

УДК 621.74.04:669.112.22

ТЕХНОЛОГІЯ СИНТЕЗУ І ВЛАСТИВОСТІ ЕКЗОТЕРМІЧНО ВИПЛАВЛЮВАНОВОГО АЛЮМІНІЮ

Жигуц Ю.Ю., Лазар В.Ф., Хом'як Ю.Я.

THE TECHNOLOGY OF SYNTHESIS AND PROPERTIES OF THE EXOTHERMIC INVESTMENT CASTING OF ALUMINIUM

Zhiguts Yuriy, Lazar Vasuylj, Hom`jak Bogdan

При дослідженні можливостей синтезу матеріалів металотермічними реакціями були проведені мікроплавлення у основі яких лежить процес взаємодії алюмінію з порошковою калієвою або натрієвою селітрою. Сильну екзотермічність реакції було направлено на розігрів надлишкового алюмінію, що вводиться у склад шихти і дозволяв отримувати його у рідкому стані. Цей рідкий метал легко відділяється від шлаку і може використовуватись не тільки для виливків, але і для зварювання алюмінієвих струмопровідних дротів при застосуванні спеціального пристрою. Розроблено оптимальні склади екзотермічних реакцій; встановлено величини виходу алюмінієвої зливки з шихти (у залежності від кількості порошкового Al); виявлено зміни у мікроструктурі Al за рахунок модифікування Na (або K) з екзотермічної шихти; досліджено механічні властивості Al отриманого металотермічним шляхом; запропоновано частку алюмінію замінити алюмінієвою стружкою.

Ключові слова: металотермія, механічні властивості, мікроплавлення, технологія.

While investigating the opportunities of synthesis of materials with the help of metal-thermic reactions was conducted micromelting, on the basis of which the process of interaction of aluminium with K (or Na) powder caliche's lies.

Strong exothermic of the reaction was directed to the warming up of the excessive aluminium, which is added into the composition and thus it made it possible to get it in a liquid state.

This liquid metal may be easily separated from dross and can used not only for casting, but also for the welding of the aluminium conductor wires using a special device.

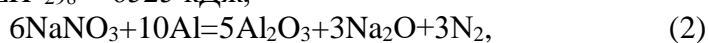
The optimal compositions of the exothermically reactions are worked out output value of aluminium ingot from charge are established (depending upon the quantity of Al powder); changes in microstructure of Al are discovered for the expense of the modification of Na (or K) that gets into the metal from the exothermically charge; the attributes of Al, which is received by the metallothermical way are investigated; the part of Al is proposed in order to increase the economy of the process of changing on aluminium wastes.

Keywords: metallothermy, mechanical properties, micromelting, technology.

При вивченні і удосконаленні технологій синтезу термічної сталі, чавуну, твердих сплавів, бронз в результаті екзотермічних реакцій виникла задача отримання рідкого алюмінієвого сплаву з наступним дослідженням його механічних властивостей і застосуванням у ливарному та зварювальному виробництвах. Були проведені металотермічні мікроплавлення у основі яких лежить процес взаємодії алюмінію з калієвою та натрієвою селітрою (Al і селітра у вигляді порошків) за схемами [1,2]



$$\Delta H^\circ_{298} = -6525 \text{ кДж},$$



$$\Delta H^\circ_{298} = -6843,5 \text{ кДж}.$$

На початковому етапі реакції (1) і (2) проводилися при стехіометричному співвідношенні складових інгредієнтів: KNO_3 – 69,18%; Al – 30,82% для (1) і NaNO_3 – 65,38%, Al – 34,62% для реакції (2) [3,4]. В результаті горіння повинен був утворитись тільки

шлак. Однак, дослідження показали, що у цьому випадку синтезується невеликий зливok алюмінію, очевидно, у зв'язку із нерівномірністю протікання процесу реагування компонентів шихти. Склад шлаку з теоретичного розрахунку для (1): K_2O – 35,61% і Al_2O_3 – 64,39% і NaO – 26,72% і Al_2O_3 – 73,28% для (2). Структура шлаку пориста, він зберігає форму тигля, легко кришиться і має відтінок світло-сірого кольору.

Сильну екзотермічність реакції було вирішено направити на розігрів надлишкового алюмінію, що вводився у склад шихти для його розплавлення. При цьому необхідно враховувати дві обставини: перша, чим більше у шихті надлишкового алюмінію, тим більше вихід металевого зливка; з другої сторони, надлишковий алюміній "охолоджує" процеси екзотермічної реакції і при певному співвідношенні її складових реакція або взагалі не буде проходити, або буде проходити у режимі "тління" - без розділення металеві та шлакової фаз. Металевий алюміній у вигляді корольків буде розподілений по всьому об'єму шлаку.

Для визначення маси металевого зливка і виходу металу з шихти були проведені мікроплавлення (з масою шихти 100 г у графітовому тиглі) з різним процентним співвідношенням компонентів у суміші. Ініціювання процесу горіння проводилося спеціальним запалом. Результати досліджень зведено у табл. 1 та показано на рис. 1. За критерій оптимальності екзотермічної реакції при отриманні алюмінієвого вилівка вибрано: 1) маса вилівка; 2) вихід металу з шихти – відношення реально отриманого металу до теоретично розрахованого (у %).

Використання Mg замість Al у реакціях (1), (2) і навіть часткова заміна ним Al більш ніж на 7% приводила до нестабільності горіння і отримання зливків, а при більшому вмісті Mg (більше 40%) до вибуху у зв'язку з високою активністю Mg і переводу його при горінні (частково) у парову фазу. Аналіз даних, наведених у табл. 1 показує, що оптимальним є співвідношення інгредієнтів шихти у варіантах 5...7. Рідкий метал варіантів 5...7 добре відділяється від шлаку і може бути залитий у ливарну форму або використаний для зварювання алюмінієвих струмопровідних дротів за допомогою пристосування показаного на рис. 2 (яке може застосовуватись і для термітного зварювання рейок та мідних дротів).

Таблиця 1.

Результат екзотермічних плавok при отриманні металотермічного алюмінію

№ з/п	Компоненти шихти (у %) на 100 г		Маса алюмінієвих зливків (г)			Середня маса алюмінієвого зливка	Кількість Al необхідного для реакції (1) при стехіометричному співвідношенні інгредієнтів	Надлишок Al в реакції по відношенню до теоретичного (г)	Фактичний вихід Al (г)
	$NaNO_3$	Al	1	2	3				
1*	70	30	0	0	0	0	-	-	-
2**	65	35	3,0	2,5	2,0	2,5	35,92	0,92	-
3	60	40	8,5	8,2	8,4	8,37	33,22	6,78	123,3
4	55	45	10,8	10,6	10,0	10,47	30,45	14,55	71,96
5	50	50	12,5	12,0	12,9	12,47	27,69	22,31	55,89
6	45	55	14,1	14,6	14,8	14,50	24,91	30,09	48,19
7	40	60	17,0	17,5	17,3	17,23	22,15	37,85	45,63
8	35	65	20,0	21,0	20,0	20,33	19,22	45,78	44,40

*Розділення металу і шлаку не проходить.

**Стехіометричне співвідношення компонентів.

У варіантах 1...6 із зростанням кількості Al у шихті спостерігається плавне збільшення маси алюмінієвого зливка одночасно із зниженням повноти розділення металу і шлаку. Процентний вміст Al понад 70% приводить до протікання реакції без розділення шлакової і металеві фаз.

При заміні алюмінієвого порошку на мливу алюмінієвої стружки висока екзотермічність реакції дозволяла проплавляти до 150% (від маси Al у шихті) рідкого

алюмінію. Після отримання у металотермічному тиглі алюмінієвого розплаву він вимагає відстоювання (5...10 с) для більш повного відділення від шлаку і для виходу зі зливка утвореного в результаті реакції газу (N₂). Механічні властивості синтезованого технічного алюмінію наведено у табл. 2.

Таблиця 2.

Механічні властивості алюмінію екзотермічних плавів

Матеріал	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ	НВ
	МПа		%		
Алюміній екзотермічних мікроплавень*	75	25	38	75	22
АД технічний (відпалений)	80	30	35	80	25

*Твердість за Брінелем визначена при навантаженні 5000 Н кулькою діаметром 10 мм.

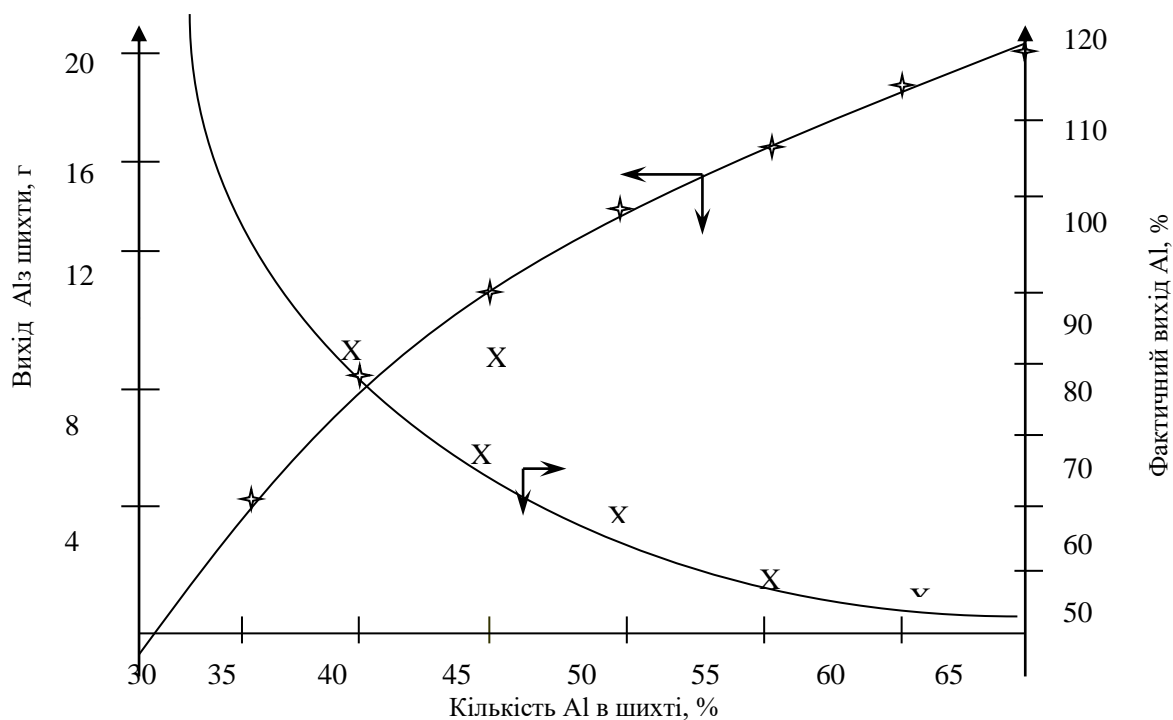


Рис. 1. Графічна залежність виходу Al з шихти: \star - вихід металу, г; X - фактичний вихід металу у порівнянні з розрахованим, %

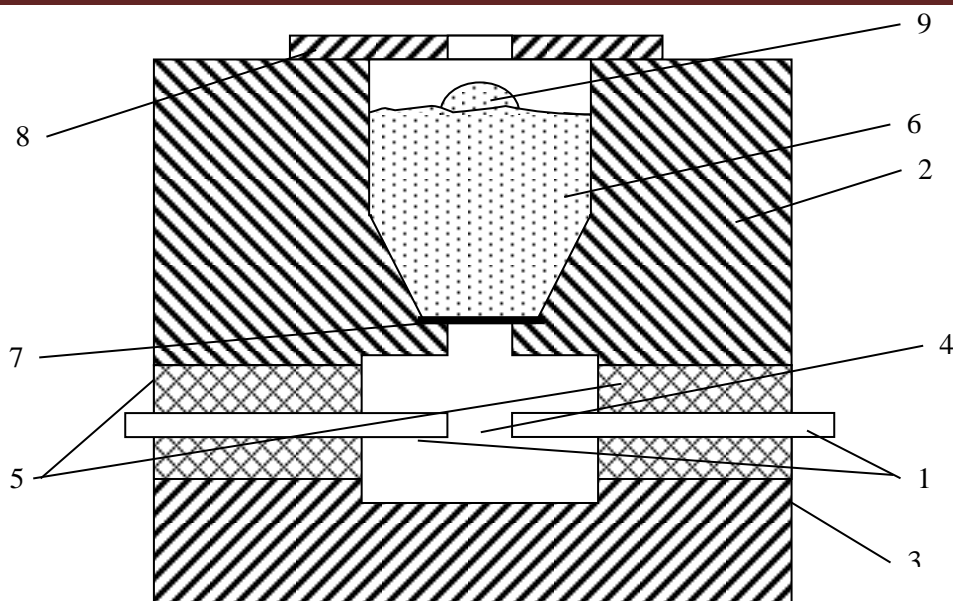


Рис. 2. Принципова схема зварювання алюмінієвих струмопровідних дротів:
1 – зварювані алюмінієві дроти; 2 – верхня напівформа для проведення металотермічного зварювання; 3 – нижня напівформа; 4 – місце зварювання; 5 – вогнестійкий матеріал або затискний пристрій; 6 – екзотермічна суміш (у насипному вигляді); 7 – алюмінієва пластина (товщиною 0,5 мм), що пропалюється у процесі реакції; 8 – кришка (з отвором у центрі для виходу газів); 9 – запал

Мікроструктура його виявляється більш дрібнозернистою за рахунок модифікування Na (або K), що попадають з екзотермічної шихти і розчиняються у Al.

Висновок. У всіх випадках в результаті горіння екзотермічної шихти виділялась значна кількість диму, що вимагає спеціальних заходів для його відводу при проведенні реакцій. Виходячи з вищенаведеного, можна зробити висновок, що цей спосіб синтезу ефективний при отриманні невеликих алюмінієвих зливок за дуже короткий проміжок часу. Крім цього запропонований спосіб можна використовувати і для міцного зварювання алюмінієвих струмопроводів та для проведення зварювання алюмінієвих дротів.

Список використаних джерел

1. Жигуц Ю.Ю., Похмурський В.І. Матеріали, синтезовані металотермією і СВЧ-процесами / Доп. НАН України. Сер. Математика, природознавство, техн. науки. – 2005. – № 8. – С. 93 - 99.
2. Zhiguts Yu.Yu., Lazar V.F., Khomjak V.Ya. Perspective materials and technologies for industry // Сучасні тенденції розвитку науки і освіти в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів: збірник тез доповідей Всеукр. наук.-практ. конф., 17-18 травня 2017. – Мукачево: Вид-во МДУ, 2017. – С. 248 - 249.
3. Жигуц Ю.Ю., Лазар В.Ф. Технології отримання та особливості сплавів синтезованих комбінованими процесами. Ужгород: Видавництво «Інватор», 2014. – 388 с.
4. Жигуц Ю.Ю., Курітник І.П., Кляп М.М. Методика термохімічних розрахунків для встановлення складу екзотермічних шихт // Міжвузівський збірник Луцького національного технічного університету «Наукові нотатки». – 2016. – № 54. – С. 125 - 129.

References

1. Zhiguts Yu.Yu., Pokhmursky V.I. Materialy, synthesizovani metallothermie i SVS-processesami / Dop. AN Ukrainy. Ser Matematyka, pryrodoznavstvo, technithni nauky. – 2005. – № 8. - S. 93 - 99.
2. Zhiguts Yu.Yu., Lazar V.F., Khomjak B.Ya. Perspective materials and technologies for industry // Suthasni tendentsii rozvytku nauky i osvity v umovah poglyblennja evrointegratsijnyh protsesiv: zbirnyk tez dopovidej Vseukr. nauk.-prakt. conf., Maj 17-18, 2017. - Mukachevo: MSU, 2017. - P. 248 - 249.
3. Zhiguts Yu.Yu., Lazar V.F. Technologii otrumannja ta osoblyvosti splaviv synthesizovanyh kombinovanymy processamy. Uzhhorod: Invasor, 2014. - 388 s.
4. Zhiguts Yu.Yu., Kuritnik I.P., Klyap N.M. Methodyka thermochimithnyh rozrahunkiv dlja vstanovlennja skladu ekzotermithnyh shyht // Mizhvuzivskij zbirnyk Lutskogo Natsionaljnodo Technithnogo Universitetu «Naukovi notatky». - 2016 - № 54. - S. 125 - 129.

УДК 338.48-44(23.0)(477.87)(045)

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT PROGRAMS OF THE SKI-INFRASTRUCTURE OF THE TRANSCARPATHIAN REGION

Zelenska Liliia, Campov Nadiya, Medvid Larisa

АНАЛІЗ ПРОГРАМ РОЗБУДОВИ ГІРСЬКОЛИЖНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Зеленська Л.В., Кампов Н.С., Медвідь Л.І.

In the article the tendencies of development of infrastructure of ski tourism in the Transcarpathian region have been analyzed on the basis of analysis of programs of development of tourist-recreational industry.

Key words: *infrastructure, tourism industry, mountain skiing, skiing complex.*

У статті досліджено тенденції розвитку інфраструктури гірськолижного туризму в Закарпатській області на основі аналізу програм розбудови туристично-рекреаційної індустрії.

Ключові слова: *інфраструктура, туристична індустрія, гірськолижний туризм, гірськолижний комплекс.*

The development and improvement of the tourist infrastructure of the Transcarpathian region in areas with available tourist and recreational resources is one of the main directions of development of the tourist industry. The unique recreational potential of the region, which promotes the development of virtually all types of tourism, and especially skiing, attracts more and more people every year.

The development of tourism infrastructure as an important component of the tourism industry has become a priority area of state policy and regional policy of the Transcarpathian region.

The issues of the state and development of skiing tourism infrastructure of the region are often discussed at thematic conferences and in scientific journals. Most scholars (O. Golovko, M. Malskaya, Medvid LI, N. Gabchak, V. Kyyak M. Rutinsky, F. Shandor) studied the development of skiing in the Carpathian region. N. Gabczak researched the morphological features of the relief and their influence on the location and functioning of the ski resorts of Transcarpathia. F. Shandor considers the development of ski tourism through the prism of sport and extreme tourism. Medvid