

УДК 903.023(476.4)

DOI 10.52928/2070-1608-2025-75-3-7-10

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА КЕРАМИКИ ИЗ ГОРОДИЩ
РАННЕГО ЖЕЛЕЗНОГО ВЕКА МОГИЛЕВСКОГО ПОДНЕПРОВЬЯ****М.В. ТКАЧЁВА¹, А.Н. ОСИПЕНКО²***(Могилевский государственный университет имени А.А. Кулешова)*ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3306-1178>¹; <https://orcid.org/0000-0001-8836-8990>²e-mail: tkachyova_mv@m.msu.by; osipenko_an@m.msu.by

Современный этап развития археологии связан с междисциплинарным подходом к изучению памятников и артефактов. Методы естественных наук все еще редко применяются в археологических исследованиях по причине отсутствия тесных связей между археологами, физиками и химиками, а также из-за сложностей в интерпретации результатов, полученных в ходе исследования археологического материала.

Принципиальная новизна статьи заключается том, что в белорусской археологии метод термогравиметрического анализа древней керамики ранее широко не применялся в исследованиях и его результаты ранее не публиковались. В рамках исследования керамического материала раннего железного века, происходящего из городищ Могилевского Поднепровья: Агеевка, Радомля, Дашковка, Змеевка методом термогравиметрического анализа сделан вывод об использовании одинакового глиняного сырья для формовочных масс, из которых изготовлена керамика городищ Агеевка, Радомля, Дашковка, относящихся к зарубинецкой археологической культуре, и об использовании иного сырья для производства керамики из городища Змеевка (Пелагеевское городище), принадлежащего к колочинской археологической культуре.

Ключевые слова: лепная керамика, зарубинецкая культура, естественно-научные методы, термогравиметрический анализ.

Введение. Фрагменты лепной керамики, обнаруживаемые во время археологических исследований, состоят из исходного сырья – глины, естественных примесей, минеральных и органических добавок, применяемых в качестве отощителей. Не все месторождения глины использовались в качестве источников сырья. Гончары обычно использовали традиционные места добычи – «глинища», сырье из которых было хорошо знакомо по качеству на практике [1, с. 27–28]. Глиняное сырье могло добываться в окрестностях памятников, находилось в нескольких километрах от поселения или непосредственно в поселении [2, с. 76]. В археологических культурах раннего железного века существовали характерные традиции изготовления формовочных масс, которые могли включать минеральные и органические примеси. Для производства лепной керамики мастера использовали разные приёмы изготовления начина и полого тела сосуда. В качестве основных приёмов использовались лоскутный, ленточный и жгутовой налепы. После формовки сосуда и обработки его внешней поверхности следовал этап обжига. В качестве основных приёмов обжига керамики использовались окислительный и восстановительный режимы, которые в разной степени влияли на химический состав готового изделия. Во время бытового, ритуального или иного использования керамическое изделие подвергается воздействию внешних факторов, которые могут влиять на химический состав, например, воздействие огня во время приготовления пищи или влияние хранимых продуктов. Среда нахождения керамического изделия (почва, вода) также оказывает влияние на его внешний вид и химический состав [3, с. 18–19].

Большую актуальность в археологической науке имеет использование методов естественных наук, так как результаты, полученные с их помощью, обычно имеют конкретные математические значения, что особенно важно при датировании археологического материала, а также при определении технологии изготовления керамических и металлических изделий. В данной статье рассматриваются результаты термогравиметрического исследования фрагментов лепной керамики из городищ Могилевского Поднепровья: Агеевка, Радомля, Дашковка и Змеевка (Пелагеевское городище). Целью изучения фрагментов керамики из указанных городищ с помощью термогравиметрического анализа являлось подтверждение или опровержение выводов, полученных с помощью визуального изучения. Задачами исследования являлись: выявить наличие изменений в формовочных массах образцов керамики под воздействием температуры, определить возможности использования термогравиметрического анализа для исследования древней керамики.

Основная часть. В настоящее время в археологии принята методика анализа керамического материала традиционными способами, основанными, преимущественно, на визуальном изучении внешнего вида, состава формовочных масс, изломов черепков. Выводы, полученные таким образом, не всегда имеют обоснование и возможность подтверждения. Изучение археологических находок путём применения естественно-научных методов имеет большое значение для исследования керамических изделий и постепенно входит в белорусскую археологию [4, с. 122]. В частности, в белорусской археологии результаты минералого-петрографического анализа керамики из памятников эпохи железного века и Раннего Средневековья Верхнего Поднепровья и Припятского Полесья использовала в своих исследованиях Н.В. Дубицкая [5, с. 45–48]. Результаты изучения керамики методом термогравиметрического анализа в белорусской историографии ранее представлены не были.

В Российской Федерации совместное исследование керамики археологами, физиками, химиками методами естественных наук более развито и имеет комплексный характер. Петрографический метод исследования широко используется российскими археологами-керамистами. Термогравиметрический анализ в исследованиях неолитической керамики, керамики эпохи бронзы используют В.И. Молодин, Л.Н. Мыльникова [3, с. 5]. Применяются результаты оптической и сканирующей электронной микроскопии, атомно-адсорбционной спектроскопии, химического и рентгенофазового анализа и данные других методов [6, с. 56].

Среди естественно-научных методов исследования важное место занимают термические методы анализа, под которыми понимается группа методов химического и физического анализа, которые позволяют получить информацию об изменении свойств различных материалов и, в частности, керамики под воздействием температуры. К этой группе методов относится термогравиметрический анализ. В результате такого анализа исследователь получает данные об изменении массы изучаемого образца при росте температуры [3, с. 6]. В процессе анализа происходит нагревание образца и температура обычно поднимается с постоянной скоростью, одновременно происходит запись кривой, отражающей изменение массы в зависимости от температуры. Предполагается, что нагрев образцов керамики в процессе термогравиметрического анализа может дать информацию об изменении свойств глинистых компонентов [3, с. 9]. Так, в процессе термогравиметрического исследования керамики проявляются процессы дегидратации (при нагреве от комнатной температуры до $\sim 250^{\circ}\text{C}$), разложения гидроксильных соединений в минералах глин (примерно от $\sim 250^{\circ}\text{C}$ до $\sim 600^{\circ}\text{C}$), разложения карбонатов (выше 650°C) [3, с. 12].

В данной статье рассматриваются результаты термогравиметрического исследования фрагментов лепной керамики из городищ раннего железного века Могилевского Поднепровья: Агеевка, Радомля, Дашковка и Змеевка (Пелагеевское городище). Городище Агеевка расположено в современной деревне с одноименным названием в составе Мостокского сельсовета Могилёвского района Могилёвской области. В июле 2020 года городище исследовала экспедиция историко-филологического факультета Могилевского государственного университета имени А.А. Кулешова под руководством А.М. Авласовича [7]. Городище Радомля находится в современном агрогородке Радомля Чаусского района. Городище исследовала экспедиция исторического факультета Могилевского государственного университета имени А.А. Кулешова под руководством И.А. Марзалюка в 2007 году [8]. Городище Дашковка находится у агрогородка Дашковка Могилевского района. Лепная керамика из городища Дашковка найдена во время археологических раскопок в 2019 году экспедицией историко-филологического факультета Могилевского государственного университета имени А.А. Кулешова под руководством А.М. Авласовича [9]. Городище Змеевка располагалось на правом берегу р. Дубровенка в 2,5 км выше впадения её в р. Днепр в г. Могилеве. Фрагменты лепной керамики обнаружены в заполнении жилища и при разработке столбовых ям в 2008 году во время проведения раскопок на памятнике экспедицией исторического факультета Могилевского государственного университета имени А.А. Кулешова под руководством И.А. Марзалюка [10].

По итогам исследования городища Агеевка были обнаружены фрагменты груболопной керамики с крупными примесями отошителя (дресвы). По составу формовочной массы, способу обработки поверхности, по особенностям изготовления (начин, способ лепки и режим обжига) сделан вывод о принадлежности керамики к материалам верхнеднепровского варианта зарубинецкой археологической культуры [11, с. 95]. Фрагменты керамики из городища Радомля – груболопные, шероховатые на ощупь из-за наличия в формовочной массе крупных примесей отошителя (дресвы). Сделан вывод о принадлежности керамики к материалам верхнеднепровского варианта зарубинецкой археологической культуры [8]. На городище Дашковка найдена как лепная гладкостенная, хорошо заглаженная керамика, так и фрагменты с шероховатой поверхностью из-за наличия в формовочной массе крупных примесей отошителя (дресвы и песка). Датирование по аналогиям позволяет отнести керамику к зарубинецкой и колочинской археологическим культурам [9]. Керамика из городища Змеевка лепная, имеет плохо заглаженную, шероховатую поверхность с крупными примесями отошителей (дресвы и песка). Фрагменты имеют аналогии с керамикой из Колочинского городища Речицкого района Гомельской области датируются V–VII вв. и относятся колочинской археологической культуре [12, с. 20–21].

Так как керамический материал из рассматриваемых памятников фрагментирован и отсутствуют целые формы, для проведения термогравиметрического анализа были взяты фрагменты стенок из каждого памятника. Для проведения измерений образцы предварительно измельчались до песчаного состояния и просеивались через металлическое сито для отделения слишком крупных фрагментов и получения схожих по дисперсному состоянию фракций. Изучение образцов проводилось на приборе синхронного термического анализа Netzsch STA 409 EP/2 в диапазоне температур от 20°C до 600°C . Нагрев осуществлялся в течение двух часов со скоростью $5^{\circ}\text{C}/\text{мин}$.

Из городища Радомля суммарно исследовано 3 образца, из городища Агеевка – 4 образца, из городища Дашковка – 2 образца, из городища Змеевка исследовано 5 образцов.

Температура нагрева образцов керамики до 250°C позволила установить удельную потерю массы образца от изначальной за счет процесса дегидратации, когда остаточная влага, находящаяся в размельчённом образце, благодаря связывающему действию его материала, испаряется [3, с. 19]. Величина потери массы образцами из различных городищ при повышении температуры до 250°C и $250\text{--}600^{\circ}\text{C}$ представлена в таблице 1.

Таким образом, наименьшие значения потери массы в результате дегидратации наблюдались в образцах из городищ Дашковка и Агеевка, большие значения потери массы отмечались в образцах из городищ Радомля и особенно Змеевка. Более низкий уровень дегидратации образцов лепной керамики при росте температуры позволяет сделать вывод о том, что они, благодаря низкому связывающему действию материала, содержат мало связанной

воды, которая обычно присутствует в наиболее мелких трещинах и порах. Следует отметить, что результаты изучения фрагментов керамики из городищ Радомля, Агеевка, Дашковка свидетельствуют, что они изготовлены из хорошо вымешанной формовочной массы, состоящей, преимущественно, из глинистой компоненты, и содержат относительно мало примесей. Также это может свидетельствовать о хорошем качестве обжига и его высокотемпературном режиме. Формовочная масса керамики из городища Змеевка состоит, преимущественно, из крупных включений примесей дресвы и песка. Фрагменты легко ломаются и крошатся, что говорит о том, что фрагменты по структуре пористые и могут содержать повышенное количество влаги.

Таблица 1. – Изменение массы образцов керамики в сравнении с изначальными значениями при их нагреве в интервалах температур 20–250 и 250–600°С, %

№ образца	Температура °С в %		№ образца	Температура °С в %	
	20–250	250–600		20–250	250–600
Радомля 1	3,27	2,93	Дашковка 1	1,96	1,66
Радомля 2	4,49	5,60	Дашковка 2	1,02	0,26
Радомля 3	0,78	0,49	Среднее:	1,49	0,96
Среднее:	2,85	3,01	Змеевка 1	6,11	9
Агеевка 1	3,41	3,66	Змеевка 2	3,62	3,64
Агеевка 2	2,44	2,23	Змеевка 3	1,40	5,17
Агеевка 3	3,09	2,57	Змеевка 4	1,57	1,43
Агеевка 4	1,08	0,58	Змеевка 5	3,33	3,27
Среднее:	2,51	2,26	Среднее:	3,21	4,51

Температурный диапазон от 250°С до ~500°С и выше сопровождается разложением гидроксильных соединений в минералах глины керамической массы, что сопровождается дальнейшей потерей массы образцами керамики. С другой стороны, в этом же температурном диапазоне может отмечаться восстановление утраченной массы, что обычно связано с присоединением кислорода воздуха и образованием оксидов. Окислительные процессы с участием компонентов керамического материала могут свидетельствовать о наличии в керамической массе включений из металлов и некоторых полуметаллов, легко окисляющихся при высокой температуре.

В нашем случае (см. таблицу 1) потеря массы в интервале температур от 250 до 600°С была характерна для образцов из городища Змеевка и, в меньшей степени, Радомля, в образцах из городищ Дашковка и Агеевка более было заметно восстановление массы. Эти данные могут свидетельствовать о том, что в образцах, в которых наблюдалась потеря массы, включения металлических соединений в глиняном сырье были минимальны или отсутствовали вовсе. В образцах, где наблюдалось восстановление массы, в исходном глиняном сырье находились металлические и полуметаллические включения.

Заключение. Таким образом, использование термогравиметрического анализа для изучения лепной керамики может значительно расширить возможности исследования археологических находок по сравнению с визуальными методами изучения и увеличить уровень доказательности получаемых выводов и результатов. Результаты естественнонаучных методов имеют важное значение, так как они объективны и проверяемы. С помощью термогравиметрического анализа есть возможность получить важную информацию для воспроизводства технологии изготовления керамических изделий, а также выявления преемственности в использовании технологических традиций, характерных для разных археологических культур.

Так как проведение термогравиметрического анализа предполагает полное разрушение артефактов, использовалась небольшая выборка фрагментов и выбирались те фрагменты, что чаще всего встречаются на памятниках по морфологическим признакам. Для анализа использовались фрагменты, характерные для зарубинецкой (Агеевка, Радомля, Дашковка) и колочинской (Змеевка) археологических культур. В нашем случае результаты термогравиметрического анализа подтвердили выводы визуального изучения фрагментов керамики о том, что для изготовления образцов из городищ Агеевка, Радомля, Дашковка использовались схожие рецепты формовочных масс, тогда как формовочная масса керамики из городища Змеевка (Пелагеевское городище) изготовлена по иному рецепту. Для изготовления керамики из Дашковки, Агеевки и Радомли использовалась глина с металлическими и полуметаллическими включениями. Соответственно, для изготовления керамики племени зарубинецкой и колочинской археологических культур использовали глиняное сырье разного состава.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Милюченко С.А. Белорусское народное гончарство. – Минск: Наука и техника, 1984. – 183 с.
2. Бобринский А.Г. Гончарство Восточной Европы. Источники и методы изучения. – М.: Наука, 1978. – 275 с.
3. Дребушак В.А., Мильникова Л.Н., Дребушак Т.Н. Физико-химическое исследование керамики (на примере изделий переходного времени от бронзового к железному веку) / под ред. В.В. Болдырева, В.И. Молодина. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 98 с. – (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 6). – URL: <https://www.iprbookshop.ru/15801.html>.
4. Молодин В.И., Мильникова Л.Н. Теория и практика исследования древней керамики: традиционные и новейшие методы // Самарский научный вестник. – 2015. – № 3(12). – С. 122–127. DOI: <https://doi.org/10.17816/snvt20153211>.

5. Дубицкая Н.Н. Керамическое производство Белорусского Поднепровья в VIII в. до н.э. – V в. н.э. // Матэрыялы па археалогіі Беларусі. – 2002. – № 4. – С. 45-48.
6. Цетлин Ю.Б., Волкова Е.В. Роль естественно-научных методов в изучении древней керамики как источника исторической информации // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2010. – Вып. 4(44) – С. 52–59. – URL: <http://old.archaeology.nsc.ru/ru/publish/journal/doc/2010/444/3.pdf>.
7. Авласович А.М. Изучение оборонительной системы городища у д. Агеевка // Гісторыя Магілёва: мінулае і сучаснасць: зб. навук. прац XII Міжнар. навук. канф., 25–26 чэрв. 2021 г., г. Магілёў / уклад. І.А. Пушкін. – Магілёў: БДУТ, 2021. – С. 114–120. – URL: <https://libr.msu.by/handle/123456789/20620>.
8. Марзалюк І.А. Справаздача аб археалагічных раскопках на тэрыторыі вёскі Радамля (Замковішча, Гарадзішча № 2) Чавускага раёна Магілёўскай вобласці ў 2007 г. // ЦНА НАН Беларусі. ФАНД. – Воп. 1. – Арх. № 2520. – 37 с.
9. Авласович А.М. Научный отчет о проведении археологических раскопок на памятниках железного века и средневековья на территории Могилёвского района Могилёвской области в 2019 г. // ЦНА НАН Беларусі. ФАНД. – Воп. 1. – Арх. № 3603. – 170 с.
10. Марзалюк І.А. Справаздача аб археалагічных раскопках Пелагееўскага гарадзішча («Змяёўка») у г. Магілёве ў 2008 годзе // ЦНА НАН Беларусі. ФАНД. – Воп. 1. – Арх. № 2592. – 17 с.
11. Ткачэва М.В. Кераміка из городища Агеевка Могилевского района // Веснік Магілёўскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя А.А. Куляшова. Серыя А. – 2022. – № 1(59). – С. 95–99. – URL: <https://libr.msu.by/handle/123456789/19942>.
12. Марзалюк І.А., Рыер Я.Р. Гарадзішча Змяёўка (Пелагееўскае гарадзішча) у Магілёве. Археалагічнае даследаванне. – Магілёў: УА «МДУ імя А.А. Куляшова», 2010. – 68 с.

Поступила 09.06.2025

RESULTS OF THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF CERAMICS FROM THE EARLY IRON AGE SETTLEMENTS OF THE MOGILEV DNIEPER REGION

M. TKACHOVA, A. OSIPENKO
(Mogilev State A. Kuleshov University)

The modern stage of archaeology development is connected with the interdisciplinary approach to the study of monuments and artifacts. The methods of natural sciences are still rarely applied in archaeological research due to the lack of close connections between archaeologists, physicists and chemists, as well as due to the difficulties in interpreting the results obtained during the study of archaeological material. The fundamental novelty of the article is that in Belarusian archaeology the method of thermogravimetric analysis of ancient ceramics has not been widely used in research before and the results of thermogravimetric analysis of ancient ceramics have not been published before. As a result of the study of the ceramic material of the early Iron Age, originating from the settlements of the Mogilev Dnieper region: Ageyevka, Radomya, Dashkovka, Zmeyevka by the method of thermogravimetric analysis, a conclusion was made about the use of the same clay raw materials for molding masses, from which the ceramics from the settlements of Ageyevka, Radomya, Dashkovka, which belong to the Zarubintsy archaeological culture, were made. And about the use of other raw materials for the production of ceramics from the Zmeevka settlement (Pelageevskoye settlement), which belongs to the Kolochin archaeological culture.

Keywords: hand-made ceramics, Zarubintsy culture, natural science methods, thermogravimetric analysis.