

шифр: СИЛУМІНИ

**ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ І ЗВАРЮВАНOSTІ
ВТОРИННОГО СИЛУМІНУ**

АННОТАЦІЯ

Наукова робота складається з 12 сторінок, 3 рисунків, 1 таблиці, 6 літературних джерел.

Об'єкт досліджень - механічні властивості і зварюваність вторинних силумінів.

Мета роботи - вивчення впливу кількості та якості вторинної шихти на механічні властивості силумінів.

Метод дослідження - практичний та аналітичний з використанням стандартних методик, викладених в нормативній літературі.

У роботі надано аналіз сучасних методів отримання алюмінію та його сплавів. Наводиться вплив кількості та якості вторинної шихти з різним вмістом заліза на механічні властивості та зварюваність силумінів, наведено матеріали та методи випробувань для визначення механічних властивостей силумінів. Проведено огляд структурних змін у силуміні та порівняння механічних властивостей їх складових.

Ключові слова: СПЛАВ, СИЛУМІН, ЗВАРЮВАНІСТЬ, СТРУЖКА, МОДИФІКУВАННЯ, ШИХТА, ДЕФОРМАЦІЯ, ОБРОБКА, СТРУКТУРА, МІКРОТВЕРДІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ	4
Матеріали та методи випробувань	5
Результати досліджень	6
Висновки	11
Список використаної літератури	12

ВСТУП

У наш час застосовують два промислових способи отримання алюмінію та його сплавів: 1) шляхом електролізу глинозему Al_2O_3 в розплавленому кріоліті Na_3AlF_6 при температурі 930...950 °С отримують первинний алюміній; 2) шляхом використання в якості шихти лому та відходів виробництва (литники, брак, стружка алюмінію та його сплавів) отримують вторинний алюміній.

Сучасна технологія отримання первинного алюмінію є досить складною. Вона складається з чотирьох окремих виробництв: 1) глинозему Al_2O_3 ; 2) кріоліту Na_3AlF_6 та фтористих солей AlF_3 і NaF ; 3) вуглецевих матеріалів (блоків і анодів); 4) електролітичного алюмінію.

. До переваг першого методу відносяться: висока чистота алюмінію за шкідливими домішками; до недоліків - коштовна технологія отримання глинозему, кріоліту, вугільних матеріалів і проведення електролізу. Для отримання однієї тонни алюмінію витрачається близько двох тонн глинозему, 25 кг кріоліту та 500...600 кг анодної (вугільної) маси. Витрата електроенергії на електроліз лише однієї тонни алюмінію становить 14-16 тис. кВт ч. Крім того, на отримання однієї тонни глинозему витрачається близько 1200 кг умовного палива та 800 кВт ч електроенергії [1].

Перевагами другого методу є: проста технологія отримання алюмінію та його сплавів (плавка в індукційних та електричних печах опору, а також в полум'яних відбивних печах), низька витрата електроенергії (300...400 кВт-ч/т), невисока вартість вихідної шихти (приблизно в 5-6 разів менше в порівнянні з первинною), скорочення питомих витрат і шкідливих викидів в атмосферу до 20 разів [2]. Недоліками методу - забруднення шихти залізом та іншими металами, а також газами, мінеральними мастилами та домішками, що викликають підвищену пористість металу, а також формування грубої структури з крупними інтерметалідами, включеннями пластинчастої форми, і як наслідок, низькі технологічні та механічні властивості.

Серед ливарних алюмінієвих сплавів найбільш широке застосування

знаходять силуміни, що володіють достатньо високими технологічними, механічними та службовими властивостями. Згідно з літературними даними [3, 4], алюмінієві сплави, в тому числі силуміни, володіють доброю зварюваністю. Проте в зв'язку з широким використанням у виробництві силумінів вторинної шихти існує можливість зниження якості, як литих виробів, так і зварних з'єднань з цих сплавів. У зв'язку з цим мета справжньої роботи полягала у наступному:

1. Вивчити вплив кількості та якості вторинної шихти з різним вмістом заліза на механічні властивості та зварюваність силумінів.

2. Визначити кількість вторинної сировини у шихті, що дозволяє в результаті модифікування отримувати показники механічних властивостей (σ_B , δ , HB) силумінів не нижче вимог стандартів та технічних умов.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ

В якості шихтових матеріалів використовували вторинний сплав АК9М2 з різним вмістом заліза, а також стружку цього сплаву. Вміст стружки в шихті змінювався від 1 до 19 %, вміст заліза - від 0,66 до 2,34 %. Виплавлений в печі опору СНЗ-3 під покривним флюсом метал модифікували при температурі 710 ± 10 °С модифікатором [5] та заливали в металевий кокіль для отримання виливків масою 5 кг. З нижньої частини виливків вирізали пластини товщиною 15 мм для двостороннього зварювання (з обробленням кромки) у середовищі аргону на установці УДГУ-251 змінним струмом. Присадочним матеріалом служив сплав АК9М2 того ж складу, що й основний метал. В зв'язку з тим, що міцність зварного шва алюмінієвих сплавів перевищує міцність основного металу [6], із зварених пластин виготовляли зразки корсетного типу, що руйнувалися по зварному шву (рис. 1).

Для визначення величини локальної деформації (відносного видовження) уздовж повздовжньої осі зразків через 1 мм наносили відбитки алмазною пірамідою приладу ПМТ-3. Зі зміни відстані поміж відбитками, до та після випробувань на розрив, визначали величину відносного видовження в зварному шві, в зоні термічного впливу та в основному металі. Окрім цього границю міцності

σ_b та відносьне видовження δ_5 основного металу визначали на циліндричних зразках діаметром 5 мм і довжиною робочої частини 25 мм на розривній машині ИР-100, твердість HRB - на приладі Роквелла. Всі види випробувань проводили на зразках, що не пройшли термічного випробування.

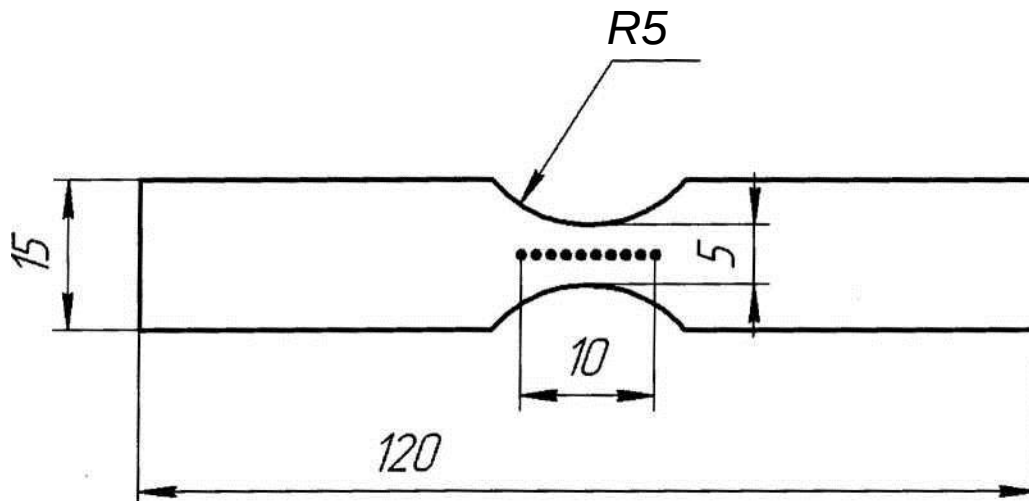
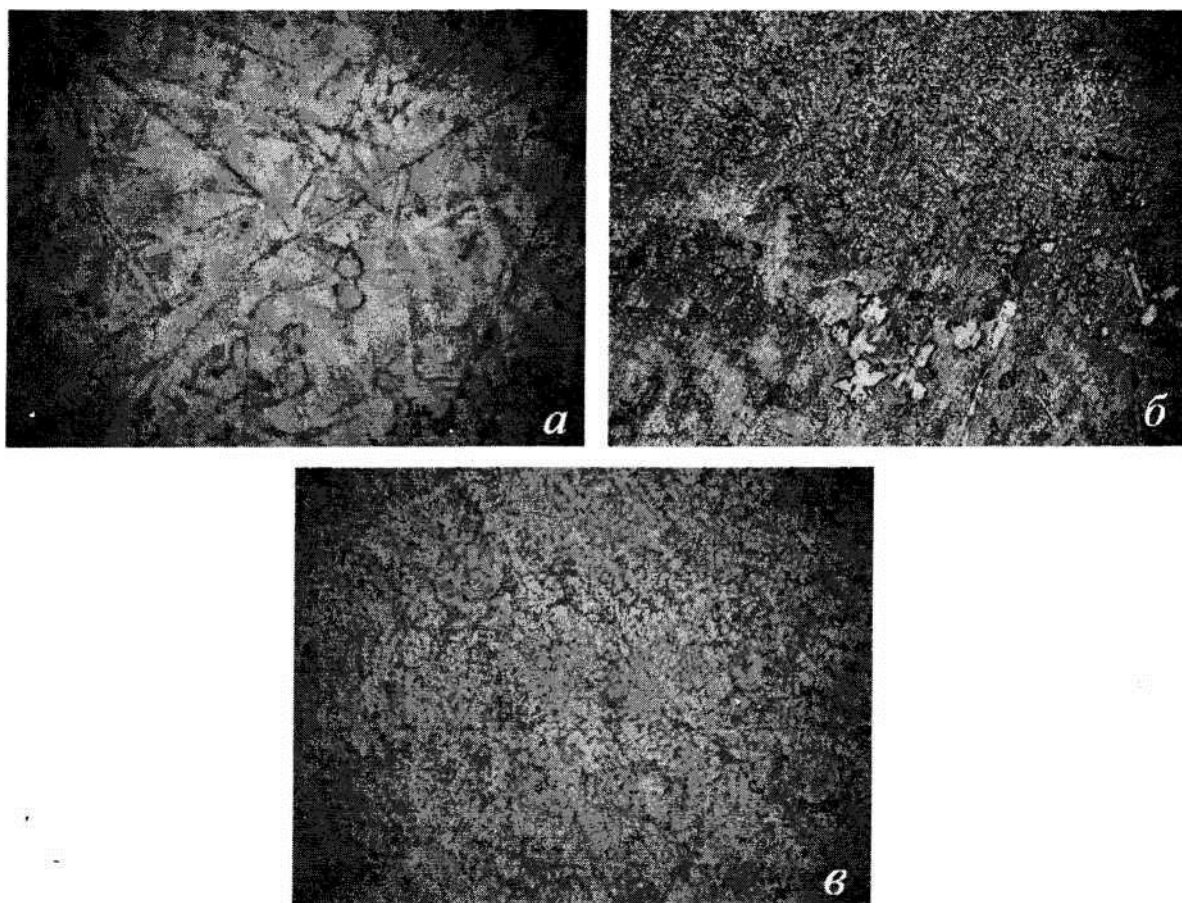


Рисунок 1 - Зразок для випробувань зварного з'єднання на розрив.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати металографічного аналізу показали, що структура зварного шва порівняно зі структурою основного металу відрізняється більш високою дисперсністю та однорідністю, при цьому розміри структурних складових (частинки кремнію та інтерметаліди) в 5-10 разів (рис. 2, а, в). При цьому між зоною зварного шва та основним (литим) металом розташовується зона термічного впливу з проміжною структурою (рис. 2, б). Такі зміни структури пояснюються високою швидкістю охолодження наплавленого та основного металів, завдяки значній теплопровідності алюмінію.



а - основний метал; б - зона термічного впливу; в - зварний шов.

Рисунок 2 - Мікроструктура зварного з'єднання сплаву АК9М2.

В результаті обробки експериментальних даних було встановлено, що структурні зміни, як і слід було очікувати, надали значний вплив на механічні властивості зварних з'єднань. Механічні показники пластичності та максимальні значення мікротвердості спостерігались в зварному шві, проміжні величини цих показників були характерні для зон термічного впливу (рис. 3). Представлені на рисунку 3 залежності, а також дані металографічного аналізу показали, що ширина зварного шва становила 30...40 мм, а зони термічного впливу - 15...20 мм. Мінімальна пластичність спостерігалась в середині шва, по мірі віддалення від нього вона збільшувалась в 1,5...2,0 рази. В той же час максимальна мікротвердість в середині шва знижувалась при переході до зони термічного впливу приблизно в 1,5 рази.

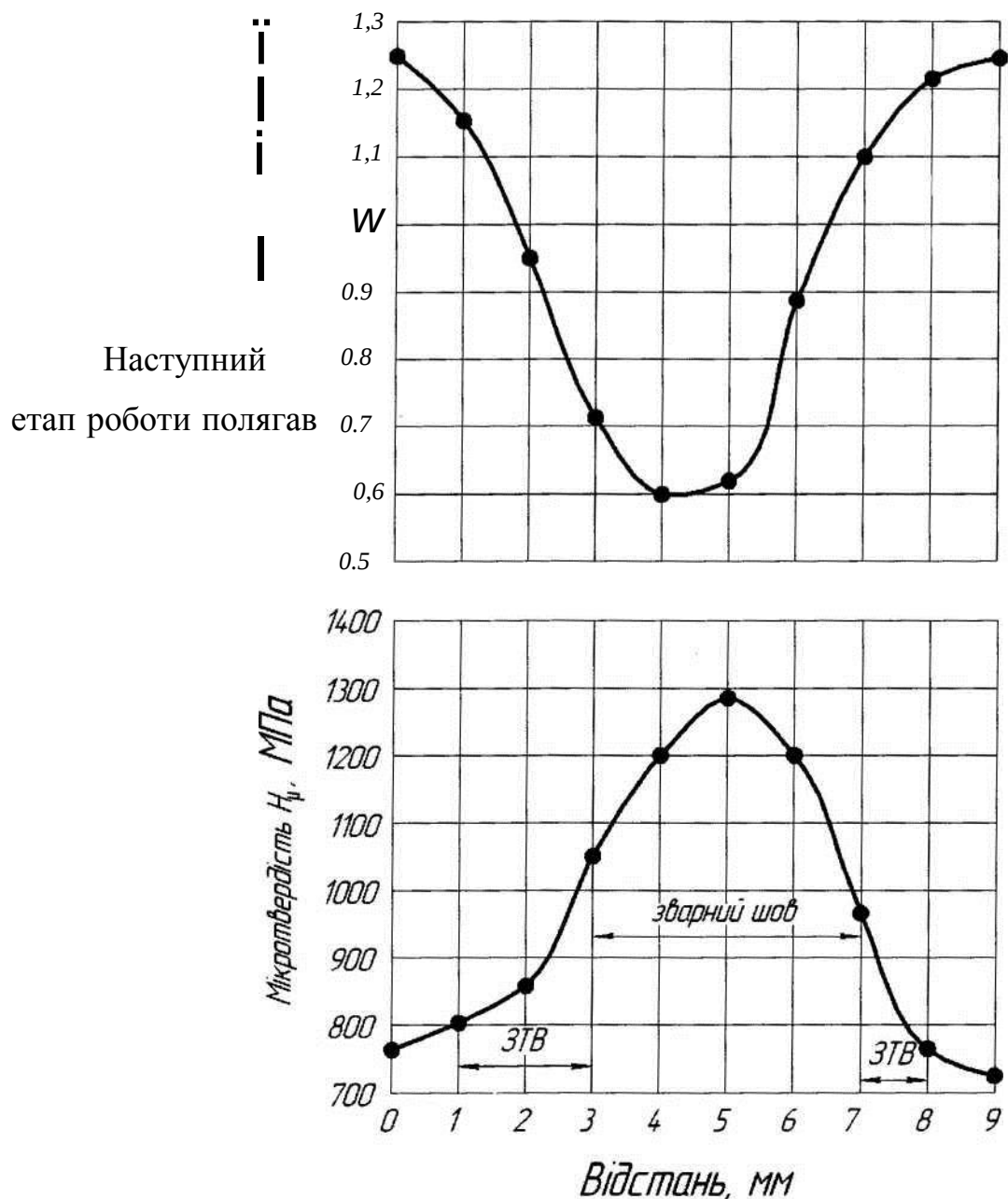


Рисунок 3 - Механічні властивості зварного з'єднання.

в дослідженні впливу трьох факторів: якості шихти (кількості в ній стружки), вмісту заліза в сплаві та величини присадки модифікатора на механічні властивості силуміну АК9М2 в литому стані (основний метал) та зварного шва, отриманого з цього силуміну. Вплив кожного з трьох факторів вивчали при постійній величині двох інших (табл. 1).

Таблиця 1 - Механічні властивості основного металу та зварного шва сплаву АК9М2

№ п/п	Основний метал							Зварний шов		
	Стружка, %	Fe, %	МК-1, %	σ_B , МПа	δ , %	HRB	$H_{ц}$, МПа	$<Y_B$, МПа	δ , %	$H_{ц}$, МПа
1	1,0	1,49	0,12	130	1,8	44,8	930	191	1,3	1360
2	19,0	1,53	0,12	114	1,2	50,0	960	157	0,7	1380
3	10,0	0,63	0,12	106	1,9	43,6	750	187	1,2	1330
4	10,0	2,1	0,12	101	1,3	56,8	840	145	0,6	1390
5	10,0	1,1	0,02	99	1,2	42,6	770	169	0,8	1320
6	10,0	1,3	0,22	125	1,5	46,4	790	204	1,4	1300

Було встановлено, що збільшення в складі шихти стружки з 1 до 19 % призводило до зниження міцності та пластичності як основного металу, так і металу зварного шва при одночасному підвищенні твердості HRB та мікротвердості $H_{ц}$. Негативний вплив стружки на міцність та пластичність можна пояснити наявністю в ній підвищеної кількості шкідливих домішок (водню, мастил та ін.), що призводило до підвищення пористості і, як наслідок, до зниження опору силуміну руйнуванню при випробуваннях на розтяг. З іншої сторони, використання стружки, що має більш високу питому поверхню з плівкою оксиду алюмінію Al_2O_3 порівняно з шихтою, призводило до збільшення в розплаві дрібнодисперсних включень Al_2O_3 , що гальмують рух дислокацій та підвищують опір силуміну пластичній деформації при стисненні.

Збільшення в складі силуміну вмісту заліза з 0,63 до 2,1 % (див. табл. 1) призвело до зниження міцності та пластичності основного і наплавленого металів при незначному збільшенні твердості HRB та мікротвердості $H_{ц}$. Отримані результати узгоджуються з даними інших авторів, наприклад, з матеріалами дисертаційної роботи Мітяєва О.А. [2], в котрій показано, що збільшення вмісту заліза з 0,40 до 1,45 % призводило до збільшення об'єму інтерметалідних фаз $AlSiFe$, Al_2Cu_2Fe і Al_2Cu , що володіють високою твердістю, з 4,2 до 11,9 % і, як наслідок, до зниження міцності та пластичності при незначному підвищенні твердості силумінів.

Аналіз пунктів 5 та 6 таблиці 1 показує, що при вмісті стружки в шихті до 10 % і заліза в сплаві 1,3 % силумін АК9М2 при обробці модифікатором МК-1 володіє достатньо високим рівнем механічних властивостей. Важливим фактором є те, що механічні властивості наплавленого металу по всім показникам перевершують властивості силуміну АК9М2 в литому стані.

ВИСНОВКИ

1. Вивчено вплив кількості шихти, вмісту заліза і модифікатора МК-1 на структуру та механічні властивості основного і наплавленого металів силуміну АК9М2.
2. Встановлено, що в наслідок прискореного охолодження в зварному шві та зоні термічного впливу утворюється дрібнодисперсна структура, що призводить до підвищення границі міцності σ_B на ... %, твердості HRB на ... %, мікротвердості H_p на ... %, при одночасному зниженні відносного видовження δ на... %.
3. Результати роботи показали, що при використанні в якості шихти стружки до 10 % в поєднанні з модифікатором МК-1 досягається отримання щільного шва з достатньо високим рівнем механічних властивостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф. Чернега, В.С. Богушевський, Ю.А. Готвянський. - К.: Вища школа, 2006. - 503 с.
2. Мітяєв О.А. Науково-технологічні основи формування структури, фізико-механічних і службових властивостей вторинних силумінів: автореф. дис. на здобуття докт. техн, наук: спец. 05.02.01 / О.А. Мітяєв. - Запоріжжя 2008.-34 с.
3. Николаев Г.А. Свариваемые алюминиевые сплавы / Николаев Г.А., Фридляндер И.Н., Арбузов А.П. - М.: Металлургия, 1990. - 295 с.
4. Лютова О.В. Свариваемость вторичных алюминиевых сплавов / Лютова О.В. // Литье и металлургия. - 2003. - №4 (73). - С. 45-50.
5. Пат. 57584А Україна, МКВ С22С1/06. Модифікатор для алюмінієвих сплавів / І.П. Волчок, О.А. Мітяєв (Україна); заявник і патентоутримувач Запорізький національний технічний університет. - 2002108345; заявл. 22.10.2003, Бюл. №6.-4 с.
6. Лютова О.В. Підвищення технологічних та механічних властивостей доевтектичних вторинних силумінів: автореф. дис. на здобуття ступ. канд. техн, наук: спец. 05.02.01 / О.В. Лютова. Запоріжжя. - 2012. -17 с.