

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Степовой А. В., канд. ист. наук, н. с.

Нижевартовский государственный университет

Евтушенко Е. И., д-р техн. наук, проф.,

Дороганов В. А., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КЕРАМИЧЕСКИЕ КОМПОЗИТЫ VIII-X В.В. Н. Э., ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ДРЕВНЕЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

naukaei@mail.ru

В VIII-X в.н.э. на территории Белгородской области располагались поселения алан. Были проведены археологические исследования пункта древней металлургии, располагавшихся на территории данных поселений. В лабораторных условиях были исследованы образцы керамических композитов для плавки металлов. Установлено, что керамические материалы относятся к типу полуокислых. В качестве сырьевых материалов использовался кварцевый песок и глины гидрослюдистого состава. Были изучены структура и фазовый состав керамических композитов и расплава, оставшегося после выплавки металла. Анализ данных показал, что основными минеральными фазами композита являются высоко- и низкотемпературные разновидности кремнезема, что свидетельствует о том, что металлургические процессы происходили при температурах выше 1300 °С.

Ключевые слова: керамические тигли, керамические композиты, кварц, кремнезем, глина, расплав металла, древняя металлургия.

Во второй половине VIII – первой половине X вв. юго-восточная часть современной Белгородской области входила в зону расселения населения салтово-маяцкой культуры, одним из этнических компонентов которой являлись аланы. Аланы пришли в бассейн Дона из Предкавказья и расселились на землях, близких им по физико-географическим признакам – высоким меловым отрогам правых берегов Северского Донца и Оскола. В область распространения аланского лесостепного варианта салтово-маяцкой культуры вошёл и Ютановский комплекс археологических памятников салтово-маяцкой культуры. В его составе - городище, три селища, два могильника, три пункта древней металлургии.

Пункт древней металлургии - II, открытый А. Г. Николаенко в 1982 г. [1], находится на правобережной пойменной дюне р. Оскол на территории с. Ютановка Волоконовского района Белгородской обл. В ходе археологических исследований пункта древней металлургии - II в 1994-2003 гг., проводившихся под руководством А. Г. Николаенко, были открыты и изучены ремесленные объекты салтово-маяцкой культуры: 22 сыродутных горна, металлургическая мастерская с сыродутным горном, площадка для дробления железной руды, ремесленная мастерская, 3 гончарных мастерских, гончарный горн, хозяйственная постройка, большое количество ям различного назначения.

Исследованные сыродутные горны, исходя из особенностей конструкции, были разделены на пять типов. Наиболее многочисленными являются сыродутные горны I типа (рис. 1), основным конструктивным элементом которых был керамический уплощенно-колбообразный тигель. Сохранившаяся высота тиглей 0,35-0,6 м при длине по плечикам 0,36-0,66 м и ширине плечиков 0,17-0,32 м [2]. Тигель, предназначенный для выплавки металла, устанавливался в специально вырытую в материковой глине яму-шахту. Верхняя часть тигля (горловина) являлась колошником. При загрузке в тигель железной руды и древесного угля к колошнику прикладывалась патрубковая насадка с верхней «воронкой» (рис. 1). Колошниковая горловина, в плане – прямоугольная, имела закругленные углы. Плавно расходясь вниз, горловина в своих боковых сторонах переходит в плечики. В месте перехода с каждой боковой стороны всегда есть по одному круглому или округлому отверстию диаметром 1-2 см, в которые вставлялись воздуховодные трубки для поддува воздуха. Под плечиками стенки тигля несколько сужались. Как выглядела нижняя, донная часть, мы до сих пор не знаем. Дно, возможно, выпуклое и приставное, размещалось в лещадном углублении ямы-шахты и заменялось после выплавки металла. Колбы, при исследовании, внизу имели отверстие.

Пространство между тиглем и стенками ямы-шахты, а также пространство воздуховод-

ных каналов заполнялось мелкозернистым песком. Такая песчаная засыпка, обеспечивавшая устойчивость тигля, патрубковой насадки в яме-шахте и воздуховодных трубок в воздуховодах, выполняла в яме-шахте теплоизоляционную функцию, а при выплавке металла приобретала определённую цветовую гамму.

Яма-шахта с установленным тиглем сооружалась мастерами в 0,25-1 м от пригорновой ямы и соединялась с ней наклонным каналом, проходившим под материковой глиняной межъямной перегородкой и предназначенным для выпуска шлака и металла в пригорновую яму, в которой находился мастер-металлург.

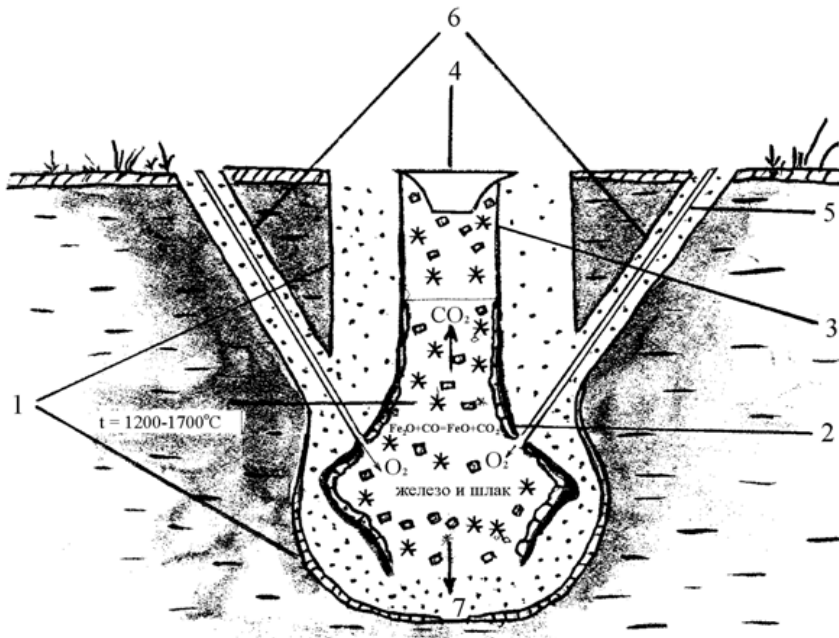


Рис. 1. Реконструкция сыродутного горна I типа Ютановского металлургического комплекса [3]:
1 – стенки ямы-шахты; 2 – железоплавильный тигель; 3 – патрубковая насадка; 4 – завалочная керамическая воронка; 5 – воздуховодная трубка; 6 – воздуховодные каналы; 7 – лещадь горна

Стенка тигля или фрагмент плечика с находящимся внутри него расплавом (рис. 2, 1), свидетельствующее об использовании мастерами-металлургами в чёрнометаллургическом производстве керамических мини-тиглей, найдена на пункте древней металлургии – II в результате археологического исследования памятника [4]. Размеры фрагмента плечика – 1,8 x 3,1 см при

толщине стенки 0,4-0,5 см. Внешняя абразивная поверхность овального плечика тёмно-серая, как и у тиглей сыродутных горнов I типа [1]. Форма овального плечика почти повторяет в уменьшенном виде форму плечика колбообразного тигля сыродутных горнов I типа, предполагая тем самым колбообразную форму у мини-тигля с соответствующей высотой плечика в 3,1 см.



Рис. 2. Фрагменты керамических мини-тиглей Ютановского пункта древней металлургии – II.
1 – фрагмент плечика мини-тигля с расплавом. 2 – фрагмент стенки мини-тигля с плечиком и расплавом, 3 – вид сбоку фрагмента 2

Химический анализ стенки мини-тигля был произведен в Центре высоких технологий (ЦВТ) Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, показал следующее содержание основных оксидов: SiO_2 – 63,22 %, Fe_2O_3 – 12,73 %, Al_2O_3 – 6,82%, ZnO – 6,06 %, CaO – 4,10 %, Na_2O – 1,67 %, MgO – 1,16 %, K_2O – 1,09 %. Из рентгенофазового анализа, представленного на рис. 3., следует, что основной фазой керамического композита является различные разновидности кремнезема (SiO_2) в

виде гексагональной низкотемпературной модификации α - и β -кварца, а также высокотемпературной разновидности β -кristобалита с кубической сингонией. Наличие β -кristобалита свидетельствует о том, что данный материал подвергался высокотемпературной обработке выше 1400 °С. Кроме полиморфных разновидностей кварца в данном композите в качестве примесей в незначительных количествах присутствуют энстатит (MgSiO_3), ганит (ZnAl_2O_4) и хибонит ($\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$).

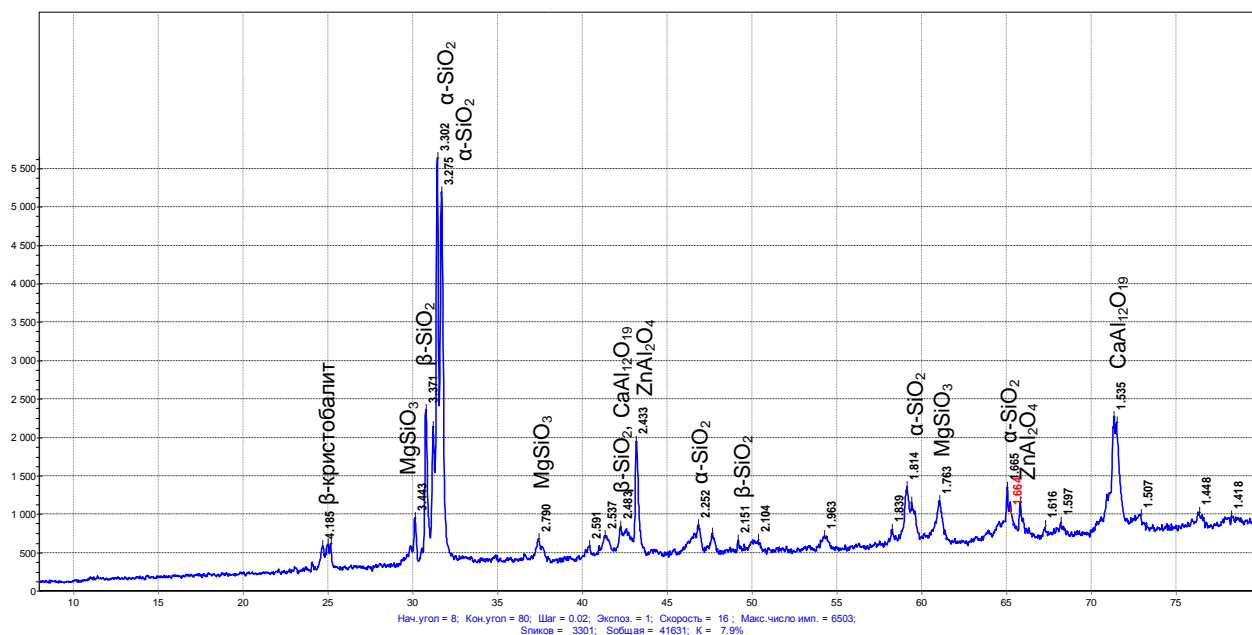


Рис. 3. Рентгенограмма поверхности стенки мини-тигля

По химико-минералогическому составу керамический материал можно отнести к алюмосиликатному типу огнеупоров к группе полукислые в соответствии с ГОСТ 28874-2004 «Огнеупоры. Классификация». Наличие в химическом составе Al_2O_3 свидетельствует о том, что в качестве связки для огнеупорного композита применялась глина гидрослюдистого состава, а в качестве заполнителя использовался кварцевый песок [5, 6]. Использование песка в качестве наполнителя также подтверждается анализом микрофотографий, сделанных с помощью электронного микроскопа TESCAN MIRA-3, представленных на рис. 4. Из анализа микрофотографий следует, что в керамическом композите присутствуют зерна кварца размером до 250 мкм (рис.4, б) с частично дефектной структурой характерной для высокотемпературной модификации кремнезема. Дефекты возникают на поверхности зерен и постепенно проникают во внутрь, что детально показано на рис. 4, в. Внутри мини-тигля наблюдается наличие расплава следующего химического состава: SiO_2 – 25,08%, Fe_2O_3 – 61,73%, Al_2O_3 – 5,01%, CaO – 2,87%,

Na_2O – 0,41%, MgO – 1,11%, K_2O – 0,45%. Данный рудно-шлаковый расплав мог выполнять функцию гарнисажа, предохраняющего керамический композит от агрессивного воздействия при металлургическом процессе, протекавшем в мини-тигле.

Фрагмент стенки с плечиком от второго мини-тигля (рис. 2. № 2,3) отличается от фрагмента первого мини-тигля (рис. 2, №1). Во-первых, внешняя поверхность стенки мини-тигля состоит из двух структур – абразивной и гладкой (лощёной). Общая толщина стенки от 0,4 см сверху до 1,1 см внизу. Внутри она покрыта расплавом с коричневым оттенком внешней поверхности. Во-вторых, фрагмент тигелька имеет полуовальное плечико с абразивной поверхностью, толщиной стенок от 0,1 см сверху и сбоку до 0,1-0,3 см снизу. Плечико имеет наибольшую высоту 1,7 см у стенки. Внутри тигелька за счет протекания высокотемпературного процесса, связанного с выплавкой металла, сбоку плечика появилась трещина, в которую и начал просачиваться расплав. Ниже плечика находился наплыв расплава с коричневым от-

тенком внешней поверхности. Какого качества был выплавляемый металл, для каких целей он мог быть предназначен – на эти вопросы ещё предстоит найти ответы. А о конструкции мини-

тиглей и системы поддува воздуха мы также можем только догадываться.

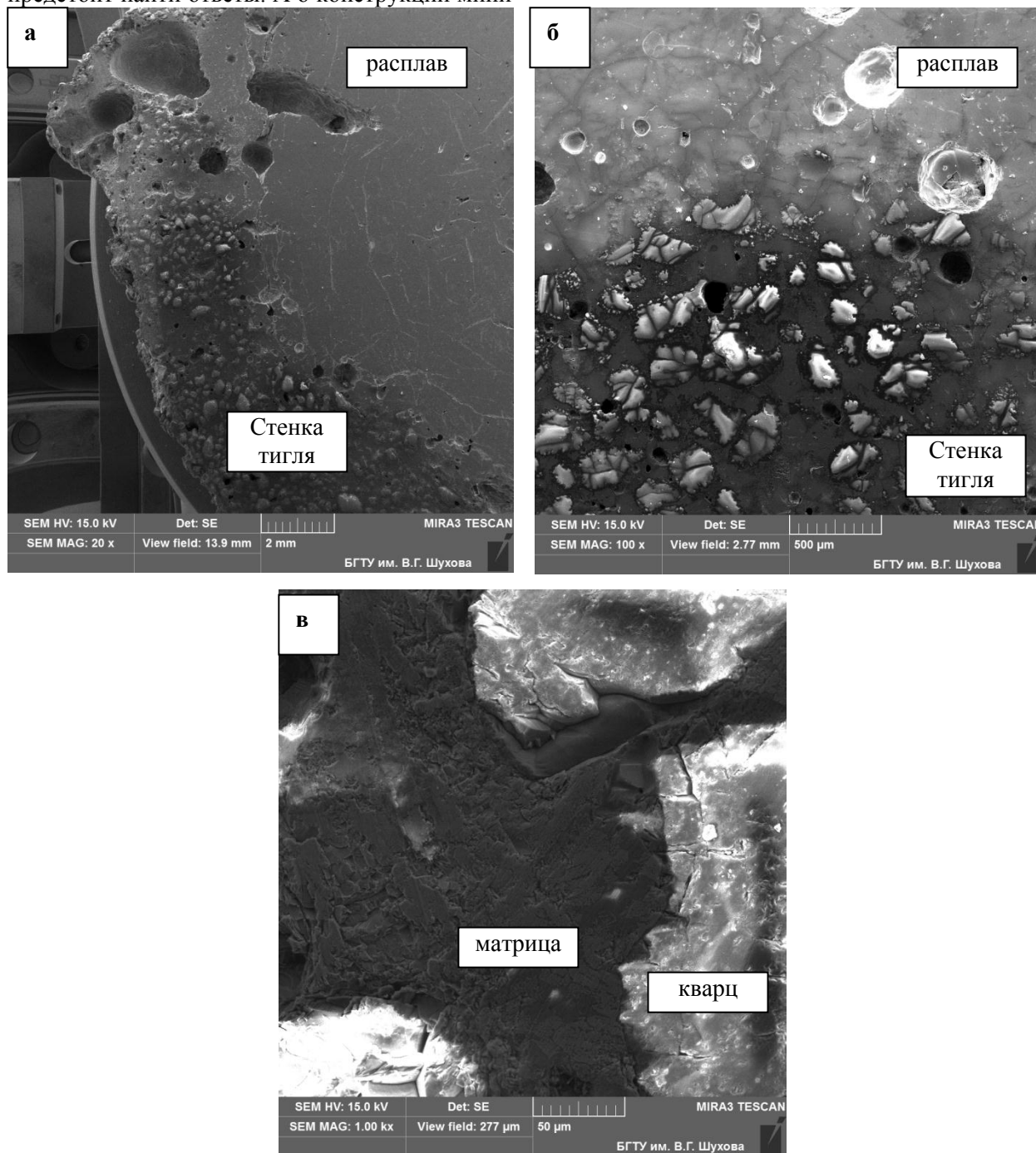


Рис. 4. Микрофотографии керамического мини-тигля:

а – внешний вид стенки; б – граница между расплавом и стенкой тигля; в – спеченная керамическая матрица, расположенная между зернами кварца

Таким образом, рассмотренные керамические мини-тигли применялись мастерами-металлургами в металлургическом процессе с целью выплавки металла и свидетельствуют об определённой специализации в среде металлургов-ремесленников Ютановского чёрнометаллургического комплекса салтово-маяцкой культуры. Фрагменты единичны, как единичны были

и мастера-металлурги, работавшие с мини-тиглями данных конструкций. Аналогии данным керамическим мини-тиглям на территории распространения салтово-маяцкой культуры, синхронных и территориально близких ей археологических культур нам не известны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Николаенко, А. Г. Древний город у Ютановки/ А.Г. Николаенко. - Волоконовка: Волокон. тип., 1995. 110 с.
2. Винников А.З., Степовой А.В. Древние металлурги Поосколья (Ютановский металлургический комплекс салтово-маяцкой культуры): монография. Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронеж. гос. ун-та, 2012. 229 с.
3. Николаенко А. Г., Степовой А.В. Спасенная память России: археолог. фотоальбом; Упр. культуры Белгор. обл.; фот. А. Г. Николаенко. Белгород: Обл. тип., 2006. 36 с.
4. Степовой А. В. Отчет об археологических раскопках на Ютановском пункте древней металлургии - II в с. Ютановка Волоконовского района Белгородской области в 2012 г. Волоконовка: 2013. // Архив ИА РАН.
5. Дороганов В.А., Дороганов Е.А., Пивинский Ю.Е. Огнеупорные пластичные массы на основе высококонцентрированных керамических вяжущих суспензий (ВКВС). II. Структурно-механические свойства пластифицированных ВКВС в системе SiO₂ – глина// Огнеупоры и техническая керамика. 2001. № 3. С. 17–20.
6. Doroganov V.A., Doroganov E.A., Pivinskii Yu. E. Refractory Plastic Masses Based on Highly Concentrated Ceramic Binding Suspensions (HCBS). II. Structural and Mechanical Properties of Plasticized HCBS// Refractories and Industrial Ceramics. 2001. Volume 42, Numbers 3-4. p. 106-110.