

АРХЕОЛОГИЯ

О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ ИЗУЧЕНИЯ ДРЕВНЕЙ ЗАПАДНОСИБИРСКОЙ КЕРАМИКИ

В. А. Зах

Ceramics, considered in particular as a man-made silicate, is one of the most informative sources under studying ancient societies. Various methods of its investigation are available. Analysis of pottery specimen obtained from neolithic settlements of the Tobol basin, using both a physical method and a mass spectrometer, would reveal quite a big amount (8–14 %) of carbon (artificially added organic matter) in a ceramic mass. The author suggests an idea of its possible use as an initial substance in radiocarbon dating by laser spectrometry.

Общеизвестно, что на большинстве древних и средневековых поселений самой массовой категорией находок являются обломки гончарных изделий. Для эпохи неолита и бронзы керамика представляет чуть ли не единственный источник информации, на основе которого решаются вопросы культурной принадлежности, относительной датировки комплексов, этнической атрибуции и технологического потенциала оставившего их населения. Разнообразие направлений и методов исследования керамики достаточно велико, но широко используются лишь некоторые из них.

Наиболее распространен типолого-статистический метод, описанный, в частности, в работах В. Ф. Генинга [1973, 1992]. Исследователь предлагал в качестве показателей для суммарных выборок использовать визуальную технологическую характеристику (примеси к глиняной массе, формовка, обработка поверхности и обжиг), форму и орнаментацию посуды. Применение этого метода позволяет определять сходство и различие керамических комплексов, решать задачи их этнокультурной принадлежности, реконструкции социальной структуры (наряду с данными по жилищам, погребениям и т. д.) древних коллективов и их идеологических представлений. Другие методы изучения древней посуды специфичны и требуют привлечения специалистов в области естественнонаучных дисциплин.

В последние годы признание получил метод экспериментальной реконструкции, посредством которого моделируются изготовление керамического теста, орнаментации, способы нанесения орнамента, технологические процессы: формовка, сушка, обработка поверхности и обжиг сосудов, а также их практическое применение [Бобринский, 1978; Глушков, Глушкова, 1992; Калинина, Гаджиева, 1993].

Продолжает развиваться петрографический метод, являющийся, по сути дела, основным в процессе исследования керамики как искусственно созданного силиката. Изучение под микроскопом прозрачных шлифов образцов древней и экспериментальной посуды позволяет определить состав сырья и формовочной массы для керамики того или иного типа. Наблюдая шлифы в поляризованном свете, исследователи дают качественную и количественную оценку минерального состава природной глины, естественных и искусственных, как минеральных (песок, дресва, шамот, раковина), так и органических (трава, волос и пр.), добавок [Круг, 1965]. Кроме того, метод дает возможность судить о параметрах технологического процесса производства древней посуды: в частности, присутствие в керамике новообразованных минералов, таких как серицит, степень разложения кальцитов, раскристаллизации вещества являются температурными и временными показателями режима обжига.

Примерно с середины 60-х гг., в связи с качественными изменениями в палинологических исследованиях, в археологии стал широко применяться спорово-пыльцевой метод для определения возраста памятников и типов окружающих их ландшафтов. Извлечение пыльцы стало возможным не только из органических (торф, ил), но и из минеральных (глина, песок) отложений. В это же время Р. В. Федоровой [1965] было предложено проводить спорово-пыльцевой анализ керамического теста. По ее данным, в небольшом образце керамики (12 г) содержится 162 пыльцевых зерна — количество, достаточное для статистического анализа и реконструкций. Несмотря на многие спорные моменты и недостатки (высокую вероятность засорения керамики пылью с сопредельных территорий, принесенной ветром, водой, содержание пыльцы в самих глинах), этот метод сегодня незаслуженно забыт. На наш взгляд, он представляет достаточно большой интерес для реконструкции не только палеоландшафтов, но и некоторых аспектов хозяйственной деятельности древнего населения, позволяя выявить в составе керамического теста пыльцу культурных растений.

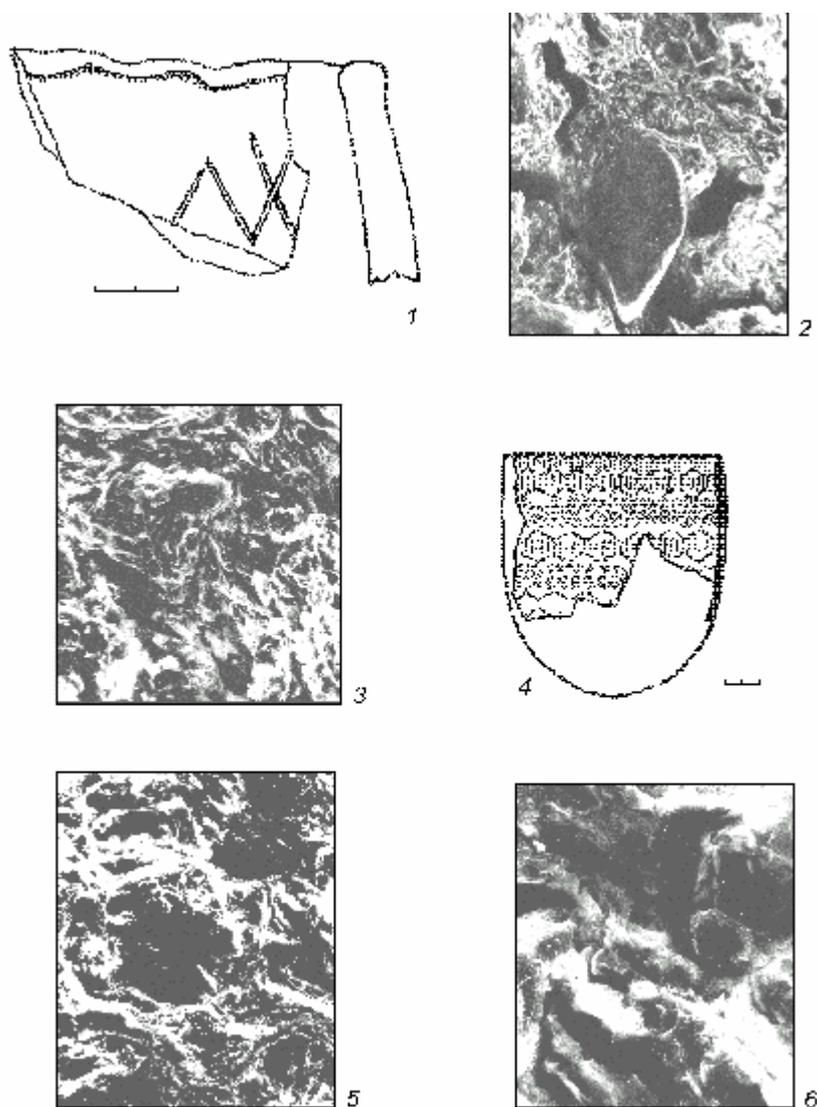


Рис. 1. Керамика с поселения Чечкино 2 и снимки ее образцов, сделанные на растровом рентгеновском микроскопе.

1–3 — образец № 127, увел. 332 (2) и 570 (3); 4–6 — образец № 135, увел. 510 (5) и 1840 (6).

Химический и спектральный анализы керамики поселений и глин в их окрестностях позволяют идентифицировать глинистое сырье в шихте посуды с определенным месторождением [Гражданкина, 1965]. Анализируя теми же методами нагар на древних сосудах, можно получить представление о составе приготавливавшейся пищи. В силикатах, в том числе керамике, при обжиге восстанавливается нарушенная кристаллическая решетка частиц горных пород. Это свойство лежит в основе термолюминесцентного метода датирования глиняной посуды. После обжига сосудов (обновления кристаллических решеток) в веществе под действием космического и ультрафиолетового излучений, естественной радиоактивности вновь происходят изменения в структуре кристаллов. Чем древнее керамика, тем больше нарушений в структуре вещества, тем больше фотонов — вспышек света будет наблюдаться и фиксироваться при нагревании образца ниже температуры красного свечения. По максимуму термолюминесценции определяется возраст образца [Колчин, 1965]. Термолюминесцентный метод еще недостаточно разработан и используется пока лишь для относительного датирования керамической посуды. Чем древнее керамика, тем больше нарушений в структуре вещества, тем больше фотонов — вспышек света будет наблюдаться и фиксироваться при нагревании образца ниже температуры красного свечения. По максимуму термолюминесценции определяется возраст образца [Колчин, 1965]. Термолюминесцентный метод еще недостаточно разработан и используется пока лишь для относительного датирования керамической посуды.

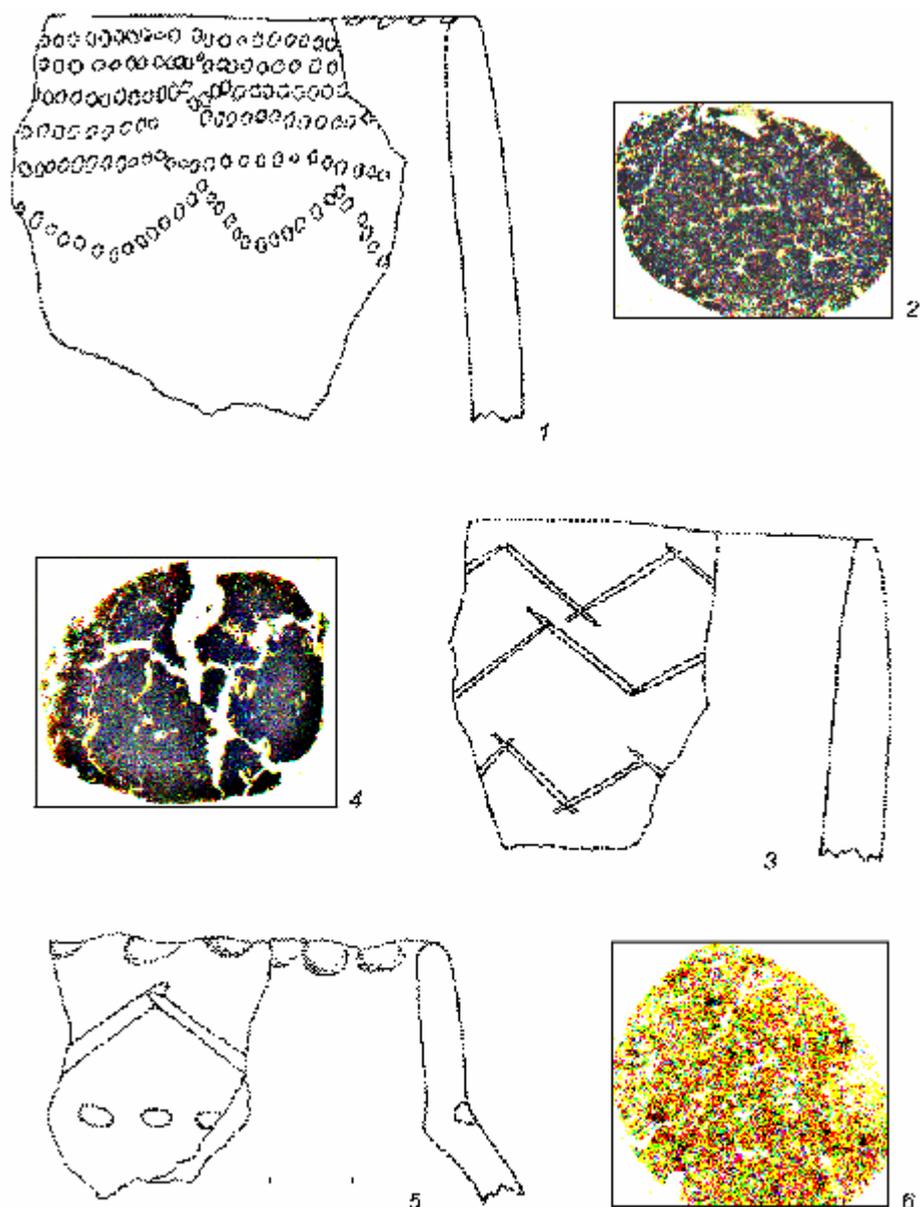


Рис. 2. Керамика с поселения Юртобор 3 и прозрачные шлифы ее образцов.
1, 2 — образец № 84; 3, 4 — образец № 85; 5, 6 — образец № 91.

Присутствие в керамике углерода (остатки органических отошителей и частицы чистого углерода, образовавшиеся в результате обжига в восстановительной среде) открывает возможность датирования ее радиоуглеродным методом. Предпринятая нами попытка исследования керамики в этом направлении основывалась на данных петрографического изучения посуды с поселений эпохи неолита — раннего железа Притоболья. В результате анализа около 200 шлифов по площадному содержанию органики (затемненные участки шлифа), отошителей и степени раскристаллизации материала было выделено четыре петрографических типа, объединивших керамику определенных археологических периодов [Ермаков, Зах, Ермакова, 1989]. Посуда неолитического времени (боборыкинская, сосновоостровская, шапкульская, артынская) из Притоболья и Приишимья и керамика с поселений Тентексор и Каиршак из Северного Прикаспия выделена в четвертый — высокотемпературный тип. Далее приводим петрографическое описание шлифов боборыкинской и шапкульской керамики с поселений Юртобор 3 и Чечкино 2 (образцы № 84, 85, 91, 127, 135). Два из этих образцов (№ 127, 135) были исследованы на растровом рентгеновском микроскопе РЭММА-202 (рис. 1; 2).

№ 84. Юртобор 3, боборыкинская культура. Шихта почти полностью раскристаллизована. Стекловатая масса в виде отдельных участков кварцевых зерен составляет не более 15 %. В большинстве случаев остаточные участки стекла с фельзитовой основой кристаллической массы поражены органикой. Среди его осколков встречаются кварцевые зерна величиной 0,03–0,08 мм,

хорошей сохранности, угловатые, без признаков разъедания. Структура основной органической массы — базальная, с резкими проявлениями ленточной остаточной структуры. Состав шихты (площадной): глинистый материал — 25 %, органика — 65 %, кварц — 5–6 %.

№ 85. Юртобор 3, боборыкинская культура. Раскристаллизация шихты неравномерная. Основная масса сложена органическим веществом, в которое густо вкраплены мельчайшие зерна кварцевого стекла — размером от 0,001 до 0,003 мм. Отмечаются и более крупные стекловатые образования в виде отдельных полос, участков, площадей с сильно разъеденными краями, с включениями кристаллических узлов, полос. В таких участках хорошо проявляется петельчатая структура перекристаллизации вещества. Имеется масса остаточных стекловатых узлов. В основной массе органического вещества фиксируются участки стекла в виде осколков, волосоподобных образований. Структура основной массы шихты — базальная, стекловатой массы — витрофирующая. Состав шихты (площадной): глинистое вещество — 25 %, органика — 65 %, кварц — 10 %.

№ 91. Юртобор 3, боборыкинская культура. Основная масса шихты — тонко-кристаллическая с микрокристаллическими участками. Встречаются блоки стекла величиной до 6×2–4 мм с неровными краями. Все поле шлифа содержит отдельные кристаллические зерна кварца, хорошо окатанные, величиной 0,03–0,05 мм, редкие — 1,0 мм. Цемент органический, равномерно смешанный с глинистой массой. Отчетливо проявляется петельчатая структура основной массы. Нередко отмечается концентрация органического вещества в виде отдельных стяжений. Очень хорошо видны следы раскристаллизации стекловато-глинистой массы. Структура цемента и стекловатой массы — витрофирующая. Состав шихты (площадной): глинистое вещество — до 60 %, органика — до 35 %, кварц — 3–5 %.

№ 127. Чечкино 2, боборыкинская культура. Вещество шихты неравномерно раскристаллизовано, с участками остаточных структур площадью до 5? 2 мм. Остаточные участки имеют петельчатое, кольцевое строение, состоят из стекловатой массы и смеси органики с шихтой. В центре таких структур заметны микрокристаллы глинистых образований. В некоторых участках наблюдается в значительных количествах мелкочешуйчатая слюда — серицит. Хорошо видны структуры обрастания шихты на кварцевых зернах. Кроме кварца встречается микроклин — 2–3 %, а также отдельные зерна мусковита и плагиоклаза кислого состава (альбит). Вокруг зерен плагиоклаза отчетливо выделяются каймы обрастания из мелких чешуек серицита. Сами зерна не подвержены разрушению и местами представляют собой агрегат серицита с кварцем и остатками полевого шпата. Цемент основной массы шихты — базальный, с хорошо сохранившимися зернами кварца. В участках развития серицита вокруг зерен фиксируется типичная порфиробластовая структура. Зерна кварца величиной от 0,02 до 0,05–0,07 мм имеют остrokонечную форму без видимых следов дробления и раскристаллизации. Возможно, в состав шихты входил полимиктовый песок. Степень раскристаллизации глинистого материала высшая, присутствуют новообразования — серицит. Состав шихты (площадной): глинистый материал — 30 %, органика — 60 %, кварц — 5–7 %.

№ 135. Чечкино 2, шапкульская культура. Шихта сложена из неравномерных зерен — от 0,001 до 0,07 мм — стекловатой массы, кварца, плагиоклаза, сцементированных органическим веществом. В большинстве случаев зерна изолированы. Присутствует вторичный минерал — серицит (2–3 %), зерна ортоклаза (2 %). Цемент основной массы — базальный.

Состав шихты (площадной): глинистый материал — 55 %, органика — 30 %, кварц — 7–10 %.

Раскристаллизация шихты, наблюдаемая в прозрачных шлифах, хорошо заметна на изображениях керамики, полученных на рентгеновском растровом микроскопе (см. рис. 1, 2, 3, 5, 6). Видны структуры обрастания стекловатой массы на кварцевых зернах и микрокристаллы новообразованных минералов. При рентгеновском исследовании отмечено кварковое содержание в образцах железа: в образце № 127 — 7,13 %, в образце № 135 — 6,62 %. Учитывая тот факт, что образцы разновременны, хоть и отобраны на одном поселении (Чечкино 2), можно предположить, что глина, использовавшаяся для изготовления керамики, бралась с разных месторождений.

Остатки органики (лигнит) в керамике рассматриваемого (четвертого) петрографического типа занимают около 60 % площади шлифа. Для определения количественного содержания лигнита и свободного углерода образцы были предварительно взвешены на весах WA 36±5·10⁻⁵ г, измельчены (гранулированы) и прокалены в калориметрической бомбе при температуре 500 ° С в потоке чистого кислорода. После практически полного выгорания лигнита гранулы взвешивались на тех же весах. Результаты приведены в табл.

В различных образцах “органики + влаги” содержится от 8 до 14 %, а свободного углерода — до 2,5 %. Эти данные представляют интерес с точки зрения возможности датирования керамики по находящемуся в ней углероду. Но прежде необходимо решить вопрос об его происхождении (искусственной или естественной примеси к глиняному тесту).

**Результаты исследования шапкульской и боборыкинской керамики
гравиметрическим методом (Россини)**

№ образца*	Масса образца (гранулы), г		Масса выделенного	Масса свободного углерода в образце		Масса "органики + влаги" в образце		Масса "органики + влаги" в 1 г образца, г
	до сжигания	после сжигания	CO ₂ , г	г	%	г	%	
84	0,99682	0,90505	0,08852	0,02416	2,42	0,09177	9,21	0,09206
85	1,17586	1,00453	0,10493	0,02864	2,44	0,17133	14,57	0,14571
91	0,95165	0,87329	0,03251	0,00887	0,93	0,07836	8,23	0,08234
124	0,95165	0,3739	0,0385	–	–	–	9,33	–
127	0,86384	0,78259	0,06283	0,01715	1,99	0,08125	9,41	0,09406
135	1,31148	1,16437	0,12348	0,03370	2,57	0,14711	11,22	0,11217

* Образцы № 84, 85, 91, 127, 135 описаны в тексте данной статьи; образец № 124 — Чечкино 2, боборыкинская культура.

Существует несколько представлений о затемненных участках в петрографических шлифах керамики и черных полосах на ее изломах. Так, И. С. Жущиховская и Б. Л. Залищак считают, что "непрозрачные участки цемента образованы частицами окислов железа и углистых остатков", а последние содержатся в глинах Приморья в виде микроскопических органических остатков [Жущиховская, Залищак, 1986, с. 56, 59]. Иной позиции придерживаются исследователи керамики из голоценовых отложений Денисовой пещеры, считающие, что "лигнит (углистое вещество.— В. З.) обнаружен во всех без исключения фрагментах, т. е. этот компонент изначально вводился во все формовочные массы" [Ламина, Лотова, 1994, с. 159]. Последний вывод может быть сопоставлен с наличием на поверхности и изломах древней посуды отпечатков травы, волоса, перьев и других остатков примесей органического происхождения. Скорее всего, это искусственные добавки в тесто керамики, использовавшиеся, с одной стороны, как отошители глины, с другой — в качестве своеобразных присадок, так как, преобразуясь при невысокой температуре в тяжелые углеводороды, они способствуют лучшей раскристаллизации шихты, т. е. ее спеканию, а следовательно, повышают прочность посуды. Присутствие углеводородов (полосы С–Н выявлены методом ИК-спектроскопии) отмечено в посуде из Денисовой пещеры [Там же, с. 158].

Для определения состава газ, полученный после обработки при температуре 500 °С в кислородной калориметрической бомбе гранул нескольких образцов керамики эпохи неолита, бронзы, раннего железного века был исследован на масс-спектрометре (далее иллюстрируются результаты исследования образцов № 135, 74 — неолита и поздней бронзы).

Вначале проводилось фоновое измерение: соотношение воды, азота, кислорода и углекислого газа близко атмосферному. Кроме того, фиксировались вещества с меньшей, чем у воды, молекулярной массой (рис. 3, 1; 4, 1). В силу того, что газ из калориметрической бомбы без очистки собирался в стеклянную пробирку, которая сразу запаивалась, содержание воды, азота и кислорода в обоих рассматриваемых случаях увеличено. Количество углекислого газа резко возросло по сравнению с фоновыми данными (рис. 3, 2; 4, 2). И в том, и в другом случаях (см. рис. 3, 2; 4, 2) отмечены также вещества, отсутствовавшие в фоне (с меньшей, чем у молекулы азота, молекулярной массой).

Таким образом, с уверенностью можно говорить о том, что в древней керамике содержится углерод (вероятно, свободный и связанный), присутствие его обусловлено добавлением в формовочную массу органосодержащих примесей. Этот факт является необходимой предпосылкой для разработки вопроса о радиоуглеродном датировании керамики. Правда, небольшое количество углерода исключает синтиллиационный метод датирования, а недостаточная разрешающая способность масс-спектрометров не позволяет определить соотношение C^{12} и C^{14} . Однако применение высокочувствительных лазерных спектрометров дает возможность проводить разделение изотопов, в том числе в углекислом газе [Вандышева, 1990]. Метод лазерной спектрометрии представляется нам наиболее перспективным при исследовании древней керамики в этом направлении.

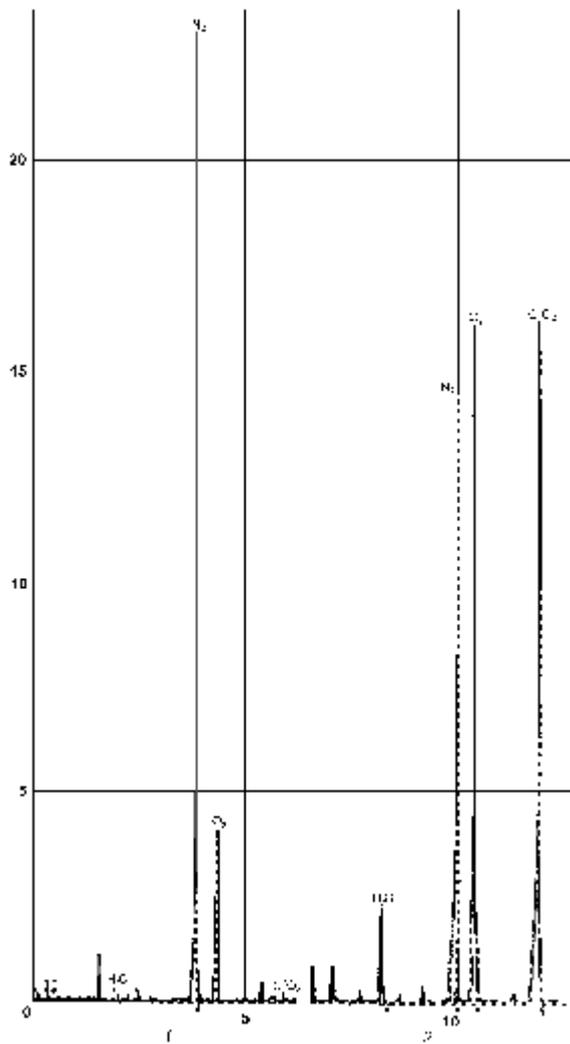


Рис. 3. Данные исследования на масс-спектрметре образца № 135.
 1 — фон, A — 1000, 0,05 mV/cm;
 2 — образец, A — 1000, 0,25 mV/cm.

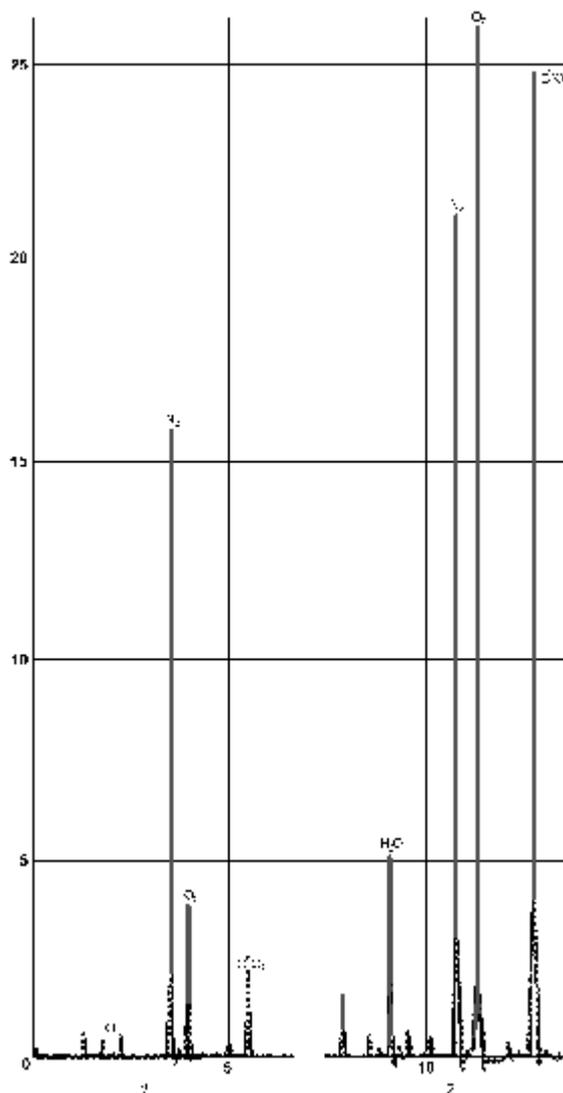


Рис. 4. Данные исследования на масс-спектрометре образца № 74.

1 — фон, А — 1000, 0,1 мВ/см;
2 — образец, А — 1000, 0,1 мВ/см.

ЛИТЕРАТУРА

- Бобринский А. А. Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения. М: Наука, 1978. 272 с.
- Вандышева Г. А. Исследование спектров поглощения линейных молекул методом внутрирезонаторной лазерной спектроскопии в области 1 мкм: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Томск: Том. ун-т, 1990. 15 с.
- Генинг В. Ф. Программа статистической обработки керамики из археологических раскопок // СА. 1973. № 1. С. 114–135.
- Генинг В. Ф. Древняя керамика: методы и программы исследования в археологии. Киев: Наук. думка, 1992. 188 с.
- Глушков И. Г., Глушкова Т. Н. Текстильная керамика как исторический источник (по материалам бронзового века Западной Сибири). Тобольск: Тоб. пед. ин-т, 1992. 130 с.
- Гражданкина Н. С. Методика химико-технологического исследования древней керамики // Археология и естественные науки. М.: Наука, 1965. С. 152–160.
- Ермаков Е. К., Зах В. А., Ермакова В. А. Петрографический анализ керамики эпохи неолита — раннего железа лесостепного Зауралья // Актуальные проблемы западносибирской археологии. Новосибирск: ИИФФ СО АН СССР, 1989. С. 75–78.
- Жущиковская И. С., Залищак Б. Л. Петрографический метод в изучении древней керамики (на материале неолитических — средневековых культур Приморья) // Методы естественных наук в археологическом изучении древних производств на Дальнем Востоке СССР. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 55–67.
- Калинина И. В., Гаджиева Е. А. Архаические орнаменты для керамики // Ad Polus. Археологические изыскания. Спб., 1993. Вып. 10. С. 83–94.
- Колчин Б. А. Археология и естественные науки // Археология и естественные науки. М.: Наука, 1965. С. 7–26.
- Круг О. Ю. Применение петрографии в археологии // Археология и естественные науки. М.: Наука, 1965. С. 146–152.

Лamina E. B., Лотова Э. В. Керамика Денисовой пещеры (по данным геолого-минералогических исследований) // Деревянко А. П., Молодин В. И. Денисова пещера. Часть 1. Новосибирск: Наука, 1994. С. 147–165.

Федорова Р. В. Применение спорово-пыльцевого анализа в изучении археологических объектов лесостепной и степной зон // СА. 1965. № 2. С. 121–131.

*Тюмень, Институт проблем освоения
Севера СО РАН*