

УДК 904:739.1(476.5-21)''10/18''

DOI 10.52928/2070-1608-2025-73-1-10-13

СУАДНОСІНЫ ПАМІЖ ТЫПАМІ СПЛАВАЎ І ТЭХНАЛАГІЧНЫМІ СХЕМАМІ ВЫТВОРЧАСЦІ ВЫРАБАЎ З КАЛЯРОВЫХ МЕТАЛАЎ X–XVIII СТСТ. З ТЭРЫТОРЫІ ПАЎНОЧНАЙ І ЦЭНТРАЛЬНАЙ БЕЛАРУСІ

канд. гіст. навук, дац. І.У. МАГАЛІНСКІ
(Полацкі дзяржаўны ўніверсітэт імя Еўфрасініі Полацкай)

У артыкуле прадстаўлены вынікі даследавання суадносін паміж тыпамі сплаваў і тэхналагічнымі схемамі вытворчасці вырабаў з каляровых металаў X–XVIII стст. з тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі. Аўтарам устаноўлена, што для ліцця з мінімальнымі фінальнымі дапрацоўкамі старажытнымі ювелірамі пераважна выкарыстоўваліся сплавы, якія адрозніваюцца высокай ступенню вадкацякучасці і шчыльнасцю адлівак (алавяная латунь, алавяная бронза, алавяна-свінцовая бронза, алавяна-свінцовыя сплавы і нелегіраваныя легкаплаўкія металы). Адзначана, што неабходнасць апрацоўкі нарыхтовак ціскам з прамежкавымі адпаламі абумовіла пераважнае выкарыстанне для гэтых мэт двухкампанентных латуней, свінцовых латуней і свінцовых бронз. Выяўлена таксама, што для часткі вырабаў са складаных шматкампанентных сплаваў утрыманне легіруючых кампанентаў часта карэлюецца з тэхналагічнымі схемамі прадметаў, якія з іх зроблены.

Ключавыя словы: археалогія Беларусі, гісторыя старажытнай тэхналогіі, ювелірнае рамяство, археаметалургія.

Уводзіны. Сучасныя даследаванні ў галіне вывучэння тэхналогіі старажытных металаапрацоўчых рамёстваў засноўваюцца на комплексным выкарыстанні традыцыйных археалагічных падыходаў і метадаў прыродазнаўчых навук (структурны і хімічны аналіз). Да апошняга часу ў беларускай археалогіі для даследавання тэхналогіі ювелірнай вытворчасці не выкарыстоўваўся металаграфічны метад, не мела сістэматычнага характару і вывучэнне хімічнага складу вырабаў з каляровых металаў. У перыяд з 2018 па 2024 гг. у лабараторыях Полацкага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Еўфрасініі Полацкай былі распачаты маштабныя даследаванні структуры і хімічнага складу ювелірных вырабаў X–XVIII стст. з тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі. На сённяшні дзень цалкам вывучана структура 207 абразцоў, а таксама хімічны склад 1216 артэфектаў з матэрыялаў археалагічных даследаванняў на важнейшых помніках рэгіёна (Полацк, Мінск, Друцк, Бірулі, Кардон, Лучна, Менка, Васілеўшчына і інш.). За час працы намі эксперыментальна распрацавана самастойная методика падрыхтоўкі і траўлення абразцоў, устаноўлены крытэрыі ідэнтыфікацыі выкарыстання тэхналагічных аперацый, вылучаныя тэхналагічныя групы артэфектаў, вызначаны найбольш распаўсюджаныя групы сплаваў [1–3].

Атрыманыя вынікі і матэрыялы зрабілі магчымым устанавленне адпаведнасці паміж тыпамі сплаваў і тэхналагічнымі схемамі вытворчасці пэўных катэгорый артэфектаў з каляровых металаў X–XVIII стст. з тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі. Вывучэнне гэтай праблемы дазволіць выявіць адметнасці мясцовай ювелірнай вытворчасці, ацаніць агульны прафесійны ўзровень мясцовых майстроў, ступень разумення імі сутнасці фізічных і хімічных працэсаў, якія праходзяць з рознымі па складзе металамі падчас ажыццяўлення пэўных тэхналагічных аперацый.

Асноўная частка. Вельмі распаўсюджанай сыравінай для вытворчасці вырабаў з каляровых металаў на тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі з'яўляліся медна-цынкавыя сплавы [4, с. 245]. Гэта абумоўлена тэхналагічнымі ўласцівасцямі гэтых металаў, якія ў сучаснай металургіі шырока выкарыстоўваюцца для вырабу прадметаў як з дапамогай ліцця, так і шляхам механічнага дэфармацыйнага ўздзеяння [5, с. 115]. З медна-цынкавых сплаваў зроблена 48 абразцоў выбаркі.

Двухкампанентныя латуні (CuZn) сустрэты ў складзе чатырох прадметаў. Два абразцы ўтвораны з дапамогай фармуючай халоднай коўкі, яшчэ два артэфекты – ліцця і халоднай касметычнай коўкі. Прадметы ў цэлым характарызуюцца сярэднімі і нізкімі ўтрыманнямі цынка, (1,22...10,22%) толькі ў складзе аднаго вырабу XVIII ст. зафіксавана 38,56% гэтага металу. У сучаснай металаапрацоўцы двойныя латуні пераважна выкарыстоўваюцца як дэфармуемыя сплавы: з іх вырабляюць лісты, стужкі, дрот і інш. [5, с. 116; 6, с. 514]. У асноўным з дэфармацыйным уздзеяннем звязаны і даследаваныя абразцы.

Алавяныя латуні (CuZnSn) утрымліваюць у сваім складзе, акрамя медзі і цынка, волава ў розных канцэнтрацыях. У выбарцы сустрэты 5 абразцоў з гэтага сплаву сярод якіх 3 утвораны з дапамогай ліцця і халоднай касметычнай коўкі, а 2 – фармуючай халоднай коўкі. Утрыманне волава ў прадметах вагаецца ад 1,42 да 1,84%, пры гэтым толькі ў метале 2 артэфектаў канцэнтрацыя Sn знаходзіцца ў межах 7,61...8,4%.

Дамешкі волава ў медна-цынкавы сплаў дадаюць вадкацякучасці металу, што спрыяе яго выкарыстанню ў ліцейнай справе, аднак робіць прыдатным і для дэфармацыйных уздзеянняў. У сучаснай металургіі найбольш спрыяльнымі для механічнай апрацоўкі лічацца алавяныя латуні з канцэнтрацыяй волава, якая не перавышае 1%, а для ліцця пераважна выкарыстоўваюць сплавы з утрыманнем да 2,5% гэтага металу [6, с. 514]. Канцэнтрацыя волава ў большасці даследаваных абразцоў указвае на свядомае выкарыстанне майстрамі пэўных тэхналагічных прыёмаў для апрацоўкі дадзеных вырабаў з улікам іх элементнага складу.

Свінцовыя латуні (CuZnPb) з'яўляліся сыравінай для вытворчасці 39 абразцоў: ліццё – 7 экз., ліццё і гарачая касметычная коўка – 4 экз., ліццё і гарачая фармуючая коўка – 1, ліццё і халодная касметычная коўка – 11, фармуючая халодная коўка – 16. У складзе літых вырабаў цынк зафіксаваны ў дыяпазоне ад 1,0 да 11,76%, свінец – ад 4,36 да 25,36%, пры гэтым толькі ў складзе 2 прадметаў канцэнтрацыі свінца перавышаюць 20%, а для астатніх заўважана ўтрыманне гэтага металу ў дыяпазоне ад 4,36 да 7,2%. У метале прадметаў, утвораных з дапамогай ліцця і халоднай касметычнай коўкі, пераважаюць вырабы з утрыманнем цынка ў дыяпазоне 5...10% – 7 экз. Сустрэты таксама абразцы з канцэнтрацыямі Zn, якія перавышаюць 20% (4 экз.). Для пераважнай большасці абразцоў характэрна таксама нізкая колькасць свінца, якая не перавышае 5% (6 экз.).

Для прадметаў, утвораных толькі з дапамогай дэфармавальных аперацый у халодным стане (фармуючая халодная коўка), характэрна пераважнае ўтрыманне высокіх канцэнтрацый цынка, які ў складзе 8 абразцоў знаходзіцца ў дыяпазоне 10...20%, а ў метале аднаго артэфекта зафіксавана 30,58% Zn. Пры гэтым устаноўлена, што ўтрыманне свінца ў складзе такіх абразцоў, як правіла, не перавышае 5% (10 экз.).

Адметнасць структур сплаваў CuZnPb грунтуецца на ўласцівасцях свінца, які не раствараецца ў цвёрдым стане ў медзі, у сувязі з чым у латунях вылучаецца ў элементарным выглядзе, дзе размяшчаецца па межах зерняў цвёрдага раствору, што добра бачна падчас вывучэння траўленых структур. У сучаснай металургіі свінец дадаецца ў латуні для паляпшэння апрацоўкі рэзаннем [6, с. 514]. Такім чынам, сплавы са свінцовай латуні найбольш падыходзілі для апрацоўкі ціскам, у сувязі з чым асноўнай тэхналагічнай аперацыяй для вытворчасці з іх прадметаў з'яўляецца фармуючая халодная коўка.

Бронзы адносяцца да найбольш распаўсюджаных у ювелірнай вытворчасці груп сплаваў. У даследаванай выбарцы дадзеныя металы прадстаўлены 42 абразцамі, што складае 22% ад агульнай колькасці артэфектаў, для якіх была вывучана структура.

Добрыя ліцейныя якасці маюць *алавяныя бронзы* (CuSn), прадстаўленыя 4 прадметамі з пераважным утрыманнем волава ў дыяпазоне ад 2,03 да 9,85%, толькі ў складзе аднаго артэфекта колькасць гэтага легіруючага кампанента дасягае 17,75%.

У сучаснай металургіі найбольшае распаўсюджванне маюць алавяныя бронзы з утрыманнем 10% Sn. Пры гэтым для апрацоўкі ціскам найбольш падыходзяць вырабы з 5-6% волава. Большыя канцэнтрацыі гэтага металу ўплываюць на вадкацякучасць сплаву, але робяць яго крохкім і непрыдатным для механічнай апрацоўкі ў халодным стане [6, с. 516]. У нашай выбарцы алавяныя латуні прадстаўлены абразцамі, зробленымі пры дапамозе ліцця і злёгка дапрацаванымі ў халодным стане.

Свінцовыя бронзы (CuPb) прадстаўлены 11 вырабамі: ліццё – 2 экз., ліццё і гарачая касметычная коўка – 1 экз., ліццё і халодная касметычная коўка – 1 экз., фармуючая халодная коўка – 7 экз. Дадзены метал выкарыстоўваўся, пераважна, для вытворчасці прадметаў з дапамогай дэфармавальных аперацый апрацоўкі ціскам без уздзеяння высокіх тэмператур (7 экз.). Гэта ў першую чаргу звязана з асаблівасцямі яго складу, які ў сувязі з наяўнасцю свінца не прыдатны для апрацоўкі ў гарачым стане. Гарачая апрацоўка такой сыравіны можа прывесці да з'яўлення трэшчын у метале (“трэшчыны чырвоналомкасці”) і вытворчаму браку. Для вырабаў са свінцовай бронзы, утвораных з дапамогай халоднай фармуючай коўкі і адпалам, характэрна пераважнае ўтрыманне свінца ў дыяпазоне ад 1 да 5%. Эксперыментальна даказана, што менавіта такія сплавы найбольш прыдатныя для правядзення адпалаў, а гэта ўказвае на добрае веданне мясцовымі рамеснікамі фізіка-хімічных уласцівасцей сыравіны, з якой яны працавалі [6, с. 518; 7, с. 138].

Вельмі важным бронзавым сплавам, які ў першую чаргу выкарыстоўваўся ў ліцейнай справе, з'яўляецца *алавяна-свінцовая бронза* (CuSnPb). Вадкацякучасць сплаву медзі з волавам павялічваецца пры даданні свінца. Пры гэтым колькасць Pb для літых вырабаў не абмяжоўваецца і не пагаршае фізіка-хімічныя характарыстыкі сплаву, а таксама не ўплывае на колер гатовых рэчаў [6, с. 519; 8, с. 81].

У выбарцы выяўлена 27 абразцоў з алавяна-свінцовай бронзы: ліццё – 9 экз., ліццё і халодная касметычная коўка – 17 экз., фармуючая халодная коўка – 1 экз. Сярод літых вырабаў пераважаюць артэфекты з сярэднімі і высокімі ўтрыманнямі волава, якія непрыдатныя для механічнай апрацоўкі дэфармацыяй ў халодным стане. Так, у складзе 14 абразцоў канцэнтрацыі Sn знаходзіцца ў дыяпазоне ад 10 да 20%, а ў метале 6 прадметаў выяўлена звыш 20% гэтага металу. Пераважнае выкарыстанне алавяна-свінцовых сплаваў з высокімі ўтрыманнямі волава для вытворчасці выбараў з дапамогай ліцця і мінімальнымі дэфармацыйнымі ўздзеяннямі, звязанымі ў першую чаргу з выдаленнем заганаў ліцця, указвае на свядомае ўвядзенне майстрамі легіруючых кампанентаў у сплавы для наступнага выкарыстання сыравіны ў ліцейнай справе.

Важнае месца ў каляровай металаапрацоўцы на тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі займалі складаныя **шматкампанентныя сплавы**. У выбарцы даследаваны прадметы, зробленыя са шматкампанентнай бронзы (24 экз.) і шматкампанентнай латуні (52 экз.).

Прадметы са **шматкампанентнай бронзы** (CuSnZnPb) зроблены па наступных тэхналагічных схемах: ліццё – 6 экз., ліццё і гарачая касметычная коўка – 1 экз., ліццё і гарачая фармуючая коўка – 1 экз., ліццё і халодная касметычная коўка – 10 экз., фармуючая халодная коўка – 6 экз. Срод літых вырабаў пераважаюць высокаалавяныя сплавы, утрыманне волава ў якіх перавышае 10% (7 экз.). Пры гэтым колькасць свінца ў метале 13 абразцоў звыш 10%. Падобныя сплавы с высокімі канцэнтрацыямі волава і свінца магчыма апрацоўваць толькі з дапамога ліцця, што пацвярджаецца і нашымі данымі. Неабходна таксама адзначыць выкарыстанне фармуючай халоднай

коўкі для вытворчасці абразцоў з высокімі, – звыш 10% (4 экз.), – утрыманнімі волава. Гэта, верагодна, трэба звязваць з асаблівасцямі паходжання часткі сыравіны для якой майстры не маглі ведаць дакладнага складу.

Да ліку найбольш распаўсюджаных тыпаў сплаваў адносяцца таксама *шматкампанентныя латуні* (CuZnSnPb). Вырабы з гэтага сплаву ўтвораны паводле наступных тэхналагічных схем: ліццё – 6 экз., ліццё і гарачая касметычная коўка – 5 экз., ліццё і гарачая фармуючая коўка – 1 экз., ліццё і фармуючая халодная коўка – 5 экз., ліццё і халодная касметычная коўка – 19 экз., фармуючая халодная коўка – 16 экз. Такім чынам, шматкампанентная латунь шырока выкарыстоўвалася для вытворчасці прадметаў самых розных тэхналагічных схем. Між тым, выкарыстанне гэтых сплаваў было абумоўлена іх хімічным складам. Так, для фармуючай халоднай коўкі пераважна выкарыстоўваліся металы з утрыманнем волава ў дыяпазоне ад 1 да 5% (15 экз.). Такія ўтрыманні волава прыдатныя для апрацоўкі ў халодным стане і адпалаў. Высокія канцэнтрацыі свінца ў літых вырабах не ўплывалі на знешні выгляд і фізіка-хімічныя ўласцівасці адліўкі, аднак спрыялі павышэнню вадкацякучасці сплаваў, іх здольнасці раўнамерна запаўняць ліцейную форму, што падвышала шчыльнасць адлівак.

Алавяна-свінцовыя сплавы і нелегіраваныя легкаплаўкія металы маюць нізкую тэмпературу плаўлення і найбольш прыдатныя для ўжывання іх у ліцейнай справе. Дадзеная сыравіна выкарыстоўвалася для вытворчасці прадметаў паводле наступных тэхналагічных схем: ліццё – 4 экз., ліццё і халодная касметычная коўка – 7 экз. Неабходна адзначыць, што мяжу паміж выключна літымі вырабамі і прадметамі, фінальна дапрацаванымі механічна, у адносінах да легкаплаўкіх сплаваў правесці надзвычай складана. Гэта тлумачыцца высокай пластычнасцю вырабаў, першапачатковая літая структура якіх можа дэфармавацца ў выніку любога ўздзеяння, у тым ліку прама не звязанага з вытворчымі аперацыямі.

“Чыстая” медзь (Cu) вызначаецца добрымі пластычнымі якасцямі і прыдатная для апрацоўкі як у халодным, так і ў гарачым стане. Пры гэтым для ліцця пераважна выкарыстоўваецца медзь, легіраваная іншымі металамі, асабліва волавам, цынкам і свінцом [6, с. 512]. У даследаванай выбарцы “чыстая” медзь з’яўлялася сыравінай для вытворчасці прадметаў па наступных тэхналагічных схемах: ліццё і гарачая фармуючая коўка – 1 экз., ліццё і халодная касметычная коўка – 2 экз., фармуючая халодная коўка – 4 экз. Выкарыстанне для апрацоўкі дадзенай сыравіны розных тэхналагічных схем пацвярджае, што медзь у майстэрні рэгіёна трапляла ў выглядзе гатовых рэчаў ці металічнага лому рознага паходжання. У сувязі з гэтым, майстры выкарыстоўвалі для яе апрацоўкі розныя тэхналагічныя аперацыі без уліку элементнага складу і фізіка-хімічных характарыстык сыравіны.

Сплавы каштоўных металаў з утрыманнем серабра ў выбарцы прадстаўлены двума артэфактамі, утворанымі з дапамогай ліцця, а таксама ліцця і гарачай касметычнай коўкі. Вядома, што дабаўка серабра ў сплавы істотна падвышае іх пластычнасць і прыдатнасць для апрацоўкі дэфармацыяй у гарачым ці халодным стане. Дадзеныя сплавы падыходзяць і для ліцейнай справы [5, с. 140]. Між тым, невялікая выбарка не дазваляе выявіць пэўных адметнасцей выкарыстання сплаваў каштоўных металаў для вырабу прадметаў паводле асобнай тэхналагічнай групы.

Заклучэнне. У выніку праведзенага даследавання суадносін паміж тыпамі сплаваў каляровых металаў і тэхналагічнымі схемамі, якія выкарыстоўваліся для іх вытворчасці на тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі ў X–XVIII стст., магчыма зрабіць наступныя высновы:

1. Старажытныя майстры-ювеліры адрознівалі сплавы паводле фізіка-хімічных уласцівасцей металаў і выкарыстоўвалі свае веды ў вытворчай дзейнасці.

2. Для ліцця з мінімальнымі фінальнымі дапрацоўкамі пераважна выкарыстоўваліся сплавы, якія характарызуюцца высокай вадкацякучасцю і шчыльнасцю адлівак. Сярод такіх металаў – алавяная латунь, алавяная бронза, алавяна-свінцовая бронза, а таксама алавяна-свінцовыя сплавы і нелегіраваныя легкаплаўкія металы. Неабходнасць апрацоўкі нарыхтоўкі ціскам з прамежкавымі адпаламі абумовіла пераважнае выкарыстанне для гэтых мэт двухкампанентных і свінцовых латуней, а таксама свінцовых бронз. Магчыма адзначыць, што для часткі вырабаў са складаных шматкампанентных сплаваў утрыманне легіруючых кампанентаў таксама часта карэлюецца з тэхналагічнымі схемамі прадметаў, якія з іх зроблены.

ЛІТАРАТУРА

1. Магалінский И.В., Штемпель О.П. Применение металлографии для изучения технологии ювелирного производства X–XVIII вв. (по материалам отдельных находок из археологических памятников Северной и Центральной Беларуси) // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. А, Гуман. науки. – 2020. – № 9. – С. 111–115.
2. Магалінскі І.У. Метады даследавання хімічнага складу вырабаў з каляровых металаў X–XVIII стст. з тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. А, Гуман. науки. – 2024. – № 1(69). – С. 2-5. – DOI: <https://doi.org/10.52928/2070-1608-2024-69-1-2-5>.
3. Магалінскі І.У. Тэхналогія вытворчасці вырабаў з каляровых металаў XIV–XVIII стст. з тэрыторыі Паўночнай і Цэнтральнай Беларусі // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. А, Гуман. науки. – 2023. – № 2(67). – С. 26–29. – DOI: <https://doi.org/10.52928/2070-1608-2023-67-2-26-29>.
4. Магалінский И.В. Новые данные по химическому составу изделий из цветных металлов X–XVIII вв. с территории Северной и Центральной Беларуси // Доклады НАН Беларуси. – Т. 65. № 2. – Минск: Беларуская навука, 2021. – С. 241–246.
5. Цветные металлы и сплавы: учеб. пособие / Т.В. Мальцева, Н.Н. Озерец, А.В. Левина, Е.А. Ишина. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 176 с.
6. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Металлургия, 1986. – 544 с.
7. Равич И.Г. Эталонны мікроструктур оловянной бронзы // Художественное наследие. – 1983. – № 8(38). – С. 136–143.

8. Урвачев В.П., Кочетков В.В., Горина Н.Б. Ювелирное и художественное литье по выплавляемым моделям сплавов меди. – Челябинск: Металлургия, 1991. – 168 с.

Паступиў 05.11.2024

**СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ТИПАМИ СПЛАВОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СХЕМАМИ
ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ X–XVIII ВВ.
С ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ**

канд. ист. наук, доц. И.В. МАГАЛИНСКИЙ
(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой)

В статье представлены результаты исследования соотношения между типами сплавов и технологическими схемами, которые использовались для производства изделий из цветных металлов X–XVIII вв. на территории Северной и Центральной Беларуси. Автором установлено, что для литья с минимальными доработками ювелиры преимущественно использовали сплавы, которые характеризуются высокой степенью жидкотекучести и плотностью отливок (оловянная латунь, оловянная бронза, оловянно-свинцовая бронза, оловянно-свинцовые сплавы и нелегированные легкоплавкие металлы). Определено, что необходимость обработки заготовок давлением с промежуточным отжигом обусловила преимущественное применение для этих целей двухкомпонентных латуней, свинцовых латуней и свинцовых бронз. Отмечается также, что для некоторых изделий из сложных многокомпонентных сплавов содержание легирующих компонентов зачастую коррелируется с технологическими схемами предметов, которые из них изготовлены.

Ключевые слова: археология Беларуси, история древней техники, ювелирное ремесло, археометаллургия.

**RELATIONSHIP BETWEEN ALLOY TYPES AND TECHNOLOGICAL SCHEMES
FOR PRODUCING NON-FERROUS METAL PRODUCTS OF THE 10TH-18TH CENTURIES
FROM THE TERRITORY OF NORTHERN AND CENTRAL BELARUS**

I. MAHALINSKI
(Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk)

The article presents the results of a study of the relationship between alloy types and technological schemes for producing non-ferrous metal products of the 10th – 18th centuries from the territory of Northern and Central Belarus. The author found that for casting with minimal modifications, jewelers mainly used alloys that are characterized by a high degree of fluidity and density of castings (tin brass, tin bronze, tin-lead bronze, tin-lead alloys and unalloyed low-melting metals). It was determined that the need for pressure treatment of blanks with intermediate annealing determined the predominant use of two-component brasses, lead brasses and lead bronzes for these purposes. It is also noted that for some products made of complex multicomponent alloys, the content of alloying components often correlates with the technological schemes of the items made from them.

Keywords: archeology of Belarus, history of ancient technology, jewelry craft, archeometallurgy.