

УДК 669.35'6:621.8-048.78(045)

THE TECHNOLOGY OF IMPROVING SERVICE PROPERTIES OF BRONZE PARTS

Zhiguts Yuriy, Lazar Vasuylj, Hom`jak Bogdan

ТЕХНОЛОГІЯ ПОКРАЩЕННЯ СЛУЖБОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БРОНЗОВИХ ДЕТАЛЕЙ

Жигуц Ю.Ю., Лазар В.Ф., Хомяк Б.Я.

The article considers the possibility of creating materials as a result of "non-traditional" technology, which is metallothermic synthesis. Special attention is paid to thermite mixtures for obtaining copper alloys – bronze and their practical application in production. This article examines the specific synthesis and mechanical properties of synthesized thermite bronzes.

Keywords: *synthesis, metallothermic, service properties, bronze, thermite alloys.*

У статті розглядається можливість створення матеріалів в результаті «нетрадиційної» технології, якою є металотермічний синтез. Особлива увага приділяється термітним сумішам для отримання мідних сплавів – бронз та їх практичного застосування на виробництві. У цій статті досліджено особливості специфічного синтезу і механічні властивості синтезованих термітних бронз.

Ключові слова: *синтез, металотермія, службові властивості, бронза, термітні сплави.*

Одним з методів, що дає змогу економити рідкий мідний сплав є використання екзотермічних високотемпературних сумішей для синтезу сплаву [1-3]. Суть цієї технології полягає у синтезі високотемпературного розплаву в результаті взаємодії оксидів міді та інших елементів з порошковим алюмінієм. У залежності від хімічного складу екзотермічної шихти змінюється температура її самозаймання. Коли ж температура рідкого мідного розплаву недостатня для ініціювання екзотермічної реакції, то використовують спеціальні запалювальні суміші [4].

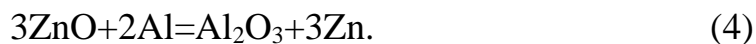
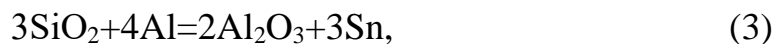
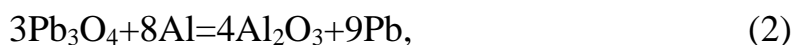
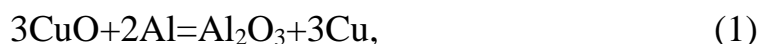
Об'єкт дослідження – технології отримання мідних сплавів і властивості синтезованих термітних сплавів міді.

Мета роботи – зменшення браку виливків, отриманих з мідних сплавів за показником гідрогустини та економія мідного сплаву.

Матеріали та методика проведення експерименту. Для отримання литих бронз металотермічним способом використовували шихту, що складалася з порошку алюмінію марок ПА-3–ПА-4 ГОСТ 6058-73, оксидів міді, олова, свинцю (категорії хімічно чисті) та ін.

Металотермічна шихта для отримання високоперегрітої бронзи розраховувалася у два етапи. На першому етапі виконували розрахунок екзотермічної суміші виходячи із стехіометричного співвідношення компонентів, а на другому – проводили корекцію складу шихти введенням у розрахунок коефіцієнтів засвоєння елементів, встановлених на основі проведення пробних мікроплавлень. Після визначення хімічного складу шихти її просушування, змішували та ущільнювали. Пробні мікроплавлення для встановлення коефіцієнтів засвоєння легуючих елементів виконували у тиглі діаметром 60 мм при масі шихти 300-350 г. Після проведення експериментальних мікроплавлень виконували хімічний, металографічний аналізи, механічні випробування та випробування на гідругу стину.

Теоретичні дослідження і розрахунки. Для БрОЦС 5-5-5 було розроблено склад металотермічної суміші з метою отримання у зливковій: Pb – 5%, Sn – 5%, Zn – 5%, Cu – 85%. Основні співвідношення між кінцевими продуктами реакції і компонентами суміші встановлювали на основі реакцій:

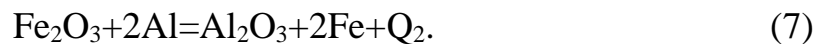
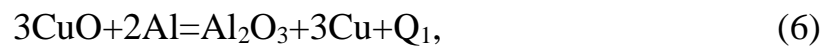


У процентах отримаємо такий склад металотермічної шихти: SnO₂ – 4,2%, ZnO – 4,0%, Pb₃O₄ – 3,6%, CuO – 70,1%, Al – 18,1%. Тепловий ефект реакції – 11,84 кДж. Теплоємність всієї шихти – 80,82 Дж/К. Адіабатична температура горіння екзотермічної шихти (без врахування тепловтрат):

$$\Delta T = (3875,2 - 476,3) / 808,2 = 4206 \text{ К}. \quad (5)$$

Аналогічні розрахунки виконано і для отримання сплаву БрАЖ9-4. Шихта

складалася з CuO, Al, Fe₂O₃. Реакції взаємодії вихідних компонентів



Визначаємо співвідношення між кінцевими продуктами реакції і компонентами суміші CuO – 12,5%; Fe₂O₃ – 3,81%; Al – 23,7%. Встановлюємо теплоту плавлення продуктів реакції – 18,08 кал і розрахуємо тепловий ефект реакції – 400,34 ккал. Тоді, теплоємність мікроплавлення з розрахунку отримання 150 г шихти (кал/моль) CuO – 24,2, Fe₂O₃ – 1,51, Al – 9,64 складає 35,35 кал/моль.

В бронзових виливках проявляється типовий дефект – утворення розосередженої усадкової раковини, яка безпосередньо впливає на гідрогустину заготовки. Розв'язання проблеми браку за гідрогустиною бронзових виливків може здійснюватись використанням розроблених екзотермічних порошкових сумішей для підігріву додаткової ливарної частини виливків в результаті ініціювання в ній процесу високотемпературної екзотермічної реакції. Така металотермічна реакція призводить до виділення значної кількості тепла, наслідком якого є значний перегрів бронзового сплаву. Для зменшення температури горіння шихти у її склад вводили додаткову стружку бронзи БрОЦС 5-5-5 у кількості 100% (від маси), що “штучно” збільшувало вихід сплаву. Таким чином вдалося запобігти надлишковому перегріву сплаву і випалюванню дорогих компонентів екзотермічної шихти. Склад екзотермічної при горінні генерує рідкий розплав, який переміщуючись із сплавом у порожнині додатку передає йому велику кількість теплоти [4,5]. При цьому утворений рідкий термітний сплав аналогічний за хімічним складом сплаву залитому у форму.

Експериментальна частина. У дослідно-промислових умовах була успішно використана технологія екзотермічних ливарних додатків з високим температурним градієнтом для бронзових виливків. Вищевказана технологія була випробувана на виливках “корпус крана” масою 2,55 кг, виготовлених з бронзи БрОЦС 5-5-5. У подальшому, з метою здешевлення собівартості металотермічної шихти, при проведенні досліджень використовували порошкові інгредієнти, що

склалися з відходів ливарного, ковальського та металорізального виробництва (залізна окалина, просіяне мливо алюмінієвої, латунної, бронзової стружок тощо). При цьому застосовували присадки для зменшення температури запалювання суміші (польовий шпат), а для збільшення рідкоплинності шлаку – мливо скла.

Розроблені склади шихти випробували при отриманні виливків з бронзи у технології термітних ливарних додатків високого температурного градієнта. Екзотермічну суміш розміщували у порожнину додатку у вигляді екзотермічних стрижнів, форма яких показана на рис. 1. При заливанні бронзи у форму вони запалювалися і генерували високоперегрітий рідкий розплав бронзи.

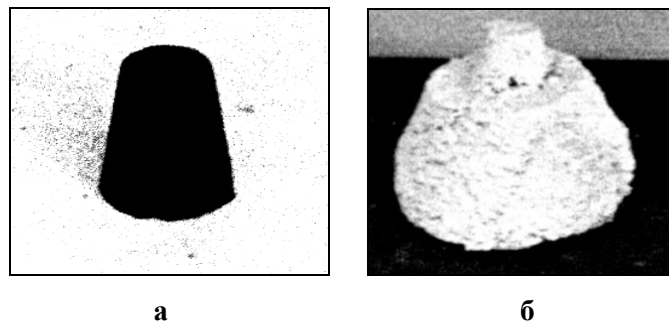


Рис. 1. Екзотермічні термітні стрижні для бронзових виливків:
а – без покриття, б – з покриттям антиприпалювальною фарбою

В результаті вдалося досягти одержання щільного бронзового виливка з високими механічними властивостями, показаними в табл. 1 і різко зменшити (на 60 %) масу мідного сплаву, який використовувався для ливарного додатку (див. табл. 2).

Таблиця 1
Механічні властивості синтезованих термітних бронз

Марка сплаву	σ , МПа	Твердість (HRC)	δ , %
БрОЦС 5-5-5	240	27	19,3
БрАЖ 10-4	310	34	12,1

Таблиця 2
Результати застосування екзотермічних сумішей для ливарних додатків бронзових виливків "корпус крана" та «корпуса насоса»

Склад екзотермічної суміші	Маса екзотермічної суміші, кг	Маса "звичайного" додатку, кг	Маса термітного додатку, кг	Результати перевірки виливків ВТК
Екзотермічна суміш, виготовлена з порошкових Fe_2O_3 , CuO і Al	0,120	0,7	0,3	придатна, без браку ¹

Екзотермічна суміш, виготовлена з порошкових Sn, Pb ₃ O ₄ , CuO, Al і Zn	0,080	0,4	0,2	придатна, без браку ²
--	-------	-----	-----	----------------------------------

¹Партія виливків складалася з 18 заготовок «корпуса крана» з БрОЦС 5-5-5.

²Партія виливків складалася з 12 заготовок «корпуса насоса» з БрАЖ10-4.

Пористість піддодаткової зони бронзи у партії виливків «корпус крану» і «корпус насоса» складала менше 0,02%. Утворена усадкова раковина була чіткою без розгалужень.

Використання екзотермічних стрижнів надало змогу одночасно збільшити густину виливків "корпус крана" і зменшити брак виливків за усадковими дефектами. Корпуси кранів успішно пройшли тестування ВТК, нерегламентованих відхилень за хімічним складом, твердістю, міцністю та гідрогустиною не виявлено.

Як відомо, особливістю металотермічної реакції є простота переходу від дослідно-промислової апробації до промислового виробництва, при цьому у великих об'ємах значно покращується протікання процесу горіння металотермічної шихти та покращуються його показники.

Висновки. 1. Теоретично і експериментально показана принципова можливість термітного виплавляння термітних бронз. 2. Досліджено механічні властивості синтезованих бронз. 3. Успішно застосовано розроблені склади металотермічних шихт не тільки для синтезу сплаву, але і для технології ливарних металотермічних додатків високого температурного градієнту з метою підвищення гідрогустини виливків.

Список використаних джерел

1. Zhiguts Yu.Yu. Thermit Smelting of Cooper Alloys / Yu.Yu. Zhiguts // Acta metallurgica Slovaca. Kosice, 1999. – R. 5, № 2. – P. 419–421.
2. Жигуц Ю.Ю. Металотермічні й комбіновані способи синтезу інструментальних матеріалів і сплавів міді / Ю.Ю. Жигуц // Машинознавство. – 2001. – №11. – С. 36–38.
3. Жигуц Ю.Ю. Технології отримання та особливості сплавів синтезованих комбінованими процесами / Ю.Ю. Жигуц, В.Ф. Лазар. – Ужгород: Вид-во «Інватор», 2014. – 388 с.
4. Zhiguts Yu. Technologies of synthesis of materials with predefined properties / Yu. Zhiguts, V. Lazar, V. Nom'jak // Міжнародний науковий журнал «Освіта і наука». – Мукачєво-Ченстохова: РВВ МДУ; ун-т ім. Яна Длугоша в Ченстохові, 2022. – Вип. 1(32). – С. 7–10.
5. Zhiguts Yu. New combined technologies of synthesis materials / Yu. Zhiguts, O. Kozar // Advanced

technologies in education, industry and the environment: monograph / edited by Olga Paraska, Norbert Radek, Oleg Synyuk. – 2020. – P. 33–46.

References

1. Zhiguts, Yu.Yu. 1999. "Thermit Smelting of Cooper Alloys". *Acta metallurgica Slovaca* 5, 2: 419–421.
2. Zhiguts, Yu.Yu. 2001. "Metalotermichni y kombinovani sposoby syntezu instrumentalnykh materialiv i splaviv midi [Metallothermic and combined methods of synthesis of tool materials and copper alloys]". *Mechanical engineering* 11: 36–38.
3. Zhiguts, Yu.Yu., and Lazar, V.F. 2014. *Tekhnolohii otrymannia ta osoblyvosti splaviv syntezovanykh kombinovanyu protsesamy [Production technologies and features of alloys synthesized by combined processes]*. Uzhhorod: "Invasor".
4. Zhiguts, Yu., Lazar, V., and Hom'jak, B. 2022. "Technologies of synthesis of materials with predefined properties". *International Scientific Journal "Education and Science"* 1(32): 7–10.
5. Zhiguts, Yu., and Kozar, O. 2020. New combined technologies of synthesis materials. In *Advanced technologies in education, industry and the environment*, edited by Olga Paraska, Norbert Radek, Oleg Synyuk, 33-46.

UDK 004.9

MODERNIZATION OF SCIENCE EDUCATION USING TEACHING AIDS BASED ON MICROCONTROLLERS

Sergej Il'kovič

МОДЕРНІЗАЦІЯ НАУЧНОЇ ОСВІТИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ НА ОСНОВІ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ

Сергій Ількович

Recently, we have witnessed the massive penetration of microcontrollers into various areas of human activity, primarily in the form of smart devices and IoT devices. These devices are becoming more and more popular and have great potential in data acquisition from various processes, in telemetry, in optimization and control of production, in medicine, in environmental issues, or in consumer and everyday electronics.

These trends must therefore be closely monitored by educational institutions that guarantee the prospects of further development and professional and technical erudition of future experts in this field. However, this presupposes enough high-quality teachers who have enough experience in working with modern facilities with the possibility of implementing practical tasks. Microcontrollers find their place in education primarily in the teaching of natural sciences, with the greatest application in physics.

Although there are several manufacturers of modern teaching aids that are continuously replacing some outdated teaching aids, there are some difficulties. The high price of the commercial solutions, low user-friendliness, mutual incompatibility between manufacturers, and the necessity of purchasing their own software to control the devices, as well as the lack of options for hardware customization to the user's requirements, forces teachers to modernize and improve the quality of the teaching process by looking for other alternatives.

The main benefit of the use of microcontrollers in the education of science subjects is primarily the design and construction of own measuring equipment, which not only meets all user requirements but also brings other benefits in the form of interdisciplinary relations, especially with ICT and programming. Students have the opportunity to apply acquired knowledge in the practice, and thus they can interconnect the acquired information, which leads to permanent knowledge memorization



МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: www.msu.edu.ua

E-mail: info@msu.edu.ua, pr@mail.msu.edu.ua

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>