

Комплекс робіт об'єднується підручником „Основи металургійного виробництва металів і сплавів”, де значна увага приділена новітнім технологіям – спеціальній і ковшовій металургії, наведено сучасні уявлення про процеси, що забезпечують виробництво якісних і високоякісних металів і сплавів, викладено нагальні екологічні проблеми металургійного виробництва. Цей курс читається студентам металургійних, металознавчих і машинобудівних спеціальностей практично в усіх технічних закладах України від I до IV рівнів акредитації, орієнтуючи їх на пошук нових наукоємних, екологічно чистих технологій.

Із задоволенням хотів би відзначити, що запропонований комплекс підручників також широко використовується у повсякденній праці інженерно-технічними працівниками практично всіх машинобудівних підприємств України.

Вважаю доцільним та своєчасним присвоєння комплексу підручників „Теорія і технологія металургійного виробництва металів і сплавів” Державної премії України за 2010 рік.

*Президент Асоціації ливарників України
доктор технічних наук, професор
О.Й. Шинський*

Дослідження металів, знайдених у древнє-римській провінції Іберія

Більш, ніж півсторіччя тому багато дослідників зосередили свої зусилля на вивченні відносно ранніх індустриальних технологій. Це галузь науки – «археотехнологія» залучила до досліджень науковців різних галузей, в тому числі співробітників Лабораторії археоматеріалознавства Лехай-Університету (Пенсільванія, США). Їх зусиллями досліджено [1] особливості структури і властивості стародавніх виробів із заліза і бронзи часів Стародавнього Риму, знайдених в Іберійській Пеніскулі (Ла-Техода, Іспанія). Відомо, що наявність природних ресурсів сировини для виробництва металів зумовило процвітання цивілізації в цій області. В районі ріки Креза при проведенні археологічних розкопок виявлено кілька поселень другого сторіччя нашої ери в яких було налагоджено виробництво сплавів заліза і міді. Цікаво, що утилізоване тепло металургійного виробництва використовувалось також для обігріву інших будівель.

За допомогою методів світлової та електронної мікроскопії, рентгено-структурного аналізу і метода мікротвердості були досліджені залізні цвяхи і бронзові прутки, знайдені при розкопках Ла-Теходи. Дослідження вимагали застосування

спеціальної технології збереження виробів. Для виявлення структури залізного сплаву використовували розчин азотної кислоти в етанолі, а бронзи – розчин трихлористого заліза в етанолі [2]. Оскільки наявні оксиди на виробках і шлаки не електропровідні, то для сканування рельєфу застосовували попереднє напилення металом.

Рентгеноструктурний дифракційний аналіз прилеглої до залізних цвяхів землі показав наявність в ній сполук кварцу (SiO_2), кальциту (CaCO_3) і акаденіту (FeOOH), а бронзових виробів – сполук кварцу та куприту (Cu_2O). Встановлено, що всі вироби були поховані у кварцевих ґрунтах, а куприт і акаденіт є продуктами окислення.

Металографічно показано, що зовнішня зона головки цвяхів складається з доєвтектоїдної сталі і представлена феритною матрицею з вкрапленнями перліту по границях зерен. Внутрішня зона характеризується наявністю фериту зі значно меншою кількістю перлітної фази, що свідчить про менший вміст вуглецю в сплаві. У структурі бронзових прутків відмічено наявність α -бронзи у вигляді зерен різного розміру, який зменшується біля поверхні виробів, що свідчить про застосування при їх виробництві холодної деформації.

Електронно-мікроскопічними дослідженнями підтверджено у структурі залізних цвяхів наявність перліту і фериту. Останній голчастого типу, має характерні ознаки відманштетту.

Прутки, виготовлені з бронзи складу ($\text{Cu} = 92,04\%$, $\text{Sn} = 7,05\%$, $\text{Si} = 0,72\%$, $\text{Fe} = 0,20\%$), містять у своїй структурі двійники. У внутрішніх зонах прутків виявлено включення шлаку двох типів різного хімічного складу. Темний різновид шлаку містить $\text{O}_2 = 11,64\%$, $\text{Si} = 2,25\%$, $\text{Cu} = 82,09\%$, $\text{Sn} = 4,03\%$ (мас. частка). У світлому шлаку міститься значно менше міді і більше олова: $\text{Cu} = 60,51\%$, $\text{Sn} = 14,14\%$, $\text{Si} = 0,84\%$, $\text{O}_2 = 15,41\%$. Твердість була однаковою по всій довжині прутка в межах 115 ± 10 HV. Твердість головки цвяхів суттєво підвищується від поверхні до центра від 100 HV до 220 HV, що свідчить про деформаційне зміцнення і збіднення поверхні вуглецем при куванні. По перерізу довжини тіла цвяхів твердість постійна в межах 190 ± 30 HV.

Результати досліджень дозволяють зробити висновок про те, що Римська громада в Іберії знала, як кувати сплави заліза і міді, а також мала уявлення про зміцнення в процесі холодної деформації.

Література

1. Gomez de Salazar J.M., Barrera M.I., Soria A. Ancient Iron and Bronze Pieces from La Tejada: Characterization Studies // JOM. № 6. – P. 14 – 16.
2. Calvo F.A. Metallografia practica. – Madrid (Spain): Alhambra, 1971.

*Доктор технічних наук, професор
Б.Б. Винокур,
Філадельфія, США*