

Бровендер Ю.М., Загородняя О.Н. Орудия металлопроизводства поселения Червоно Озеро-3 Картамышского комплекса горно-металлургических памятников эпохи бронзы // Материали та дослідження з археології Східної України. Луганск: Нац. акад. Наук. України, Східноукр. нац. ун-т ім. Володимира Даля, Ін-т археології. 2009. С. 251–262.

Горацук И.В., Колев Ю.И. Каменные и костяные орудия с рудника бронзового века Михайло-овсянка в Самарской области // Вопросы Археологии Урала и Поволжья. Вып. 2. 2004. С. 89–104.

Загородняя О.Н. Экспериментально-трассологические исследования орудий металлопроизводства: история и перспективы. Донецкий археологичний збірник. 2011. № 15. С. 78–87.

Коробкова Г.Ф., Винградов Н.Б. Каменные и костяные орудия из поселения Кулевчи III // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. Сер. 1. Исторические науки. 2004. С. 57–87.

Каргалы. Т. III: Селище Горный: Археологические материалы: Технология горно-металлургического производства: Археобиологические исследования / Сост. и науч. ред. Е.Н. Черных. М.: Языки славянской культуры, 2004. 320 с.

Маргулан А.Х. Сочинения: В 14 т. Т. 2. Сарыарка. Горное дело и металлургия в эпоху бронзы. Джезказган – древний и средневековый металлургический центр (городище Милы-кудук) / Сост. Д.А. Маргулан. Алматы: Дайк-Пресс. 2001. 144 с.

Соломахо В.Л., Томилиן Р.И., Цитович Б.В., Юдовин Л.Г. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы. Мн.: Вышэйшая школа, 1988. С. 119–272 с.

Тевелев А.В., Кошелева И.А., Бурштейн Е.Ф., Кузнецов И.Е., Попов В.С. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 200 000. Изд. 2. Серия Южно-Уральская. Лист N-41- XXV (Каргалы). Объяснительная записка / Ред. Т.Н. Сурин. М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ». 2018. 175 с.

Ткачев В.В. Уральско-Мугоджарский горно-металлургический центр эпохи поздней бронзы // Российская археология. 2011. № 2. С. 43–55.

Фомичев А.В. Металлопроизводство населения алакульской культуры позднего бронзового века в пределах уральской горно-металлургической области. Дис. соиск. к.и.н. Оренбург. 2017.

Хадриков А.Э., Холодная И.А. Петрография и петрология магматических и метаморфических пород: учебник. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2011. 324 с.

Юминов А.М., Носкевич В.В. Геолого-минералогические и геофизические исследования древнего медного рудника Новониколаевский (Южный Урал) // Геоархеология и археологическая минералогия. 2014. С. 108–114.

К.В. Карепин

К. V. Karepin

Донецкий государственный университет, г. Донецк, karepin.kostya@mail.ru

Теоретический аспект применения каменноугольного сырья в чугуноплавильном производстве золотоордынского времени на территории Донбасса

Theoretical aspect of the use of coal raw materials in the iron-smelting industry of the Golden Horde time in the territory of Donbass

Работа посвящена вопросу теоретического использования каменного угля в качестве топлива при производстве чугунных изделий на памятниках золотоордынского времени Днепро-Донского междуречья. Концентрация фрагментов чугунных котлов позволяет предположить наличие

производственных центров в регионе. В средневековье на памятниках Восточной Европы чугун изготавливали с использованием древесного угля. В то же время в Донбассе лесные массивы фиксируются только в северной части. В таких условиях каменный уголь Донецкого бассейна становится альтернативой древесному углю в качестве топлива в чугунолитейных процессах. В работе даётся характеристика углям Донецкого бассейна. Автор делает попытку установить химический состав чугуна, предположительно, выплавленного на донецком каменном угле. На основе проведённого анализа сделан вывод о возможности использования средневековыми ремесленниками каменного угля из донецких месторождений для изготовления чугунных изделий.

The paper is devoted to the theoretical use of coal as fuel in the production of cast iron products on the sites of the Golden Horde time of the Dnieper-Don region. The concentration of fragments of cast-iron cauldron suggests the presence of production centers in region. In the Middle Ages, cast iron was made using charcoal on the sites of Eastern Europe. At the same time, in the Donbass, forests are recorded only in the northern part. In such conditions, the coal of the Donetsk basin becomes an alternative to charcoal as a fuel in iron foundry processes. The author makes an attempt to establish the chemical composition of cast iron, presumably smelted at Donetsk coal. Based on the analysis, it is concluded that medieval artisans can use coal from Donetsk deposits for the manufacture of cast iron products.

Вопрос развития ремесла у населения степной зоны важен, поскольку ремесло является маркером седентаризации местного кочевого населения. Среди прочих видов ремесла, обработка металлов указывает на высокий уровень общественного и технологического развития, поскольку требует разработки сырьевых ресурсов, налаженной логистики поставок сырья и готовой продукции, наличия металлургической базы и владения технологией получения металлов и продукции из них.

Из всех видов металлообрабатывающих ремёсел для периода Золотой Орды наиболее разработанной проблематикой является проблема чугунолитейного производства. В разные годы анализу были подвергнуты образцы чугуна из Болгара [Семькин, 1996], Азака, Селитренного городища, а также уральских центров [Рязанов, 2008]. В то же время большое количество фрагментов чугунных изделий отмечается в Днепро-Донском междуречье, однако исследования этого региона крайне малочисленны и касаются, в основном, локализации мест концентрации изделий из чугуна и производственных центров [Кравченко, 2021; Карепин, 2022].

В своей недавней статье Э.Е. Кравченко [2021] рассматривает известные на сегодняшний день места находок чугунных котлов и их фрагментов. Автором упомянуто более 200 фрагментов стенок чугунных котлов и указано 14 пунктов, на которых встречен чугун. Большое количество фрагментов чугунных котлов позволило ещё в 90-е гг. составить классификацию котлов и выдвинуть предположение о том, что на территории Донбасса в золотоордынский период находились производственные центры по изготовлению чугунных изделий [Кравченко, Швецов, 1992]. Действительно, такое количество чугунных фрагментов не может быть случайным. Подобная концентрация уже позволяет сделать заключение о нахождении в регионе производственных центров. Кроме того, на некоторых памятниках встречаются шлаки, крицы и всплески металла, что также свидетельствует о наличии чугуноплавильных мастерских.

Ранее таким центром считалось только Царино городище, археологический комплекс у с. Маяки Славянского района. Именно здесь фиксируется наибольшая концентрация фрагментов чугунных изделий (более 150) и обнаружены отходы металлургического производства. Вполне возможно, подобная ситуация фиксировалась на Райгородском городище, которое на сегодняшний день считается утерянным. Однако в 2018 г. на многослойном поселении у с. Обрыв Новоазовского района была обнаружена подобная картина. Полевые исследования показывают, что на поселении существовали долговре-

менные жилые помещения. Так, пол одного из помещений имел подсыпку из кусков толченого шлака. Также восточнее раскопа было обнаружено значительное число шлаков, криц, всплесков черного металла и стенок чугунных котлов [Кравченко, 2018]. Кроме того, в 2017 г. на этом же памятнике была собрана коллекция более чем из 30 фрагментов чугунных котлов, что для небольшого поселения является значительным количеством.

В вышеупомянутой публикации Э.Е. Кравченко высказал предположение о том, что для производства чугунных изделий в золотоордынское время ремесленники на территории Донбасса в качестве топлива могли использовать каменный уголь. Если данное предположение подтвердится, то это даст возможность не только пересмотреть наши представления о технологии металлообработки на территории Донбасса, но и опустить дату начала добычи каменного угля на Донбассе почти на 300 лет. В то же время для подтверждения этого тезиса у нас отсутствуют находки горнов, которые смогли бы пролить свет на технологические аспекты изготовления чугунных котлов в регионе. К сожалению, химический анализ упомянутых образцов также не был проведен исследователем (за исключением одного образца из Царина городища), а потому на сегодняшний день мы можем рассмотреть лишь теоретический аспект применения каменного угля в качестве топлива в чугунолитейных процессах.

Для средневековья известно два вида топлива – древесный и каменный уголь. Основным маркером для определения типа использовавшегося при литье топлива является процент серы, поскольку сера поступает в металл при выплавке чугуна на каменном угле [Терехова, 1974]. Соответственно, если процент серы высок – то можно утверждать, что в качестве топлива использовался каменный уголь, в противном случае – древесный. Также химическим показателем является процент содержания фосфора, который может быть достаточно высоким в образцах, выплавленных с использованием древесного угля.

Если говорить об исследованных образцах с различных памятников Золотой Орды, то основная масса представлена белым или половинчатым чугуном. Причем структура ряда образцов свидетельствует о том, что технологические процессы получения и разливки чугуна по формам были низкотемпературными.

На основе изучения 155 предметов у С.В. Рязанова [2008, с. 159] получается следующая картина. В 70 % исследованных образцов было отмечено высокое содержание фосфора. 34 % образцов практически не имеют неметаллических включений. В 17 % отмечается пониженное содержание серы и лишь 10 образцов содержат большое количество сульфидов железа и марганца, что говорит о высоком содержании серы. В целом, исследователь делает вывод, что химический состав и микроструктура чугуна с различных памятников Восточной Европы золотоордынского времени имеют высокий процент сходства и в основе своей представляют белый чугун доэвтектического состава, низкокремнистый, с достаточно четко выделяющейся группой высокофосфористого чугуна. Касательно тех образцов, где отмечается высокое содержание серы, исследователь высказывает мнение о том, что эти образцы не местного изготовления, а имеют привозной характер.

Как говорилось выше, из фрагментов чугунных котлов с территории Донбасса, был исследован всего один образец. Результаты анализов, в целом, сходны с другими образцами восточноевропейского чугуна XIII–XIV вв. Образец представлял собой белый чугун эвтектического состава (микроструктура – 100 % ледебурита). Содержание серы в образце оказалось пониженным [Кравченко, 2021, с. 203]. Иными словами, очевидно, что представленный образец аналогичен другим образцам, кроме того, низкое содержание серы уже указывает на то, что топливом вероятнее всего выступал древесный уголь. Конечно, по анализу единственного образца невозможно сделать какие-либо выводы,

тем не менее этот случай скорее подтверждает вывод С.В. Рязанова о сходстве технологии изготовления чугуна и используемом топливе.

Откуда же возникает предположение о возможности использования каменного угля? На самом деле Донецкий бассейн известен как один из крупнейших районов с концентрацией каменного угля в мире. Он тянется с северо-запада на юго-восток и далее по линии Красноармейск – Никитовка – Ровеньки – Зверево. Донецкий кряж занимает площадь 23 тыс. км², его общая протяженность 370 км и ширина 160 км. Примерные запасы каменного угля оцениваются в 141 млрд т. Царино городище находится поблизости Донецкого кряжа и, по словам Э.Е. Кравченко, выходы каменного угля на поверхность фиксируются в 50 км южнее памятника. Эти выходы были известны населению края и активно использовались в XVII–XVIII вв. Однако Царино городище находится в долине течения р. Северский Донец на северных склонах кряжа. Эти территории попадают в лесостепной пояс растительности, где видовой состав растительности совершенно иной. Здесь расположены многочисленные балки, в которых расположены байрачные леса. В них преобладают дуб, ясень, клен, лесная груша, желтая акация и бересклет. Там же сохранились некоторые виды травянистых растений, характерных именно для лесостепной зоны [Слюсарев, 1988, с. 126]. Эти же байрачные леса существовали и в XIII–XIV вв. и были доступны для использования местным населением. Добыча и использование каменного угля, при наличии иного вида топлива, при таких условиях мало обоснована.

В то же время другой памятник, предположительно выделяемый как центр изготовления чугунных изделий – Обрыв-2 – находится на побережье Азовского моря, в Приазовской низменности. Это зона степной растительности, где леса отсутствуют. Ближайшими зонами растительности как раз и являются те самые байрачные леса, расстояние до которых, однако, колеблется в пределах 200 км. В таких условиях остро ставится вопрос логистики и организации поставок. Учитывая, что скорость каравана может колебаться от 25 до 45 км в день, то на доставку должно уходить от 5 до 8 дней. С другой стороны, поскольку памятник находится в прибрежной зоне, то поставки могли организовываться морским путём, однако это тоже должно было занимать несколько дней.

Есть также и третий вариант. Вполне возможно наличие в поймах относительно крупных рек растительности лесного типа – так называемых пойменных лесов. Подобной крупной рекой в зоне памятника является Кальмиус. К сожалению, автору неизвестны аргументы, которые бы доказывали или опровергали наличие подобных зон растительности.

В подобной ситуации каменный уголь является хорошей альтернативой, особенно учитывая, что южная граница промышленной угленосности бассейна расположена всего в 45–50 км от памятника. Учитывая скорость движения караванов, которая была указана выше, время доставки топлива к местам производств сокращается до 1–2 дней. Однако на таком близком расстоянии нет смысла снаряжать большие караваны и вполне можно переправлять уголь одиночными телегами. В плане технологии выплавки чугуна на каменноугольном топливе также нет особых проблем. Ещё в 1992 г. было определено, что часть фрагментов котлов относится к так называемому азиатскому типу [Кравченко, Швецов, 1992]. С этим же согласен и Э.Е. Кравченко, указывая на то, что ремесленники, занимавшиеся выплавкой чугунных изделий на территории Донбасса, могли иметь восточное происхождение и тем самым должны были быть знакомы и со среднеазиатскими технологиями, которые как раз и были основаны на использовании каменного угля в качестве топлива. В то же время нужно учитывать тот факт, что указанные фрагменты вполне могут иметь привозной характер.

Иными словами, поскольку на территории Подонцовья, где сконцентрированы основные памятники, содержащие находки чугунных изделий, в том числе и Царино городище, расположены байрачные леса, которые полностью могли удовлетворить потребность ремесленников в топливе, а именно в древесном угле, то поиск каменного угля и его использование становится излишним. Для производства же чугунных изделий на памятнике Обрыв-2, местные мастера вынуждены были искать альтернативу. Подобной альтернативой как раз и мог послужить каменный уголь.

Как был уже неоднократно сказано, только анализы методами естественных наук могут дать ответ на вопрос о выборе в качестве топлива каменного или древесного угля. Однако некоторые свойства чугуна, если он действительно был выплавлен на местном каменноугольном топливе, можно выявить, если дать характеристику углям Донецкого бассейна.

Угли Донецкого бассейна – гумусовые, представлены марками Д–Т (длиннопламенные, газовые, жирные, коксовые, отощённо-спекающиеся, тощие) (78 %) и антрацитами (22 %). Также изредка встречаются сапропелитовые разновидности углей в виде отдельных линз и прослоев. В связи с различной степенью углефикации, восстановления и окисления в процессе их формирования, угли пластов верхнего карбона отличаются качеством. В свою очередь, это также влияет на то, что угли разных пластов обладают различной зольностью и сернистостью. Если говорить о природной золе, то её содержание в углях Донбасса, в среднем, колеблется в пределах 7–20 %. В то же время количество малозольных углей (то есть 7–8 %) в бассейне достаточно низкое. Касательно серы можно отметить, что на территории Донбасса преобладают угли среднесернистые (1.5–3 %). При этом более чистые и малосернистые угли сконцентрированы в западном секторе Большого Донбасса (так называемый Южный и Западный Донбасс). Эти угли относятся к пластам нижнего карбона, вследствие чего наблюдается закономерное уменьшение содержаний летучих веществ и, в частности, серы, в углях в направлении с северо-запада на юго-восток. Также содержания летучих веществ уменьшаются от стратиграфически вышележащих к нижележащим слоям [Попов, 1964]. При этом содержание фосфора в углях Донбасса весьма незначительно на всей территории бассейна.

В современных условиях также установлено, что теплота сгорания углей находится в пределах от 7500 до 8750 ккал/кг, а выход летучих веществ колеблется в пределах от 2 % для антрацитов до 50 % в случае использования длиннопламенных углей. Однако же последний факт не имеет особого значения, поскольку прежде необходимо выяснить тип печей и используемого топлива. Содержания же летучих веществ являются более важной характеристикой. Исходя из положения, что более чистые и менее сернистые угли относятся к пластам более глубокого залегания, в то время как угли, лежащие ближе к поверхности, относятся к среднесернистым, очевидно, что при выплавке чугуна на каменноугольном топливе сера должна была передаваться готовому изделию. Ведь если добыча угля и велась в средневековье, то очевидно, что велась она в местах, где наблюдались выходы угля на поверхность. В таком случае речь об углублении на сотни метров для добычи относительно чистых углей просто не может вестись.

Иными словами, в случае проведения химических анализов образцов чугуна Приазовья и Донбасса для доказательства использования местного угля в качестве топлива, результаты должны показывать содержание серы в них. Упомянутый образец, наоборот, показывает сниженное содержание серы и можно прийти к выводу, что в технологических процессах, сопровождавших изготовление данного изделия, донбасский уголь не использовался. Содержание фосфора напротив должно быть пониженным (если только не использовался какой-либо метод намеренного добавления фосфора в

расплав). В целом, эти же данные соответствуют всем образцам средневекового чугуна, выплавленного на каменноугольном топливе. В то же время эта ситуация полностью соответствует геохимической характеристике донбасских углей.

Тем самым можно заключить, что использование местного каменноугольного сырья в чугуноплавильных процессах на территории Приазовья теоретически обоснованно и возможно, однако маловероятно. Если в случае с Цариным городищем нет проблем с ресурсами и логистикой, то производство чугуна в Приазовье сопряжено с целым рядом проблем. В такой ситуации использование каменного угля могло бы разрешить часть из этих проблем. Всё же поставить окончательную точку в этом вопросе можно лишь при проведении химических и металлографических анализов, а также обнаружив сами горны, по которым можно будет восстановить технологию плавки чугуна на памятнике Обрыв-2. Однако в любом случае, какими бы не были результаты, они поставят перед исследователями множество вопросов, как о логистике, связанной с производствами, так и о средневековом природопользовании в регионе в целом.

Литература

Карпин К.В. Чугунолитейное производство в Днепро-Донском междуречье во второй половине XIII–XIV вв. // Археология в исследованиях молодых: сб. науч. статей IV междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня рождения проф. А.З. Винникова. Белгород: ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2022. С. 178–180.

Кравченко Э.Е., Швецов М.Л. О находках фрагментов чугунных котлов на территориях к западу от Дона // Проблемы археологии Поднепровья. Днепропетровск, 1992. С. 102–113.

Кравченко Э.Е. Поселение у с. Обрыв на Азовском побережье в Донбассе // Археология Евразийских степей. 2018. № 4. С. 88–92.

Кравченко Э.Е. Новые сведения о находках чугуна на золотоордынских памятниках Донецкого региона // Археология Евразийских степей. Казань, 2021. № 4. С. 198–205.

Попов В.С. Геологическое строение и промышленная угленосность Донецкого бассейна (в границах Большого Донбасса). Киев, 1964. 68 с.

Рязанов С.В. Чугунолитейное ремесло в Золотой Орде // Известия АлтГУ. Барнаул: АлтГУ, 2008. № 4–2(60). С. 159–168.

Семькин Ю.А. Черная металлургия и металлообработка на Болгарском городище // Город Болгар. Ремесло металлургов, кузнецов, литейщиков. Казань, 1996. С. 88–153.

Слюсарев А.А. Природа Донбасса: научно-популярные очерки. Донецк: Донбасс, 1988. 175 с.

Терехова Н.Н. Технология чугунолитейного производства у древних монголов // СА. 1974. № 1. С. 69–78.