	4,0	1,9	0,9	2,8	19	18,0	2,0	5,0	1,5	8,1	2,4	1,3	1,5	3,5	2,0	17	2,6	3,2	0,90	2,1
39	23403	0,1	0,64	27,0	2,3	2,1	0,8	1,9	19	4,0	3,4	17,5	1,0	4,2	3,4	1,6	1,2	4,7	1,9	10	2,0	3,1	0,54	1,7
40	2-12	0	0,14	14,4	4,2	1,9	1,0	2,2	20	5,7	2,2	3,7	1,3	6,5	2,5	0,8	1,5	3,1	2,5	15	1,9	3,0	0,42	2,1
41	2-34	0,1	0,34	7,8	4,9	1,9	0,6	1,9	20	5,1	1,3	3,6	1,3	6,8	1,9	1,3	1,7	3,3	2,9	16	2,7	2,7	0,59	2,6

42	2-56	0,1	0,51	5,6	4,0	1,7	1,5	1,8	2,0	6,3	1,3	3,5	1,5	5,3	1,8	1,4	1,4	3,3	2,7	1,8	1,8	2,3	0,79	1,6
43	2-22	0,1	0,59	4,9	5,9	2,1	0,7	2,3	2,1	10,0	2,1	3,6	1,8	5,3	1,7	1,0	1,4	2,4	3,2	1,3	2,4	2,8	1,04	1,8
44	2-29	0,1	0,77	4,9	4,0	1,7	1,0	1,2	2,1	11,8	1,8	4,1	1,1	4,8	2,0	1,7	1,3	3,3	1,0	1,0	1,7	2,1	0,89	1,7
45	2-50	0	0,30	5,2	3,8	1,3	0,7	1,5	2,1	4,4	1,6	3,6	1,1	6,6	1,5	1,2	1,3	2,9	2,1	1,2	2,8	2,4	0,51	2,0
48	1-1	0,1	0,30	6,4	4,1	2,1	0,7	2,1	2,0	5,4	2,0	4,4	1,2	8,2	2,5	1,2	1,4	3,5	1,3	1,6	2,1	2,7	0,49	1,5
49	I - I внут	0,1	0,29	7,8	4,4	2,0	2,6	2,1	1,9	5,2	2,2	3,7	0,9	7,5	2,8	0,9	1,3	3,6	1,6	1,9	1,6	2,6	0,54	1,7
50	1-18	0,1	0,22	6,0	3,7	2,3	0,7	2,0	2,2	4,5	1,3	4,5	1,1	4,8	2,1	0,7	1,3	2,7	1,6	2,0	1,9	2,6	0,44	2,2
51	2-39	0,1	0,22	9,0	2,2	1,5	0,7	2,1	2,2	5,8	1,8	4,0	1,5	5,0	2,6	0,9	1,2	3,2	2,1	1,7	2,8	2,3	0,46	2,1
52	1-19	0,1	2,04	7,3	3,7	1,7	0,6	1,9	2,4	8,8	1,7	4,4	1,4	9,2	1,7	0,8	1,6	2,5	2,2	1,3	2,7	2,6	0,67	1,9
53	1-20	0,1	0,28	6,7	3,9	1,9	0,7	2,1	2,4	5,5	1,7	4,1	1,3	6,0	3,4	0,7	1,5	3,3	2,0	1,5	2,5	2,9	0,38	2,0
54	2-37	0	0,30	12,1	3,4	1,7	0,6	2,1	2,3	6,0	1,6	4,3	1,3	6,5	2,2	1,1	1,5	2,8	2,0	1,5	2,9	2,9	0,41	2,4
55	2-3	0	0,23	6,3	4,8	2,1	1,1	2,3	2,8	30,5	1,8	3,9	1,2	9,8	3,2	0,9	1,4	3,6	1,6	1,2	2,4	3,5	0,64	1,7
46	2-4	0	0,30	3,7	5,0	2,1	0,8	1,8	2,3	3,8	1,2	3,4	1,7	4,6	1,7	1,0	1,6	3,3	2,9	1,7	2,7	3,3	0,35	2,2
47	3-7	0,1	0,62	6,2	4,3	1,9	0,9	1,7	1,9	7,5	1,6	3,2	1,3	6,0	1,7	1,2	1,8	2,8	2,9	2,1	2,1	2,3	1,33	2,2
56	2-11	0,1	0,26	13,7	3,8	1,7	0,8	2,8	2,5	4,9	2,4	3,9	1,4	7,4	3,2	1,4	1,8	3,5	1,9	1,5	2,9	2,8	0,41	2,5
57	1-3	0,1	0,44	5,8	3,8	2,0	0,8	2,3	2,6	5,5	1,5	3,3	1,2	6,4	2,6	1,4	1,6	3,3	2,5	1,7	2,3	3,0	0,37	2,1
58	2-16	0,2	0,35	6,6	3,8	2,0	0,9	2,1	2,6	10,0	1,6	3,5	1,4	7,8	2,4	1,3	1,8	3,8	2,5	1,6	3,5	3,1	0,68	2,0
59	1-14	0,1	0,46	8,9	4,6	1,7	1,5	1,8	2,7	5,6	1,9	4,1	1,5	6,2	2,4	1,3	1,7	3,4	3,1	1,6	2,5	3,2	0,72	2,8
60	3-6	0	0,63	5,3	5,3	2,3	0,8	1,6	2,6	5,5	1,6	3,4	1,2	5,2	1,5	1,2	1,4	2,8	4,4	1,6	1,6	1,9	1,04	1,3
61	2-20	0	0,41	6,1	5,6	2,0	0,8	2,3	2,7	8,9	2,0	4,1	1,6	8,4	1,6	0,8	1,5	2,6	1,9	1,6	1,9	2,7	0,71	2,2
62	3-5	0,1	0,49	4,8	5,3	2,2	1,0	1,6	2,7	5,0	1,4	3,7	1,3	6,3	1,4	1,2	1,8	2,8	3,3	1,9	2,7	2,6	1,42	1,7
63	2-54	0,1	0,77	6,0	3,0	1,9	0,8	2,6	2,7	11,5	1,8	3,5	1,4	15,0	1,6	1,5	1,5	2,5	1,0	1,3	2,0	2,2	0,96	1,4

64	3-4	0	0,32	7,5	5,4	2,0	0,8	2,2	28	6,0	2,1	3,4	1,6	6,6	1,7	0,8	1,8	2,6	3,0	16	2,5	2,6	0,91	2,0
65	2-27	0	0,30	6,2	3,5	1,9	0,7	1,7	29	4,4	1,8	3,6	1,0	5,6	1,6	1,4	1,2	2,6	2,8	14	1,4	2,7	0,58	1,7
66	2-32	0,1	0,73	5,9	4,9	2,1	0,8	1,7	29	8,4	1,7	4,4	1,5	7,3	1,4	1,6	1,8	2,8	3,0	12	2,6	2,4	0,75	2,2
67	3-3	0	0,43	7,8	4,1	2,4	0,7	2,3	30	5,8	2,5	3,7	1,7	7,7	2,2	0,8	1,6	2,6	3,1	16	2,4	2,6	0,77	2,2
68	2-38	0,1	0,63	6,8	4,1	1,9	0,7	2,2	31	12,0	2,2	4,2	1,5	11,0	1,7	1,1	1,9	2,5	2,4	14	2,9	3,2	0,73	2,5
69	2-30	0,1	0,46	4,7	4,2	2,0	0,8	1,9	31	7,2	1,8	3,5	1,7	7,6	1,1	1,5	1,8	2,4	4,5	14	2,9	2,9	0,81	3,0
70	2-47	0	0,66	6,3	5,9	1,9	0,7	2,0	32	7,6	1,5	3,2	1,5	7,1	2,0	1,1	1,5	3,2	3,5	14	2,5	3,0	1,11	2,5
71	2-28	0,1	0,63	6,1	5,6	1,9	1,5	1,9	34	7,6	2,1	4,0	1,3	7,4	1,2	0,9	1,5	2,7	3,3	16	1,3	2,6	1,21	2,3
72	2-216	0	0,56	6,8	5,4	1,8	0,7	2,1	35	8,8	2,0	3,4	1,4	7,3	1,5	0,8	2,0	2,7	3,3	15	2,8	2,8	0,54	3,1
73	2-62	0,1	0,43	4,9	5,1	1,8	0,9	2,0	25	4,5	1,2	3,4	1,1	5,4	1,8	1,5	1,3	4,2	2,4	19	2,6	2,6	0,96	2,5
74	1-8	0	0,39	10,1	3,7	1,9	0,8	2,1	31	5,6	1,7	4,0	1,4	7,3	2,2	1,4	1,8	4,4	2,1	21	2,9	3,0	0,61	2,3
75	2-19	0	0,28	6,5	4,5	1,8	0,7	2,1	29	8,3	2,1	4,6	1,5	8,2	1,9	1,1	1,8	4,2	2,3	19	2,5	2,8	0,57	2,7
76	1-17	0,1	0,44	12,9	3,8	2,0	0,7	2,6	28	7,1	1,9	3,9	1,6	9,3	2,7	1,2	2,1	4,3	2,5	20	4,0	4,0	0,64	2,7
77	1-21	0	0,31	6,6	4,5	1,8	0,6	2,4	26	7,6	2,3	4,0	1,5	8,4	1,6	1,1	1,5	2,5	1,9	21	2,2	3,0	0,57	2,2
78	3-9	0	0,40	5,5	5,1	2,5	0,9	2,0	25	6,4	1,6	4,2	1,4	8,3	1,0	0,8	1,7	2,6	2,3	21	1,7	2,5	1,08	1,4
79	2-201	0,1	0,37	21,5	5,0	2,9	0,8	2,5	27	5,0	3,1	19,0	1,1	6,5	2,0	1,7	2,1	3,3	1,0	24	3,5	4,1	0,81	3,3
80	2-55	0	0,40	4,1	6,2	2,0	0,8	1,9	30	5,1	1,6	3,5	1,0	5,5	1,1	1,5	2,2	2,5	2,9	22	3,2	2,9	0,52	2,9
81	2-36	0	0,45	7,3	5,5	2,2	0,8	2,4	34	7,3	2,4	3,9	1,9	8,7	1,6	0,9	2,1	2,6	2,5	23	3,0	3,2	0,48	3,0
82	2-31	0	0,53	8,1	5,2	1,7	0,9	2,0	40	6,6	2,5	4,3	1,6	9,4	1,6	0,8	1,8	2,5	3,3	22	2,6	3,0	0,72	3,0
83	3-1	0	0,42	7,3	4,1	2,5	0,9	2,2	41	5,6	2,2	4,7	1,6	7,0	2,4	1,0	2,1	3,3	2,5	23	3,0	3,2	1,08	2,2
84	3-10	0	0,51	6,8	4,3	1,8	0,8	1,5	44	5,9	1,5	4,5	1,3	5,6	1,3	0,9	1,6	2,7	3,2	25	1,9	2,3	0,73	2,0
85	3-2	0,1	0,35	7,6	6,5	2,1	0,9	1,9	48	5,5	1,6	3,3	1,4	6,5	1,4	0,7	1,9	3,4	3,4	26	2,3	3,0	0,94	1,7

В таблице 3 образцы расположены по мере возрастания суммарной концентрации хрома и ванадия, поведение которых очень характерно для глин различного состава. Некоторые перестановки, внесенные с учетом макроэлементного состава, позволили выявить достаточно четкие группы керамики. Так, в конце таблицы выделяется группа (№№ 71–85) с повышенным содержанием хрома и ванадия. В нее вошли фрагменты трубы и сосуда I общеболгарской группы, фрагменты сосудов XIII («джукетауской») группы, горшка XIV группы, 3 котла XIX группы, а также два красноглиняных сфероконуса.

Характерно, что глины нефтеносных районов Татарстана имеют повышенное содержание этих двух элементов, т.к. хром и ванадий присутствуют в нашей нефти (Каюмова и др., 2007). Это позволяет сделать вывод о том, что керамические изделия последней группы были изготовлены именно в нефтеносном районе. Заметим также, что первые четыре образца этой группы отличаются более высоким содержанием олова, что свидетельствует о различных источниках сырья. Необходимо отметить, что для данных образцов наблюдается достаточное различие по алюминию. Это объясняется, скорее всего, спецификой технологии изготовления керамических изделий.

Образцы под номерами с 54 по 70 имеют повышенное содержание хрома, однако содержание ванадия в них меньше, чем в последней группе. Возможно, это также является показателем нефте- и/или битумоносности района отбора глины.

Часть сфероконусов (№№ 46–52) определенным образом выстроилась

в отдельную группу с очень схожим составом как макро-, так и микроэлементов. Для образца 1-1 (№ 46) была проанализирована внутренняя часть (№ 47). Из таблицы 3 можно заметить, что для образца характерно повышенное, по сравнению с основной частью образца, содержание серебра и висмута. Образец 1-19 имеет в своем составе более высокое содержание мышьяка – оно на порядок выше, чем во фрагментах других сфероконусов. Эти различия по микроэлементам можно объяснить веществами, содержащимися в сфероконусах. Более четкую и конкретную картину, возможно, даст хроматографический анализ.

Курсивом в таблицах 2–3 выделены образцы, сильно отличающиеся по одному или нескольким микроэлементам. Это номера 1, 2, 18, 19, 38, 39, 40 и 53, выделенные курсивом. Вероятнее всего, эти образцы являются импортными. Заметим также, что для фрагментов, проходящих под номерами 1–20, содержание хрома и ванадия невысокое, т.е. совершенно однозначно можно говорить о том, что эти изделия были изготовлены в других районах, нежели две нижние группы. Образцы под №№ 5–10 имеют в своем составе намного меньше кальция. Это можно объяснить как рецептурой и технологией, так и другим сырьевым источником.

Интересное наблюдение можно отметить для двух горшков 2-51 и 2-52 (№№ 15–16), изготовленных с примесью толченой раковины. Несмотря на то что оба изделия относятся к «прикамско-приуральской» группе, одно из них изготовлено в районе, воды которого насыщены стронцием и барием. Это видно из результатов та-

блицы 3 – содержание этих двух элементов отличаются в несколько раз. Как известно, в Татарстане есть водоносные пласты, характеризующиеся повышенным содержанием именно этих двух элементов (Гидрогеология СССР, 1970). К ним относятся некоторые южные районы, район Казани и др.

Таким образом, исходя из макро- и микроэлементного состава фрагментов керамики, можно выделить девять групп, характеризующихся определенными элементными соотношениями:

1. Фрагменты керамики с низким содержанием титана, хрома и ванадия и высоким содержанием кальция. Широкое разнообразие по микроэлементному составу свидетельствует о различных сырьевых источниках.

2. Содержание кальция 1–3%, содержание хрома 0,007–0,012% (№№ 5–10). Однако образцы данной группы достаточно сильно различаются по микроэлементам.

3. Содержание кальция 6,1–14,5%, содержание ниобия 0,0007–0,0012%. По-видимому, эта керамика с примесью раковины. Некоторые пробы отличаются разнообразием микроэлементного состава, т.е. происходят из различных сырьевых источников.

4. Два образца (№№ 24 и 25) имеют такое же низкое содержание ниобия, однако кальция в этих пробах мало – около 3%. Для этих образцов характерно высокое содержание ванадия – 0,017%.

5. Содержание кальция около 2%, содержание ванадия 0,011–0,013% (№№ 23, 26–30, 37, 44) – все I общеповолжской группы. Практически однородный микроэлементный состав, т.е. возможен один источник сырья.

6. Такое же содержание кальция, как и в третьей группе, однако содержание ванадия 0,016–0,021%. (№№ 31, 33–36, 39, 42, 43, 47). Очень близкий микроэлементный состав.

7. Группа похожа на предыдущую, однако содержание кальция несколько меньше – 2%, содержание хрома несколько больше – 0,019–0,025%, содержание ванадия также больше – 0,015–0,02%, а вот содержание мышьяка меньше. Практически вся группа – сфероконусы.

8. Повышенное содержание хрома – 0,026–0,035%.

9. Повышенное содержание хрома – 0,026–0,048% и ванадия – 0,019–0,026%.

Учитывая результаты анализа, первые две группы нельзя назвать объединением по единым характеристическим признакам – слишком большое расхождение как по основному, так и по микроэлементному составу. Это, судя по всему, привозная керамика. Курсивом выделены образцы, имеющие какое-либо аномальное содержание одного или нескольких элементов. Эти изделия, по-видимому, также привозные. 3–9 группы можно отнести к характерным, т.к. состав керамики каждой из них отличается единообразием.

Исходя из анализа химического состава фрагментов керамики можно сделать ряд выводов:

– керамические изделия Болгар отличаются широким разнообразием как в технологическом отношении, так и по сырьевому составу;

– выделяется несколько групп, имеющих характерный химический состав;

– имеется ряд образцов, химический состав которых

отличается от выделенных групп и, скорее всего, относящийся к импорту;

- часть керамических изделий была изготовлена в нефтеносных районах Татарстана;

- выделяется фрагмент сосуда, содержащий обломки раковин из региона, водоносные слои которого содержат стронций и барий.

2. Химический состав керамической глины. Для идентификации месторождений глин, которые были использованы ремесленниками Волжской Болгарии при изготовлении керамических изделий, и выявления места их локализации В.Н. Бахматовой были отобраны образцы керамических глин вблизи городов Волжской Булгарии с учетом предварительного анализа

данных геологических изысканий ЦНИИГеолнеруд по керамическому сырью. По отобраным образцам проведен комплекс исследований, включивший предварительную пробоподготовку, РФА, ДТА и ДТМА. Этот же комплекс аналитических мероприятий был выполнен для археологической керамики различных производственных центров Великих Болгар.

В таблице 4 приведен список образцов глины, отобранных вблизи городов Волжской Булгарии. Для проведения аналитических исследований был произведен отбор от образцов представительной навески, ее дробление и измельчение до состояния пудры.

Таблица 4. Список образцов глинистого сырья

№ п/п	№ пробы	Описание точки отбора
1	Г 7/1	Болгарское городище. Восточная окраина пос. Приволжский
2	Г 7/2	Болгарское городище. Окраина с. Ржавец
3	Г 7/3	Болгарское городище. Окраина с. Ржавец на берегу р. Волга
4	Г 10/1	Городище Старая Майна. Северная окраина современного с. Старая Майна, на берегу р. Волга
5	Г 10/2	Городище Старая Майна. Северная окраина современного с. Старая Майна, на берегу р. Волга
6	Г 10/3	Городище Старая Майна. Северная окраина современного с. Старая Майна, на берегу р. Волга
7	М 6/1	Полянское месторождение (Спасский район. с. Полянки). Зброшенный карьер, южный борт
8	М 6/2	Полянское месторождение (Спасский район. с. Полянки). Зброшенный карьер, северный борт
9	М 6/3	Полянское месторождение (Спасский район. с. Полянки). Зброшенный карьер, северный борт
10	М 6/4	Полянское месторождение (Спасский район. с. Полянки). Зброшенный карьер, северный борт
11	М 5/1	Базарноматакское месторождение. Зброшенный карьер на левом берегу р. Актай, южный борт
12	М 5/2	Базарноматакское месторождение. Зброшенный карьер на левом берегу р. Актай, северный борт

13	М 5/3	Базарноматакское месторождение. Зброшенный карьер на левом берегу р. Актай, южный борт, на контакте с вмещающими породами
14	М 5/4	Базарные матаки. Левый берег р. Актай, ниже по течению
15	М 5/5	Базарные Матаки. Левый берег р. Актай, у плотины
16	М 3/1	Сосновское месторождение. 500 м южнее д. Сосновка, в овраге
17	М 3/2	Окраина д. Сосновка
18	М 3/3	500 м от окраины д. Сосновка
19	Ш 1/	Биллярское городище. Окраина д. Шама
20	Б 4/1	Биллярское городище. Правый берег р. М. Черемшан
21	Г 6/1	Кожаевское селище. Правый берег р. Актай
22	Г 6/2	Кожаевское селище. Правый берег р. Актай. Выше по течению от т. Г 6/1
23	Г 6/3	Кожаевское селище. Правый берег р. Актай
24	Г 6/4	Кожаевское селище. Правый берег р. Актай
25	Г 6/5	Кожаевское селище. Левый берег р. Актай у моста
26	Г 5/1	Войкинское городище. Левый берег р. Актай
27	Г 5/2	Войкинское городище. Левый берег р. Актай
28	Г 5/3	Войкинское городище. Левый берег р. Актай
29	Г 3/1	Джукетауское городище. Окраина с. Данауровка. Левый берег р. Жукотинка
30	Г 3/2	Джукетауское городище. Окраина с. Данауровка. Правый берег р. Жукотинка. 50 м от т Г 3/1
31	Г 3/3	Джукетауское городище. Правый берег р. Жукотинка
32	Г 3/4	Джукетауское городище. Левый берег р. Жукотинка
33	Г 3/5	Джукетауское городище. Левый берег р. Жукотинка у впадения в р. Кама
34	М 2/1	Чистопольское месторождение. Окраина г. Чистополь
35	М 4/1	Алексеевское месторождение, восточный борт карьера
36	М 4/2	Алексеевское месторождение. Южный борт карьера
37	СГ1/1	Кашанское городище. Правый берег р. Кама у с. Сорочьи Горы
38	СГ 1/2	Кашанское городище. Правый берег р. Кама у с. Сорочьи Горы

40	М 8/1	Тетюшское местонахождение, северо-западная окраина Тетюш у коровника
41	М 8/2	Дорога на Буинск – 1 км от Тетюш. Заброшенный карьер
42	М 8/3	Дорога на Буинск – 1 км от Тетюш. Заброшенный карьер, северный борт карьера
43	Г 8/1	Богдашкинское городище, с. Богдашкино
44	Г 8/2	Богдашкинское городище, с. Богдашкино
45	Г 8/3	Богдашкинское городище, с. Богдашкино
46	М 7/1	С. Большие Тарханы, левый берег р. Тарханки
47	М 7/2	С. Большие Тарханы, левый берег р. Тарханки
48	М 7/3	С. Большие Тарханы, левый берег р. Тарханки
49	М 1/1	Восточнее станции Чепчуги. Между Чепчугами и Куркачами. Куркачинский карьер
50	М 1/2	Восточнее станции Чепчуги. Между Чепчугами и Куркачами. Куркачинский карьер
51	М 1/3	Восточнее станции Чепчуги. Между Чепчугами и Куркачами. Куркачинский карьер
52	Г 2/1	Д. Русский Урмат, левый берег ручья
53	Г 1/1	С. Камаево
54	Г 1/2	Иске-Казанское городище
55	Г ст. н/1	Старонохратское городище, левый берег р. Нохратки
56	Г ст. н/2	Старонохратское городище, левый берег р. Нохратки, 100 м от т. Г ст.н/1 на С-В
57	Г ст. н/3	Старонохратское городище, правый берег р. Нохратки
58	Г ст. н/4	Старонохратское городище, правый берег р. Нохратки, 150 м. от т. Г ст.н/3
59	Г ст. н/5	Старонохратское городище, правый берег р. Нохратки

Исследование химического состава глинистого сырья проводилось методом эмиссионного спектрального анализа, описание которого приводилось ранее. Для устранения влияния на интенсивность излучения паров воды, образцы глин просушивались в сушильном шкафу при температуре 105° С.

В таблицах 5 и 6 приведен макроэлементный и микроэлементный состав соответственно.

Таблица 5. Макроэлементный состав керамического сырья, %

№ п/п	шифр	MnO	TiO	P ₂ O ₅	CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	SiO ₂
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	м8/1	0,045	0,64	0,13	14,04	1,95	15,93	1,94	2,25	1,35	62,21
2	г7/1	0,059	0,73	0,2	1,22	3,86	10,87	2,18	1,3	0,9	79,94
3	г7/2	0,032	0,47	0,22	0,58	2,79	10,21	1,51	0,96	0,95	83,12
4	м8/2	0,066	1,09	0,08	9,83	3,2	30,85	1,88	2,87	1,38	49,21
5	г7/3	0,075	0,71	0,25	1,83	4,94	12,81	1,94	1,85	1,14	68,48
6	м8/3ж	0,067	0,81	0,16	1,41	8,37	24,37	1,63	3,85	1,29	60,18
7	г8/1	0,056	0,59	0,14	10,45	2,57	13,92	1,49	2,09	0,83	68,14
8	г10/1	0,04	0,5	0,23	1,74	3,23	9,26	2,12	1,17	1,18	81,49
9	г8/2	0,034	0,79	0,16	1,74	4,82	19,67	1,58	2,37	1,31	68,85
10	г10/2	0,052	0,65	0,14	0,94	3,2	12,76	2,12	1,3	0,97	78,83
11	г8/3	0,048	0,67	0,15	7,84	1,4	14,05	1,49	2,65	1,08	70,38
12	г10/3	0,047	0,59	0,16	4,89	4,52	13,42	1,76	1,13	0,91	73,95
13	м7/1	0,054	0,65	0,12	14,18	3,63	20,69	1,02	3,23	1,19	56,19
14	м6/1	0,039	0,53	0,23	2,92	1,4	15,27	1,94	1,6	1,65	74,78
15	м7/2	0,042	0,59	0,078	13,28	4,19	21,27	1,12	2,64	0,81	56,93
16	м6/2	0,04	0,79	0,22	4,89	4,91	15,83	1,85	1,59	1,02	70,63
17	м7/3	0,071	0,62	0,096	10,25	4,1	20,79	1,05	3,73	1,21	58,89
18	м6/3	0,049	0,81	0,16	4,02	1,79	15,16	1,43	1,47	1,24	74,21
19	м6/4	0,052	0,62	0,2	3,25	2,78	10,23	1,85	1,29	1,07	79,54
20	м1/1	0,041	0,62	0,12	0,93	4,94	17,55	1,08	1,53	1,08	73,07
21	м5/1	0,069	0,94	0,14	4,28	4,92	14,25	2,06	1,89	0,95	72,06
22	м1/2	0,039	0,81	0,14	1,17	5,03	20,74	1,48	1,96	1,07	68,84
23	м5/2	0,053	0,78	0,18	4,27	2,06	13,44	1,75	1,59	1,23	75,19
24	м1/3	0,051	0,65	0,11	1,15	4,13	19,43	1,49	1,78	1,12	71,37
25	м5/3	0,048	0,81	0,16	1,86	2,85	14,35	2,18	1,45	1,41	73,27
26	г2/1	0,054	0,52	0,14	1,32	2,69	19,06	1,31	2,15	1,37	71,84
27	м5/4	0,046	0,69	0,18	0,83	2,78	13,99	1,82	0,65	0,81	77,08
28	г2/2	0,064	0,85	0,082	11,78	3,62	21,78	1,18	3,47	0,89	57,31
29	г1/1	0,049	0,72	0,15	5,54	1,44	17,06	1,26	2,72	1,09	70,09
30	м5/5	0,051	0,73	0,16	4,11	3,55	14,92	1,94	1,47	1,23	68,48
31	г1/2	0,099	0,59	0,084	17,85	4,34	21,26	0,99	3,61	1,22	51,12
32	м3/1	0,051	0,82	0,15	0,74	4,92	14,55	1,97	0,82	0,71	77,03
33	гст.н./1	0,042	0,77	0,13	0,85	1,58	15,86	1,17	1,69	1,02	77,01
34	м3/2	0,037	0,69	0,18	0,57	3,23	11,54	2,19	0,34	0,76	81,36
35	м3/3	0,046	0,67	0,15	3,14	5,58	16,44	1,41	1,29	0,89	72,29
36	гст.н./2	0,045	0,87	0,11	1,19	4,79	22,71	1,06	2,98	1,37	66,19
37	гст.н./3	0,053	0,74	0,17	1,18	2,52	17,93	1,01	2,01	1,09	73,79
38	ш/1	0,043	0,86	0,15	2,97	3,33	15,03	1,69	1,44	0,93	74,75
39	64/1	0,078	0,80	0,14	0,95	4,97	18,14	1,39	3,23	1,06	70,62
40	гст.н./4	0,046	0,96	0,12	3,65	4,23	19,63	0,99	2,52	1,13	67,84
41	гст.н./5	0,053	0,68	0,19	0,73	2,27	17,75	1,16	1,71	0,69	74,89
42	г6/1	0,053	0,76	0,15	0,74	5,37	13,15	1,94	0,85	0,83	78,11
43	г6/2	0,054	0,63	0,16	1,11	4,94	15,34	1,76	0,89	0,78	75,97

44	м8/3кр	0,057	0,89	0,099	1,62	7,25	23,63	1,09	3,95	0,88	62,36
45	г6/3	0,068	0,88	0,18	0,99	3,31	14,01	2,72	1,19	0,82	77,04
46	г6/4	0,057	0,73	0,12	5,55	4,19	16,11	1,88	1,96	0,86	70,05
47	г6/5	0,065	0,88	0,16	4,65	3,82	13,81	2,19	1,43	1,26	72,69
48	г5/1	0,056	0,86	0,15	5,04	4,73	13,89	2,12	1,48	0,86	71,88
49	г5/2	0,094	0,64	0,2	1,14	2,24	14,85	2,03	1,27	1,09	77,06
50	г5/3	0,076	0,89	0,14	1,08	8,87	15,69	2,06	1,22	1,18	71,16
51	г3/1	0,064	0,73	0,14	4,19	3,65	13,48	1,69	1,52	0,93	74,85
52	г3/2	0,15	0,62	0,14	6,31	5,69	15,59	1,57	5,99	1,03	64,62
53	г3/3	0,062	0,73	0,18	4,43	3,44	15,67	2,06	2,13	1,16	70,74
54	г3/4	0,056	0,77	0,2	4,66	3,24	15,61	1,82	1,42	1,5	71,51
55	г3/5	0,05	0,63	0,23	0,78	4,41	14,96	1,69	0,81	0,98	76,65
56	м2/1	0,063	0,92	0,14	2,83	6,12	15,79	1,85	2,08	0,91	70,71
57	м4/1	0,071	0,82	0,15	1,74	4,08	13,42	1,94	1,28	0,79	77,18
58	м4/2	0,049	0,79	0,18	0,88	3,11	14,27	1,76	0,88	0,91	78,16
59	сг1/1	0,071	0,93	0,13	1,53	7,09	16,84	1,76	1,91	0,92	70,49
60	сг1/2	0,077	0,87	0,13	16,79	5,25	14,83	1,63	4,93	1,23	56,08

Изучение результатов эмиссионного спектрального анализа показало, что представленные в выборке образцы глин имеют достаточно разнообразный химический состав. Наибольшие отклонения наблюдаются по кальцию – от 0,83 до 17,85% и алюминию – от 9,26 до 30,85%. Максимально возможное содержание по-

левых шпатов ($K(Na)_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6 SiO_2$) в изученных глинах по присутствию калий-натриевого компонента составляет 30%, что является неплохим показателем для керамического сырья. Все полученные результаты хорошо согласуются с определенным фазовым составом сырья.

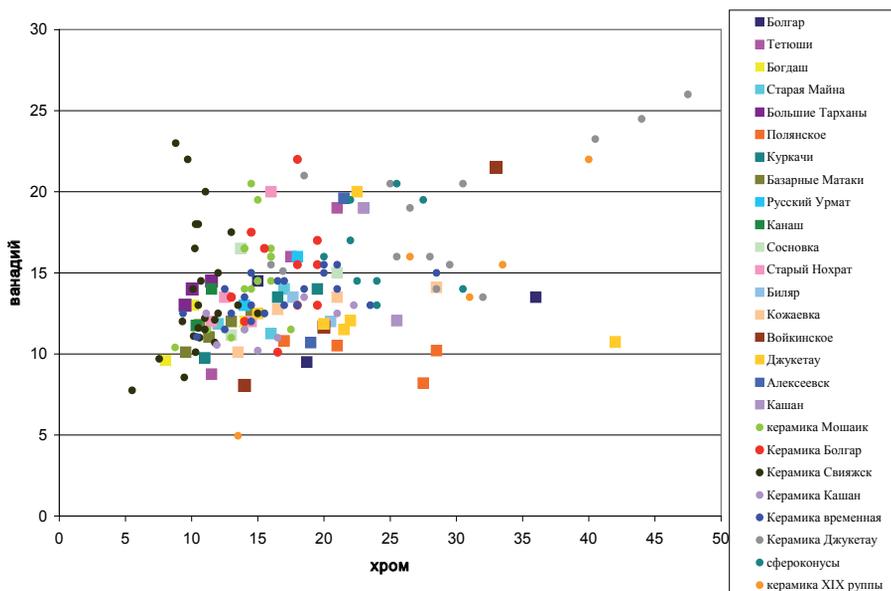


Рис. 2. Соотношение хрома и ванадия в глине и керамике.

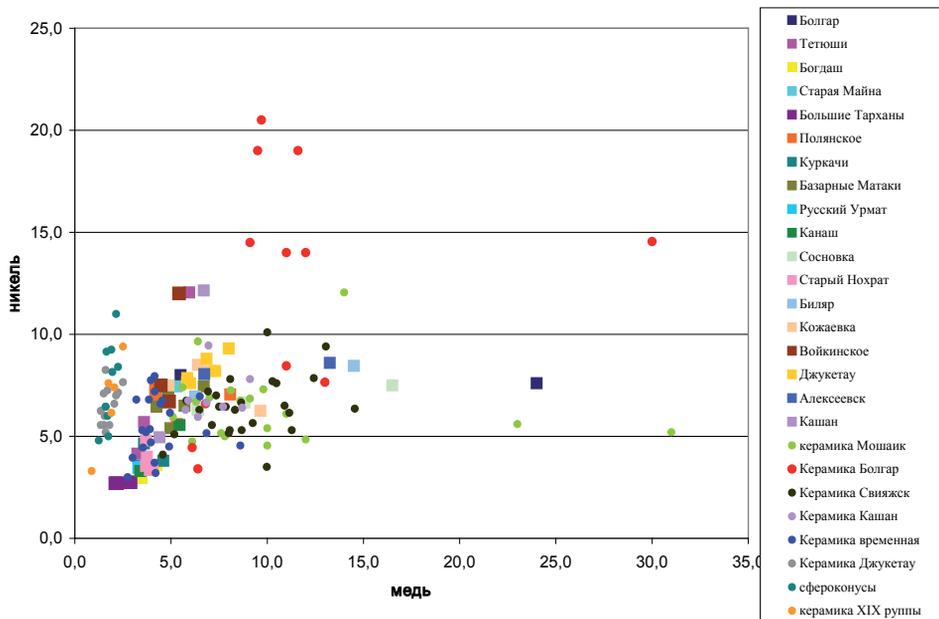


Рис. 3. Соотношение меди и никеля в глине и керамике.

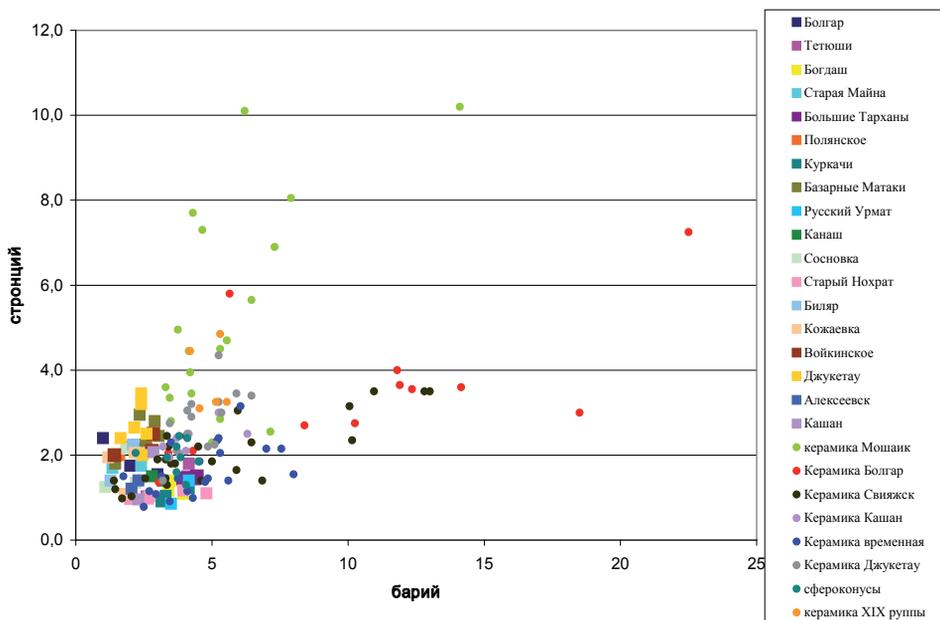


Рис. 4. Соотношение бария и стронция в глине и керамике.

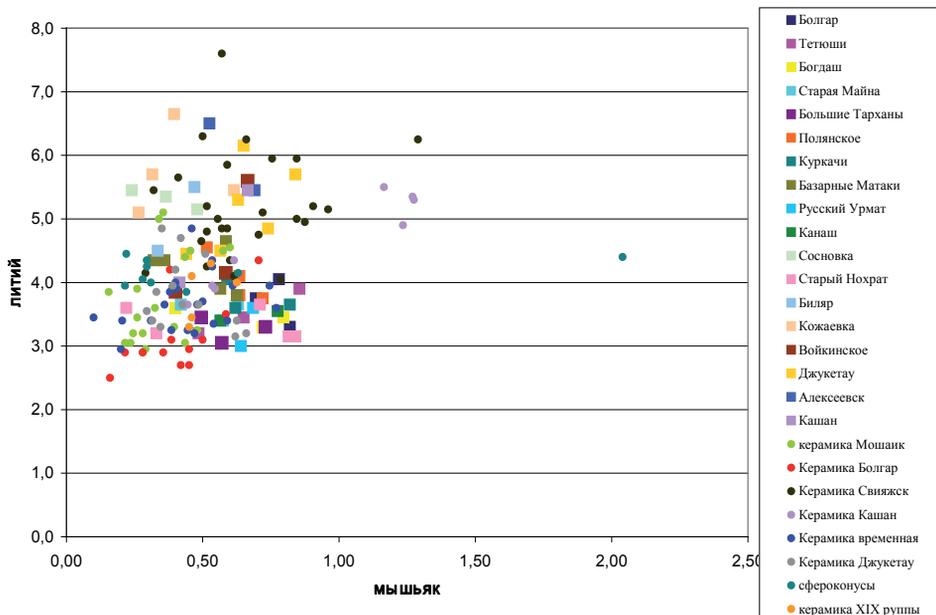


Рис. 5. Соотношение мышьяка и лития в глине и керамике.

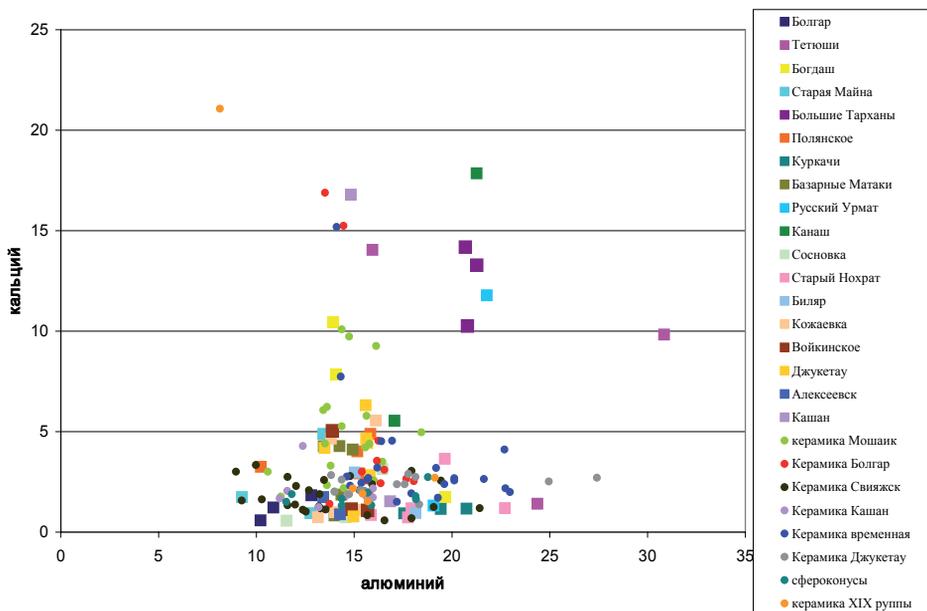


Рис. 6. Соотношение алюминия и кальция в глине и керамике.

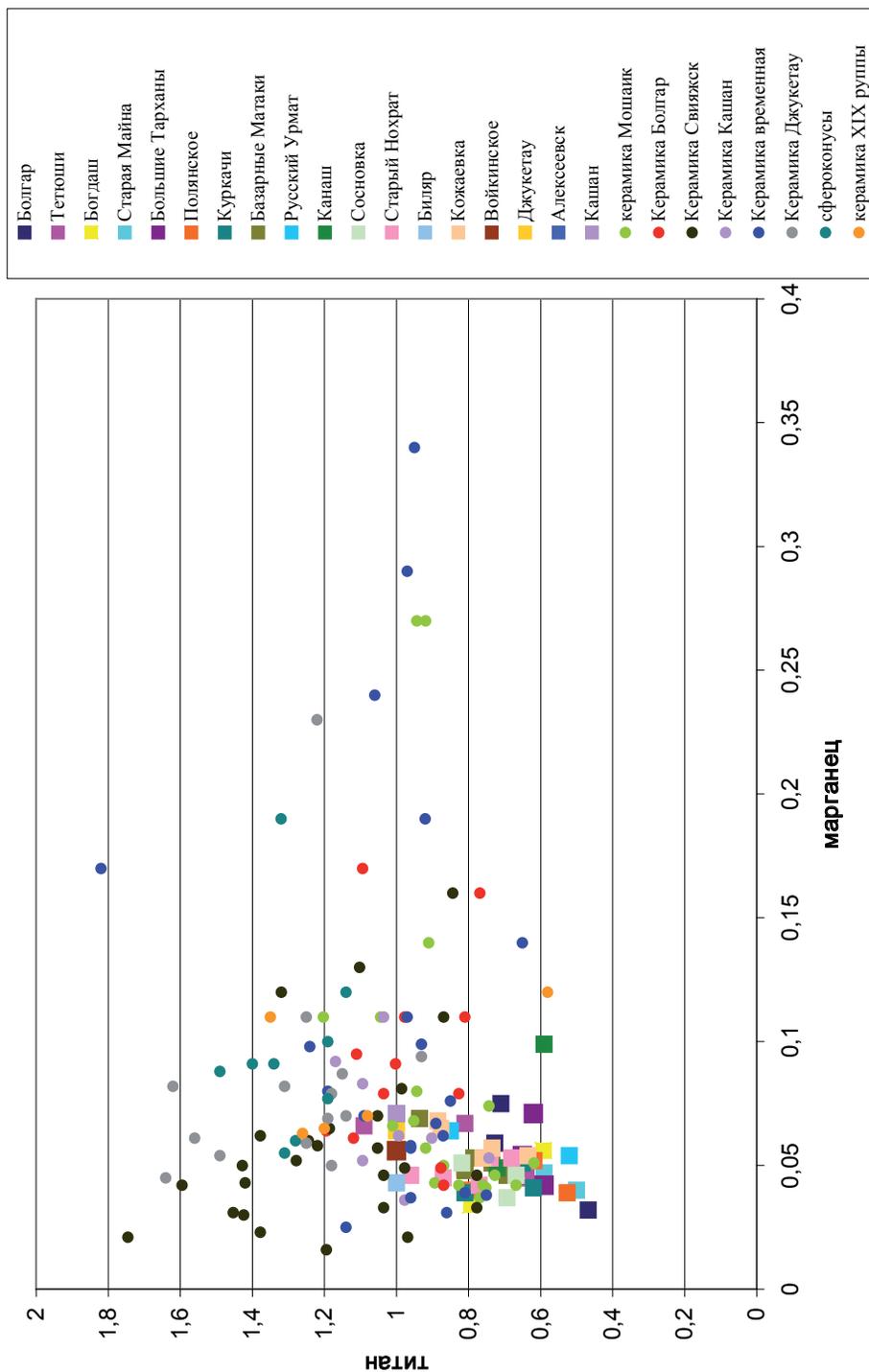


Рис. 7. Соотношение марганца и титана в глине и керамике.

23	м5/3	0,06	0,32	2,1	2,6	1,8	1,4	1,4	11	5,7	1,3	4,4	1,0	6,5	1,5	2,0	2,2	1,3	2,3	12	4,4	4,1	0,36
24	м5/2	0,03	0,57	2,4	2,4	1,7	1,4	1,3	10	5,0	1,2	3,9	0,9	5,4	1,7	2,5	2,7	0,7	3,0	10	1,5	3,7	0,45
25	м5/1	0,06	0,63	2,2	3,1	2,0	1,6	1,5	15	4,9	1,2	3,8	1,2	7,0	1,6	2,8	2,6	1,3	2,5	13	3,5	3,8	0,45
26	м5/4	0,02	0,59	2,8	1,5	1,4	1,9	1,4	11	6,7	1,3	4,7	1,2	7,5	1,8	2,1	2,4	0,9	1,8	11	2,7	2,8	0,29
27	м5/5	0,05	0,36	2,5	2,9	1,7	1,6	1,4	13	4,3	1,3	4,4	1,3	6,5	1,7	2,5	2,5	1,3	2,8	12	4,2	3,8	0,33
28	г2/1	0,03	0,69	2,9	3,5	1,8	1,2	1,4	14	3,4	1,1	3,6	1,0	3,5	1,1	1,9	2,7	1,2	0,9	13	4,0	3,7	0,36
29	г2/2	0,02	0,64	3,5	4,2	1,8	1,2	1,5	18	3,3	1,2	3,0	1,0	3,5	0,8	1,7	2,7	1,1	1,4	16	3,1	3,9	0,27
30	г1/1	0,02	0,78	2,5	3,2	1,6	0,9	1,4	10	3,4	0,9	3,6	0,9	3,3	1,0	1,9	3,4	1,1	1,4	12	3,0	3,4	0,32
31	г1/2	0,02	0,57	3,2	2,8	1,5	1,1	1,5	12	5,5	1,1	3,4	0,7	5,6	1,0	1,0	2,3	1,2	1,5	14	1,7	3,3	0,37
32	м3/1	0,04	0,48	2,9	2,2	1,8	1,7	2,7	14	16,5	1,6	5,2	1,5	7,5	1,8	1,8	2,4	1,4	1,4	17	3,5	3,6	0,77
33	м3/2	0,03	0,37	2,6	1,1	1,0	1,8	1,3	21	6,4	1,5	5,4	1,7	6,3	1,4	3,0	2,4	1,2	1,3	15	4,3	3,3	0,28
34	м3/3	0,04	0,24	2,3	1,9	1,9	1,7	1,4	13	8,8	1,6	5,5	1,2	6,7	2,0	2,2	2,2	1,2	2,2	11	3,1	3,9	0,42
35	гет.н./1	0,04	0,71	3,3	2,7	1,7	1,1	1,4	12	3,9	1,0	3,7	1,2	3,4	1,3	2,0	2,9	1,2	1,0	12	3,4	3,6	0,25
39	гет.н./2	0,03	0,22	3,7	4,0	1,7	1,3	1,5	16	3,7	1,4	3,6	1,2	3,6	1,3	0,9	2,5	1,5	1,2	20	2,7	3,9	0,27
36	гет.н./3	0,04	0,82	3,1	2,7	1,8	1,2	1,3	15	3,8	1,1	3,2	0,9	4,0	1,1	1,6	2,8	1,2	1,0	12	3,1	2,8	0,45
37	гет.н./4	0,02	0,33	3,5	4,8	1,9	1,1	1,7	23	3,7	1,5	3,2	1,5	4,8	1,3	1,1	2,6	1,4	1,1	19	3,5	4,5	0,57
38	гет.н./5	0,04	0,84	2,7	2,0	1,6	1,3	1,4	13	4,1	1,2	3,2	1,1	3,5	1,3	2,3	3,1	1,2	1,0	14	2,6	3,5	0,44
40	ш/1	0,04	0,34	1,9	2,1	1,8	1,7	1,6	21	6,3	1,6	4,5	1,4	7,0	1,9	2,7	2,5	1,0	2,3	12	3,2	4,1	0,49
41	б4/1	0,03	0,47	2,7	1,3	1,6	1,8	2,3	18	14,5	1,8	5,5	1,2	8,5	1,7	2,6	2,7	1,5	1,4	14	2,9	3,4	0,75
42	г6/1	0,06	0,62	2,6	1,2	1,6	1,7	2,0	29	6,4	1,6	5,5	1,5	8,5	1,8	3,0	2,9	1,1	2,0	14	3,4	3,2	0,48
43	г6/2	0,07	0,32	2,2	2,2	1,5	1,8	2,0	21	7,0	1,5	5,7	1,8	8,2	1,8	2,2	2,7	1,3	2,1	14	4,0	3,6	0,44
44	г6/3	0,04	0,40	3,9	1,8	1,5	1,8	2,0	17	4,9	2,0	6,7	1,5	7,5	2,1	2,5	2,7	0,9	1,1	13	2,6	3,6	0,47
45	г6/4	0,03	0,27	1,6	2,5	1,9	1,6	1,8	14	9,7	1,4	5,1	1,2	6,3	1,5	2,3	2,4	1,3	2,1	10	3,4	3,9	0,54
46	г6/5	0,04	0,59	3,4	2,9	1,7	2,0	1,7	20	4,5	1,5	4,2	1,4	7,5	1,5	1,9	2,6	1,1	2,5	12	3,4	4,1	0,35
47	м8/3кр	0,08	0,41	2,2	2,8	2,0	1,6	1,7	24	4,3	1,4	3,2	0,9	13,1	1,3	1,7	2,6	1,7	1,0	20	2,4	3,6	0,47
48	г5/1	0,04	0,59	3,4	2,9	1,7	2,0	1,7	20	4,5	1,5	4,2	1,4	7,5	1,5	1,9	2,6	1,1	2,5	12	3,4	4,1	0,35

49	r5/2	0,04	0,67	2,5	1,4	1,7	1,7	1,7	14	4,9	1,5	5,6	1,3	6,7	1,7	3,1	3,0	1,0	2,0	8	2,7	3,7	0,42
50	r5/3	0,02	0,40	2,0	2,8	1,7	1,6	2,3	33	5,4	2,1	3,9	1,5	12,0	1,7	1,7	2,3	1,8	2,1	22	4,2	4,0	0,52
51	r3/1	0,04	0,74	1,9	2,2	1,8	1,9	2,0	20	5,8	1,7	4,9	1,2	7,7	1,3	2,6	2,5	1,0	2,7	12	2,1	3,7	0,49
52	r3/2	0,09	0,44	1,3	2,6	2,0	1,7	1,6	15	6,0	1,5	4,5	0,8	7,6	1,5	1,7	2,3	1,2	2,5	13	1,8	3,4	0,70
53	r3/3	0,05	0,84	2,4	2,4	1,7	2,5	1,6	22	7,3	1,7	5,7	1,2	8,2	1,9	3,6	3,7	1,1	3,2	12	2,4	3,9	0,94
54	r3/4	0,03	0,57	1,6	2,4	1,7	1,5	1,7	42	5,9	1,5	4,5	1,1	7,9	1,3	2,8	3,1	1,0	3,5	11	2,7	4,0	0,37
55	r3/5	0,04	0,63	1,7	1,7	1,7	1,8	2,0	22	8,0	1,8	5,3	1,2	9,3	1,4	3,0	3,0	1,3	2,4	12	3,1	3,6	0,61
56	m2/1	0,04	0,65	2,4	2,5	1,9	1,7	2,3	23	6,9	1,8	6,2	1,4	8,8	1,5	2,5	3,0	2,0	2,0	20	4,5	4,0	0,58
57	m4/1	0,06	0,53	2,7	2,3	1,2	1,6	2,1	22	13,3	2,0	6,5	1,3	8,6	1,7	2,5	3,4	1,2	1,4	20	3,4	3,5	0,71
58	m4/2	0,04	0,69	2,6	2,1	1,6	1,9	2,2	19	6,7	1,5	5,5	1,2	8,1	1,4	3,1	2,9	1,4	1,2	11	3,9	4,0	0,81
63	cr1/1	0,05	0,67	2,7	2,3	1,8	1,6	2,4	23	6,7	1,9	5,5	1,6	12,2	1,5	3,2	3,1	2,1	1,0	19	3,9	4,0	0,84
59	cr1/2	0,04	0,42	1,5	2,9	1,6	1,8	1,4	26	4,4	1,2	4,0	0,9	5,0	1,2	2,2	2,6	1,3	2,1	12	3,1	3,4	0,63

Концентрация = $S \times 10^{\text{н}}$

Интересную картину дает сравнительный анализ результатов исследования химического состава фрагментов неполивной керамики Болгара и глинистого сырья. В исследованиях учитывались также результаты анализов, проведенных в 2012 г. по керамическим артефактам из Свияжска, Мошаика и Кашана. На рисунках 2–7 приведены диаграммы сравнения.

Исходя из диаграмм соотношений основных элементов и примесей, можно сделать ряд выводов. Яркая демонстрация явной независимости в поведении элементного состава керамики Мошаикского и Болгарского городищ, а также так называемой временной группы, включающей фрагменты керамики разновременной привязки, наблюдается практически на всех диаграммах. Если для первого объекта это вполне закономерно, то для болгарской керамики очевидным становится факт того, что в исследованную выборку сырьевой источник этой керамики не вошел. Диаграмма хром-ванадиевых включений также показывает существование сырьевого источника, близкого к нефтеносным пластам, но не вошедшего в выборку 2012 г. Как было отмечено выше, барий-стронциевое соотношение является, скорее всего, маркером карбонатной составляющей (данный вид сырья не отбирался).

Любопытное поведение медно-никелевого соотношения керамики Джукетау и сфероконусов может свидетельствовать как о специфической технологической добавке, так и о материале, хранившемся в сосудах, фрагменты которых были исследованы.

Небольшим примером многофакторного анализа может служить диа-

грамма распределения содержания элементов в глине и керамике различного происхождения, приведенная на рисунке 8. В качестве образцов сравнения взяты глины: образцы с месторождений «Сосновка» (Биляр) и «Базарные Матаки», керамика: сфероконус общеповолжского типа, керамика XIX группы, «джукетауская» и из раскопов Кашана. По диаграмме

наблюдается очень большое сходство между глиной с месторождения «Сосновка» и керамикой из раскопов Кашанского городища и сфероконуса общеповолжского типа. Единственное небольшое различие наблюдается по содержанию натрия, калия и магния, что возможно объясняется добавкой в керамическую массу зольной компоненты.

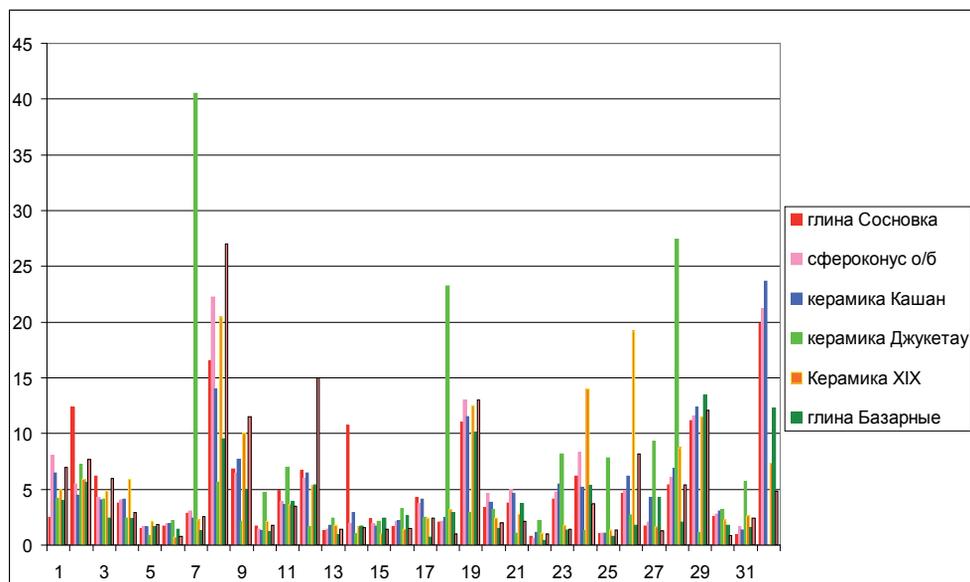


Рис. 8. Диаграмма содержания элементов (относительные единицы) в глине и керамике различного происхождения

В таблице 7 приведены содержания микроэлементов в почвах районов Республики Татарстан (Озол, 2004). Как видно из данных таблицы, существует определенное соотношение между концентрациями хрома и ванадия для каждого района. В грунтах Бугульминского, Елабужского, Менделеевского, Тетюшского, Тукаевского и Ютазинского районов содержание хрома превышает 120 мг/кг, а в почвах Высокогорского, Зеленодольского и Лаишевского районов наблюдается низкое содержание как

хрома, так и ванадия. Заметим также, что существуют и значительные различия по содержаниям остальных приведенных в таблице элементов.

Таким образом, вполне закономерным было бы проведение комплексного сравнительного статистического анализа, учитывающего весь спектр микроэлементного состава керамических фрагментов и образцов глин. Накопленный материал может служить основой для формирования базы данных по археологической керамике и керамическому сырью. Включение в

статистические исследования данных по всем проведенным видам естественно-научных исследований, безусловно, позволит создать полную картину, позволяющую по аналитическим данным выявить однозначный сырьевой источник.

Таблица 7. Содержание микроэлементов в почвах Татарстана (мг/кг)

Өаеі і	Cu	Zn	Ni	Cr	V
Ääü çñëëé	29	63	57	98	84
Äçí äëääâñëëé	46	70	95	132	105
Äñíóáääâñëëé	28	69	52	88	86
Äëöáí ü ø ñëëé	39	68	75	115	92
Äëääñáääâñëëé	27	58	46	81	77
Äëüëääâñëëé	18	49	33	66	62
Äëüí äçüââñëëé	44	73	75	115	102
Äí âñö âñëëé	26	69	47	84	86
Äðñëëé	22	60	46	95	87
Äö éí ñëëé	18	54	40	82	76
Äääëéí ñëëé	34	58	67	108	92
Ääëöâñëí ñëëé	31	60	58	97	96
Äóäöëüí éí ñëëé	34	62	76	124	96
Äóëí ñëëé	25	64	42	79	85
Äáöðí áóñëí í ñëëé	35	61	58	94	80
Äü ñí éí ä ðñëëé	14	45	31	64	60
Äðí äççáí í âñëëé	23	71	40	82	91
Äëääóâñëëé	27	61	54	123	85
Çäëí ñëëé	36	65	70	116	102
Çäëáí í äí ëüñëëé	16	46	32	65	63
Ëäéáëöëëé	25	59	46	89	89
Ëâí ñëí -Öñüëí ñë	29	55	52	92	87
Ëóëí í ðñëëé	34	63	65	106	102
Ëäèð äâñëëé	14	39	27	60	54
Ëáí éí í ä ðñëëé	43	70	80	119	107
Ì äí ääü ø ñëëé	38	70	73	116	103
Ì áí ääëääâñëëé	29	59	59	134	87
Ì áí çäëëí ñëëé	40	60	65	112	94
Ì óñëð í í âñëëé	36	53	71	117	95
Í eäí äëâí ñëëé	32	53	54	106	85
Í í äí ø äð í éí ñëëé	36	61	59	112	98
Í ëöýäðüñëëé	26	59	51	99	88
Í âñöðâ+ëí ñëëé	25	61	46	85	79
Ïú áí í -Ñëí áí âñëëé	27	59	55	96	89
Ñááëí ñëëé	33	56	54	105	96
Ñàðí äí í âñëëé	39	65	88	117	112
Ñí âññëëé	18	44	36	75	68
Òäç ø ñëëé	28	56	87	141	96
Òëääâñëëé	38	53	77	134	105
Òë ëý+ëí ñëëé	22	50	48	91	89
× äðâí ø äí ñëëé	38	62	67	110	105
× ëñö í í ëüñëëé	32	55	58	105	99
Ð äçëí ñëëé	46	61	93	136	108

Другим очевидным выводом по итогам сравнительного анализа элементного состава керамических фрагментов и гончарных глин является необходимость дальнейшего отбора и исследования сырьевых компонентов. Причем выборка должна включать как глину, так и другие составляющие шихты – карбонатную составляющую и песок.

Проведенные исследования дали обширный материал для дальнейших работ. Как показали исследования А.А. Озола (2004), каждая почва и

грунт имеют свой характерный набор микроэлементов, сравнимый с отпечатками пальцев у человека. Анализ керамических фрагментов показал существование таких же характерных наборов для различных групп керамики. Именно этот фактор позволяет говорить о перспективности направления изучения элементного состава археологических артефактов с целью его дальнейшей интерпретации и идентификации по отношению к сырьевым источникам.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает благодарность В.Н.Бахматовой за проведенный отбор и описание образцов, а также рецензентам за полезные замечания и конструктивную критику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гидрогеология СССР. – Т. 13. – М.: Недра, 1970. – 1082 с.
2. Журухина Е.Ю., Храмченкова Р.Х. Стеклоделательные мастерские Киевского подола // Филология и культура. – 2012. – № 3 (29). – С. 226–234.
3. Каюкова Г.П., Киямова А.М., Нигмедзянова Л.З., Морозов В.И., Храмченкова Р.Х., Храмова Э.В. Превращения природных битумов при гидротермальных процессах // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 2. – С. 105–110.
4. Набиуллин Н.Г., Храмченкова Р.Х. Стекланные украшения Джукетау: Морфология и химический состав // Филология и культура. – 2013. – № 3 (33). – С. 240–244.
5. Озол А.А. Процессы полигенного нефтегазо- и рудообразования и их экологические последствия. – Казань: Плутон, 2004. – 430 с.
6. Ситдиков А.Г., Храмченкова Р.Х. Типология поливной керамики Казанского ханства и анализ ее элементного состава // Вестник Татарского государственного гуманитарно-педагогического университета. – 2011. – № 3 (25). – С. 125–133.
7. Хлебникова Т.А. Керамика памятников Волжской Болгарии: (К вопросу об этнокультурном составе населения). – М.: «Наука», 1984. – 240 с.
8. Храмченкова Р.Х. Сравнительный анализ элементного состава глазурей средневековой поливной керамики // Археология и естественные науки Татарстана. Книга 4. – Казань: ООО «Фолиант», Институт истории им. Ш. Марджани АН РТ, 2011. – С. 307–321.

Информация об авторе:

Храмченкова Резида Хавиловна, кандидат физико-математических наук, зав. лабораторией, Институт археологии им. А.Х. Халикова АН РТ (Казань, Российская Федерация); rezidahram@mail.ru

CHEMICAL COMPOSITION OF THE CLAYS AS INDICATOR RAW MATERIAL SOURCES

R.Kh. Khramchenkova

The paper presents the results of study on the chemical composition of unglazed pottery from the excavations of the Bulgar fortified settlement site and the clay, selected from the modern deposits of ceramic raw materials located near the medieval settlement sites. Significant differences in macro- and microelement composition of different groups of ceramics have been revealed. The difference in the macroelemental composition is largely determined by the ceramic fabric recipe. Thus, the high calcium content corresponds to the addition of river shells, the high content of silicon results from sand addition. A more interesting picture has been revealed in the course of studies of the so-called “trace elements” (microelements). Nine groups of ceramics with different elemental set have been distinguished. The first two groups consist of imported ceramics; other groups have demonstrated a rather pronounced elemental composition. The most notable variations are observed in chromium, vanadium and nickel content. Similar microelement composition variety has been observed in clays from deposits of different localization, while the concentration of the mentioned elements in a variety of clays also differs considerably. Therefore, marker elements typical of different clays have been identified. A comparative analysis of the data obtained for clay raw materials and ceramics has been conducted. The results demonstrate the potential of studying the elemental composition in order to determine the localization of the raw material sources for ceramic production.

Keywords: the Middle Volga region, the Bulgar fortified settlement site, medieval ceramics, chemical composition, microelements, sources of ceramic raw materials.

REFERENCES:

1. *Gidrogeologiya SSSR (Hydrogeology of the USSR)*. Vol. 13. 1970. Moscow: “Nedra” Publ. (in Russian).
2. Zhurukhina, E. Yu., Khramchenkova, R. Kh. 2012. In *Filologiya i kul'tura (Philology and Culture)* (3 (29)), 226–234 (in Russian).
3. Kaiukova, G. P., Kiiamova, A. M., Nigmedzianova, L. Z., Morozov, V. I., Khramchenkova, R. Kh., Khramova, E. V. 2007. In *Neftianoe khoziaistvo (Oil Industry)* (2), 105–110 (in Russian).
4. Nabiullin, N. G., Khramchenkova, R. Kh. 2013. In *Filologiya i kul'tura (Philology and Culture)* (3 (33)), 240–244 (in Russian).
5. Ozol, A. A. 2004. *Protsessy poligennogo neftegazo- i rudoobrazovaniia i ikh ekologicheskie posledstviia (Processes of Polygenic Oil and Gas- and Ore-Formation and their Environmental Consequences)*. Kazan: “Pluton” Publ. (in Russian).
6. Sitdikov, A. G., Khramchenkova, R. Kh. 2011. In *Vestnik Tatarskogo gosudarstvennogo gumanitarno-pedagogicheskogo universiteta (Bulletin of Tatar State Humanitarian Pedagogical University)* (3 (25)), 125–133 (in Russian).
7. Khlebnikova, T. A. 1984. *Keramika pamiatnikov Volzhskoi Bolgarii: (K voprosu ob etnokul'turnom sostave naseleniia) (Ceramic Ware of the Volga Bulgaria Sites. On*

Supported by RFFR grant no. 13-06-97050 “Raw material sources for medieval craft production in Bolgar city and its neighborhood.

the question of ethnocultural composition of population). Moscow: “Nauka” Publ. (in Russian).

8. Khrumchenkova, R. Kh. 2011. In *Arkheologiya i estestvennyye nauki Tatarstana (Archaeology and Natural Sciences of Tatarstan)* 4. Kazan: “Foliant” Publ.; Institute for History named after Shigabuddin Mardzhani, Tatarstan Academy of Sciences, 307–321 (in Russian).

About the Author:

Khrumchenkova Rezida Kh. Candidate of Physics and Mathematics. Institute of Archaeology named after A. Kh. Khalikov, Tatarstan Academy of Sciences. Butlerov St., 30, Kazan, 420012, the Republic of Tatarstan, Russian Federation; rezidahram@mail.ru