

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАЛІЗНИХ РЕЧЕЙ З БРАЦЛАВСЬКОГО ЗАМКУ

Подано результати структурного аналізу залізних речей з розкопок у Брацлавському замку на Вінниччині.

Ключові слова: XVI ст., Брацлавський замок, залізо, технологія.

Смт Брацлав, розташоване на р. Південний Буг у Немирівському р-ні Вінницької обл., веде свою історію від XIV ст. Саме тоді, в другій половині XIV ст., для захисту своїх володінь від нападів монголо-татар литовський князь Ольгерд збудував нові фортеці в Брацлаві, Вінниці, Соколяцях та інших містах. Вперше Брацлав згадується під 1362 р. у зв'язку з розгромом татарських військ литовцями на чолі з князем Ольгердом. У 1497 р. місто спустошили татари, але того ж року замок відбудували.

У середині XVI ст. в Брацлаві існували цехи ремісників — шевців, ковалів, кушнірів. У XVII ст. Брацлав був одним з великих міст Правобережжя, ремісничим і торговим центром (Історія... 1972, с. 481).

Під час розкопок у 2003 р. замчища у Брацлаві Вінницькою експедицією в центральній частині відкрито фрагмент наземної споруди стовпової конструкції з дерев'яними стінами, обмазаними товстим шаром глини (Виноградська 2004, с. 80). Деякі шари долівки мали сліди пожежі. На долівці виявлено шар горілого дерева та обгорілої обмазки, а також три великі вкопані камені з гладенькою поверхнею (ймовірно, ковадла) і два невеликі горна з невисокими бортами.

Серед численних залізних речей — меч, шаблі, цвяхи, костилі, ножі, кілька наконечників стріл, кресало тощо. Найцікавішою та унікальною знахідкою є 37 залізних заготовок у вигляді циліндрів діаметром близько 3,0 см і заввишки близько 4,0 см. Їхня вага в середньому становить 350,0 г. На торцевих частинах чітко розрізняється багатошарова структура, тобто вони складаються з кількох шарів металу. Для встановлення внутрішньої структури заготовок одна з них була розрізана вздовж напіл на фрезерному верстаті. Потім площина перетину була зашліфована та заполірована для металографічного дослідження. Зовнішній вигляд заготовки показано на рис. 1.

Дослідження мікроструктури речей провадилося за традиційною методикою, неодноразово описаною в працях, присвячених дослідженню давніх технологій.

Результати аналізів (рис. 2). При зовнішньому огляді меча (ан. 1184) відмічені три складові. Наймасивніша і добре збережена серцевина на двох бічних поверхнях мала повністю кородовані накладки. Метал серцевини містить значну кількість включень шлаку різних розмірів. Структура її феритна з мікротвердістю 135—170 кг/мм². На повздовжній осі зразка видно тонкий зварювальний шов. Стосовно бічних накладок можна тільки припустити наявність наварених на бічні поверхні основи сталевих смуг. Технологію виготовлення меча можна реконструювати таким чином: основа меча викувана з кричного заліза невисокої якості, а для досягнення необхідного об'єму металу смужка була зігнута напіл по повздовжній осі. На обидві бічні поверхні основи, можливо, були наварені дві сталеві смужки. Встановити наявність термообробки неможливо.

Шабля (ан. 1185) виготовлена так само. В основі вона має кричне залізо зі значним вмістом включень шлаку та мікротвердістю 135—221 кг/мм². Однак у цьому випадку для виготовлення основи використали суцільну заготовку кричного заліза. Можливо, на основу також наварені сталеві смужки.

Дуже значною твердістю відзначається кресало (ан. 1186), через що взяти зразок звичним методом було неможливо. Шліф був виготовлений безпосередньо на поверхні виробу. Метал має середню кількість включень шлаку. Після травлення на робочій поверхні виявлено тонкий шар з мартенситною структурою та мікротвердістю 946 кг/мм². Після глибокого травлення виявлена багатошарова феритна структура основи з дуже тонкими зварювальними швами. Кресало виготовлене з пакетованої заготовки, робоча частина була цементована та загартована «насухо», тобто без відпуску.

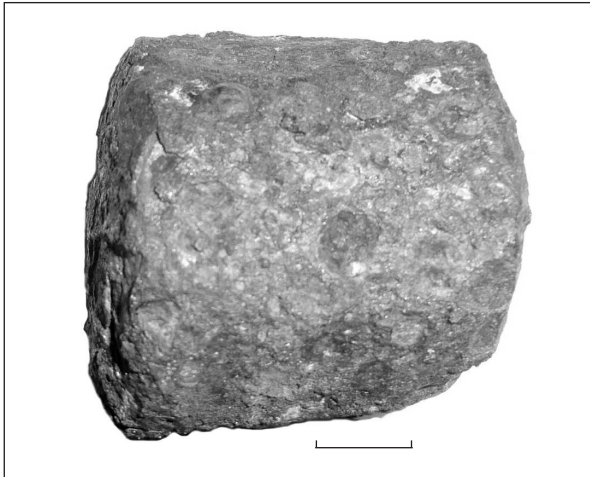


Рис. 1. Брацлавський замок. Залізна поковка з кузні

Метал наконечника стріли (ан. 1187) має незначну кількість включень шлаку. Структура ферито-перлітна з мікротвердістю 206–221 кг/мм². Зерна фериту дуже витягнуті. Наконечник викуваний з кричного заліза середньої якості та зміцнений за допомогою холодного наклепу.

Метал ще одного наконечника стріли (ан. 1188) має значну кількість включень шлаку. Основна структура феритна з мікротвердістю 135 кг/мм². У центрі зразка є смужка сталі з вмістом вуглецю близько 0,4 % та мікротвердістю 206 кг/мм². Наконечник викуваний з кричного заліза невисокої якості.

З чотирьох досліджених цвяхів два мають феритну структуру. Один (ан. 1192) має серед-

ню кількість включень шлаку і мікротвердість 151 кг/мм². Інший (ан. 1194) має значну кількість шлаків та мікротвердість 116 кг/мм². Ці цвяхи викувані з кричного заліза.

У двох інших цвяхах основна структура феритна з мікротвердістю 221 кг/мм² (ан. 1191) і 135 кг/мм² (ан. 1193). В обох зразках усередині є смужка ферито-перліту з вмістом вуглецю 0,3–0,4 % і мікротвердістю 151–170 кг/мм². Можливо, ці цвяхи були викувані з середньовуглецевої сталеві заготовки, але внаслідок дії зовнішнього нагріву вуглець з поверхні вигорів.

Фрагмент ланцюга (ан. 1195) виготовлений з металу зі значною кількістю шлаків. Структура феритна з мікротвердістю 116 кг/мм². Ланцюг викуваний з кричного заліза низької якості.

Найцікавішою знахідкою є циліндричні залісні поковки (ан. 1196). Їхня поверхня вкрита шаром окислів, що не дає можливості скласти уявлення про внутрішню структуру поковки. Її встановлено після повздовжнього розрізання поковки та полірування поверхні перетину. На нетравленому шліфі спостерігається значна кількість шлаків. Після травлення 25 % розчином соляної кислоти виявлено шаристу структуру металу. Вона складається приблизно з 24 шарів заліза та сталі, останніх більшість. Деякі смужки не мають виходу на торці поковки, що може вказувати на використання заготовок різних розмірів. Смужки в основному зварені якісно, шви тонкі, чисті, але є кілька неспрарених.

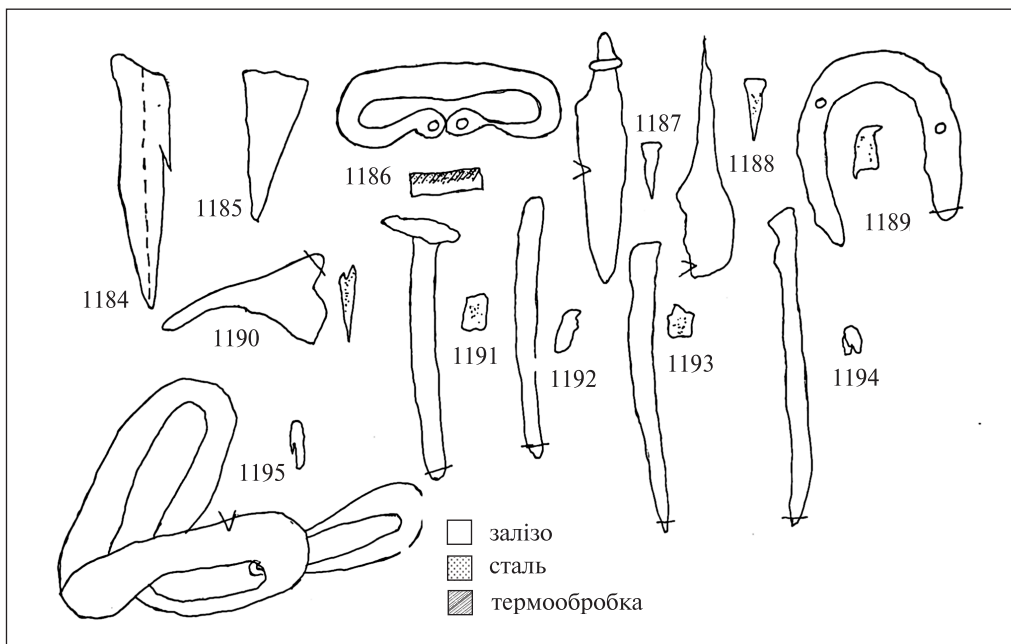


Рис. 2. Брацлавський замок. Технологічні схеми залізних виробів із кузні

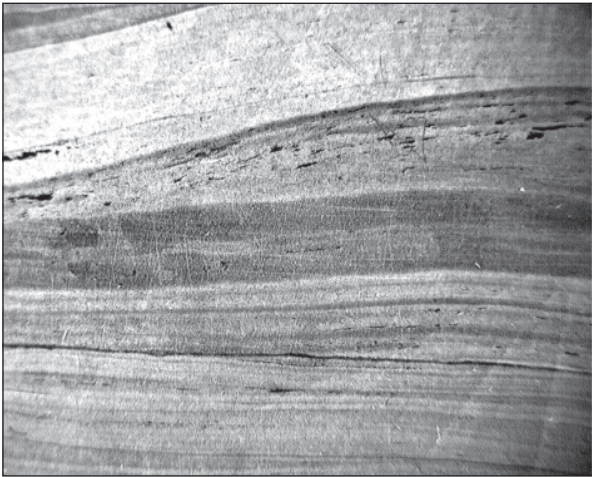


Рис. 3. Мікроструктура залізної поковки (збільшення $\times 70$)

Структура сталевих смужок ферито-перлітна з різноманітним вмістом вуглецю. Мікротвердість фериту становить 91 кг/мм^2 , перліту — $143\text{—}170 \text{ кг/мм}^2$. Така низька твердість фериту може свідчити про дію на метал високих температур. На рис. 3 показана мікроструктура повздовжнього перетину поковки при збільшенні в 70 разів. Широка світла смужка — практично чисте залізо. Темніші смужки являють собою сталь з різною кількістю вуглецю: що темніша смуга, то більше вона містить вуглецю. На рисунку видно, що в поковці є смужки і низько-, і високовуглецевої сталі.

На рис. 4 показано фрагмент мікроструктури поковки при збільшенні в 70 разів. Світла смужка відповідає якісному зварювальному шву, темна показує непроварений шов.

Загалом якісно виконати ковальське зварювання такої значної кількості різноманітних смужок заліза і сталі досить складно, тому можна говорити про достатньо високий рівень майстерності ковалів брацлавської кузні при виготовленні пакетованого металу. Отже, поковки виготовлені шляхом зварювання значної кількості смужок заліза і сталі. Їх можна розглядати як товарні заготовки, придатні для виготовлення різноманітних виробів.

Здійснено розрахунок можливої кількості залізних виробів, які можна було отримати з однієї такої поковки. За основу взято вагові характеристики кількох добре збережених виробів з колекції часів Давньої Русі з Нижнього Подніпров'я. Черешковий наконечник стріли завдовжки $7,5 \text{ см}$ важить $11,0 \text{ г}$, черешковий наконечник завдовжки $5,6 \text{ см}$ — $7,0 \text{ г}$, чотиригранний завдовжки $5,5 \text{ см}$ — теж $7,0 \text{ г}$. Невелика мотичка має вагу $122,0 \text{ г}$, а ніж з вигнутою спинкою завдовжки $10,0 \text{ см}$ — $12,0 \text{ г}$. Наведені дані

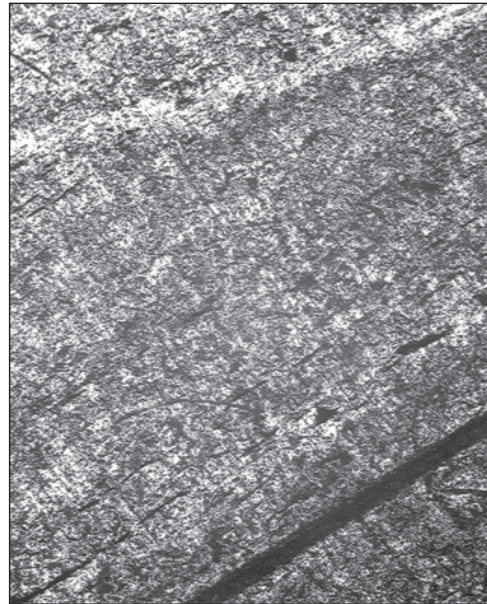


Рис. 4. Мікроструктура залізної поковки (збільшення $\times 70$)

можуть мати відхилення від істинних величин через наявність незначних окисних шарів.

Отже, з поковки вагою $350,0 \text{ г}$ можна виготовити 31 наконечник стріли завдовжки $7,5 \text{ см}$, або 50 наконечників завдовжки $5,6 \text{ см}$, або 70 чотиригранних завдовжки $5,5 \text{ см}$. Ножів завдовжки $10,0 \text{ см}$ можна було викувати 29, а мотички — тільки дві. Наведені результати, очевидно, треба трохи зменшити, враховуючи обов'язкові втрати при ковальській обробці. І все ж, виходячи з кількості знайдених поковок, отримуємо досить значну кількість виробів.

Висновки. Перш за все відмітимо значну забрудненість металу шлаками. Тільки при виготовленні одного наконечника стріли (ан. 1187) використаний чистий метал. Це свідчить про досить низький технологічний рівень залізобудівних горнів.

Складно реконструювати технологію виготовлення меча (ан. 1184) і шаблі (ан. 1185). Найвірогідніше, це наварювання сталевих смужок на залізну основу, технологічні деталі якого встановити неможливо. Основа меча виготовлена шляхом згинання навпіл залізної штаби. Технологія наварки сталевих робочих частин мечів у різних варіантах характерна для давньоруського зброярства (Колчин 1953, с. 132—134; Вознесенська, Недопако, Паньков 1996, с. 122) і збереглася до XVI—XVIII ст. (Вознесенская 1991, с. 80—81).

Структура наконечника стріли (ан. 1187) має сліди холодного наклепу. Така технологія досить часто використовувалась у давньоруські часи (Колчин 1953, с. 144—145). Однак слід

враховувати конструктивні особливості наконечників стріл. Гострий край наконечників досить тонкий, тож після нагріву для кування він охолоджується швидше за інші товстіші частини. Проковка цієї частини стріли могла відбуватися при зниженій температурі, що спричиняло появу деформованої структури.

Наконечник стріли (ан. 1190) і підкова (ан. 1189) виготовлені з середньовуглецевої сталі. З нерівномірно навуглецьованої сталі викувані два цвяхи (ан. 1191 і 1193).

Найскладніша технологія застосована при виготовленні кресала. Вироби такого зразка характерні для давньоруських пам'яток X—XI ст. (Колчин 1953, с. 165). Їхньою особливістю є наявність у внутрішній частині «язичка». Кресало виготовлене з пакетованого металу, робоча частина була цементована і загартована.

Отже, в цілому можна відзначити досить високий технологічний рівень обробки металу, доцільне застосування технологій. У деяких випадках простежуються загальноєвропейські технологічні традиції.

І зовнішня, і внутрішня ситуації навколо міст-фортець вимагали значної кількості залізних виробів. Щоб боронитися від ворожих навал, потрібно було багато якісної зброї, а для відбудови замку після нападу ворогів, а також у сільському господарстві, деревообробці, ковальській справі тощо — різний інструментарій. Після монголо-татарського нашествия в XIII ст., у XIV—XV ст. починає відроджуватися виробництво заліза. Спочатку залізо видобували в примітивних сиродутних горнах з ручним приводом для міхів. Але така конструкція горнів була малопродуктивна і фізично затратна. Тому на зміну їй приходять так зв. рудні. Рудня була вже невеликим підприємством з елементами механізації виробничого процесу. До

її складу зазвичай входили два горна і три водяні колеса. За допомогою водяних коліс приводили в дію міхи для нагнітання повітря в горн, подрібнювали болотяну руду, а також проковували крицю.

Піч для відновлення заліза з руди (димарка) мала чотирикутну форму та димар. Задня частина димарки була піднята. Через верхній круглий отвір до неї шарами завантажували руду, деревне вугілля та негашене вапно, яке полегшувало процес відновлення заліза. Протягом 8—12 год. у димарку безперервно подавали повітря. Шлак, який накопичувався в нижній частині печі, кілька разів випускали. По мірі осідання вихідних матеріалів (шихти) додавали нові порції. В горні накопичувалася крихка гістоподібна маса з суміші заліза та шлаку — криця.

На відміну від криці, отриманої в сиродутному горні, криця з димарки містила менше шлаку. Однак і в цьому випадку криця була крихка і не придатна для виготовлення речей. Для одержання товарної криці (з якої вже можна було виробляти необхідну продукцію) її проковували в гарячому стані молотом для видалення шлаку. З димарки отримували 5—6 пудів криці, після проковки вага товарної криці становила близько 4 пудів (Развитие... 1980, с. 32—36).

Така висока продуктивність димарки забезпечувала залізом не тільки найближчі поселення, а й надавала можливості торгувати ним з віддаленими територіями.

Значна кількість шлаків у досліджених зразках свідчить про недостатньо інтенсивний процес видалення їх з криці шляхом проковуванням. Можливо, застосування водяного приводу обмежувалося лише подачею повітря в димарку. Відзначимо, що в кузні з Брацлава ковадла виготовлені з каменю, а не з металу. Очевидно, це було економічно вигідніше.

Виноградська Л.І. Археологічні дослідження на замчиці у смт Брацлав Вінницької області в 2003 р. // АДУ 2002—2003 рр. — К., 2004. — С. 79—83.

Вознесенская Г.А. Результаты металлографического изучения коллекции кузнечных изделий из раскопок 1979—1980 гг. в Путивле // Археология славянского юго-востока. — Воронеж, 1991. — С. 80—81.

Вознесенська Г.О., Недопако Д.П., Паньков С.В. Чорна металургія та металообробка населення Східноєвропейського лісостепу за доби ранніх слов'ян та Київської Русі (друга половина I тис. — перша чверть II тис. н. е.). — К., 1996.

Історія міст і сіл УРСР. — К., 1972. — С. 481.

Колчин Б.А. Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси. — М., 1953 (МИА. — 32).

Развитие металлургии в Украинской ССР. — К., 1980.

Надійшла 30.07.2009

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ВЕЩЕЙ ИЗ БРАЦЛАВСКОГО ЗАМКА

В статье приведены результаты технологических исследований коллекции железных изделий, полученных в результате раскопок в Брацлавском замке XVI в. возле пгт Брацлав Немировского р-на Винницкой обл. В центральной части замка обнаружен фрагмент наземного сооружения столбовой конструкции, которая была обмазана глиной и имела следы пожара. В пределах сооружения найдены три большие камня с гладкой поверхностью, вкопанные в пол (очевидно, наковальни) и два небольших горна.

Металлографически исследованы меч, сабля, ножи, гвозди, наконечник стрелы, кресало и др.

Меч и сабля изготовлены по аналогичным схемам — на железную основу наваривали лезвия. Из-за сильной коррозии определить материал наваренных частей не удалось, можно только предполагать, что это была сталь.

Кресало изготовлено из пакетированной заготовки с последующей цементацией рабочей части и ее закалкой. Наконечники стрел изготовлены из кричного железа невысокого качества, в одном видны следы холодного наклепа.

Наиболее интересна находка 37 железных заготовок цилиндрической формы. На торцах видна слоистая структура. На протравленном продольном разрезе заготовки видна структура, состоящая из ферритных и феррито-перлитных полос. Содержание углерода в перлите колеблется в широком интервале. Вес заготовки составляет 350 г. Такие изделия можно рассматривать как товарные, пригодные для изготовления разнообразных изделий.

TECHNOLOGY OF MANUFACTURE OF IRON PRODUCTION FROM BRATSLAV CASTLE

In the article are presented results of technological research of a set of ironmongery obtained during the excavations at the 16th c. Bratslav castle near Bratslav urban type settlement of Nemyriv Region in Vinnytsya Oblast. At the central part of the castle there was identified a fragment of a surface structure of a pillar construction which was coated with clay and had traces of fire. Within the borders of a structure there were found three large stones with smooth surface dug into the floor (apparently anvils) and two small furnaces.

A sword, a sabre, knives, nails, an arrowhead, a flint, etc. were put under metallographic study.

A sword and a sabre were manufactured by similar schemes: blades were welded onto the iron base. Due to heavy corrosion it was not possible to determine the material of welded-on elements; it can only be presumed that it was steel.

A flint was made of packaged work-piece with further cementation of a body and its tempering. Arrowheads were made of bloomery iron of a low quality; one of them is with traces of cold work hardening.

The most interesting is a find of 37 iron half-finished products of cylindrical form. Foliated structure is seen on the ends. On the etched longitudinal section of a work-piece a structure is seen which contains ferrite and ferrite-pearlite stripes. Content of carbon in pearlite fluctuates within a wide interval. Weigh of a work-piece is 350 g. Such products can be considered as commodity suitable for manufacture of diverse products.