

УДК 669.714

**ВПЛИВ ВОДНЮ НА МЕХАНІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ  
ВЛАСТИВОСТІ АЛЮМІНІЄВОГО СПЛАВУ АК5М2***Т. О. Коваленко, В. М. Рибак**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

*Досліджено вплив водню на механічні та експлуатаційні характеристики алюмінієвого сплаву АК5М2. Обробка воднем алюмінієвого сплаву АК5М2 дозволяє підвищити його механічні та експлуатаційні характеристики.*

*Исследовано влияние водорода на механические и эксплуатационные характеристики алюминиевого сплава АК5М2. Обработка водородом алюминиевого сплава АК5М2 позволяет увеличить его механические и эксплуатационные характеристики.*

*Influence of hydrogen on mechanical and operational characteristics of aluminium alloy АК5М2 is investigated. Processing by hydrogen of aluminium alloy АК5М2 allows to increase its mechanical and operational characteristics.*

**Вступ**

Останнім часом усе більш широкого застосування для модифікування алюмінієвої матриці знаходять нетрадиційні технології зміцнення. Деякі хімічні елементи, що раніше вважалися нейтральними, або навіть шкідливими, за певних умов виявляють себе як високоефективні зміцнювачі матриці сплаву. Так, наприклад, водень завжди відносили до шкідливих домішок в алюмінієвих сплавах. Але на основі аналізу нечисленних літературних джерел можна зробити висновок про те, що сплав з воднем має більш високі експлуатаційні характеристики в порівнянні зі сплавами, отриманими за стандартними технологіями [1]. Дана стаття присвячена дослідженню впливу водню на механічні та експлуатаційні властивості ливарного алюмінієвого сплаву АК5М2.

**Постановка задачі дослідження**

Задача дослідження полягає в якісній і кількісній оцінці впливу водню, розчиненого в алюмінієвому розплаві АК5М2, на механічні та

експлуатаційні характеристики виливок, отриманих після розливання даного розплаву в кокіль.

**Методика проведення експериментів**

У якості об'єкта досліджень було обрано ливарний алюмінієвий сплав АК5М2 (ДСТУ 2834-94). Хімічний склад даного алюмінієвого сплаву представлено у таблиці 1.

**Таблиця 1.** Хімічний склад алюмінієвого сплаву АК5М2

Сплав	Масова частка елементів, %								
	Al	Mg	Si	Mn	Cu	Ti	Fe	Zn	Ni
АК5М2	основа	0,85	4,5	0,27	2,40	0,05	0,81	1,10	0,06

У якості джерела водню в алюмінієвому розплаві було обрано карбамід. Як відомо [2], карбамід дозволяє ефективно наводнювати алюмінієвий розплав (рис. 1).

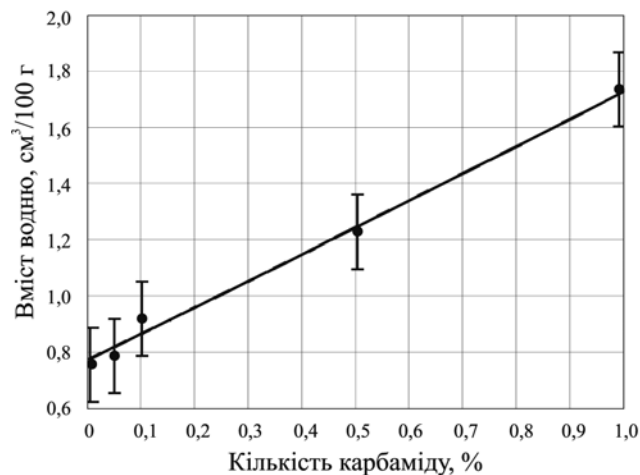


Рис. 1 Залежність кількості водню в розплаві АК5М2 від кількості карбаміду

Для розплавлення та витримки розплаву в рідкому стані використовували піч опору типу СШОЛ з чавунним тиглем з садкою 3 кг по алюмінію.

Для запобігання насичення розплавів залізом з чавуну тигля печі СШОЛ, останній перед кожною плавкою нагрівали до температури 200...300 °С та наносили захисне покриття (30 % оксиду цинку та 70 % води) за допомогою пензлика.

Метал завантажували в піч, розплавляли і доводили його температуру до 730 °С. Потім розплав обробляли розрахованою кількістю карбаміду і розливали в кокіль з метою отримання необхідних зразків.

Дослідження механічних властивостей проводили згідно з ДСТУ 2839-94 за допомогою розривної машини TIRA-TEST при швидкості переміщення траверси 14 мм/хв та похибкою вимірювання навантаження до 1 %.

Тимчасовий опір розриву для кожного із зразків визначали за формулою:

$$\sigma = \frac{F}{S}, \dots\dots\dots(1)$$

де  $\sigma$  - тимчасовий опір розриву, Па;  
 $F$  - зусилля розриву, Н;  
 $S$  - площа поперечного перетину зразка, м<sup>2</sup>.

Твердість (НВ) визначали за допомогою приладу ТБ-1 згідно з ГОСТ 9012-59 з навантаженням у 1000 кгс і кулькою діаметром 10 мм.

Випробування сплавів проти дії корозії та сил тертя проводили згідно з ГОСТ 9.913-90 та ГОСТ 17367-71 відповідно.

Для визначення дії корозії з відлитою у чавунну форму відливків відрізали зразки циліндричної форми довжиною 60 мм і проводили з ними наступні операції:

- 1) Знежирення у 10%-му розчині їдкого натрію на протязі 50...60 хв;
- 2) Промивання дистильованою водою;
- 3) Освітлення у 30%-му розчині азотної кислоти на протязі 2...6 хв;
- 4) Промивання дистильованою водою;
- 5) Сушіння у термічній шафі;
- 6) Протирання 90%-м спиртом;
- 7) Зважування початкової маси зразків на аналітичних вагах;
- 8) Підготовка розчину складу 30 г NaCl + 10 см<sup>3</sup> HCl + 1 дм<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O;
- 9) Розміщення у ванні з розчином зразків на необхідний час;
- 10) Видалення продуктів корозію за допомогою концентрованої 20%-ї азотної кислоти на протязі 10...20 хв;
- 11) Промивання дистильованою водою;
- 12) Сушіння у термічній шафі;
- 13) Зважування кінцевої маси зразків на аналітичних вагах.
- 14) Розрахунок швидкості корозії за наступною формою:

$$K = \frac{m_{\Pi} - m_{\text{К}}}{S \cdot \tau}, \dots\dots\dots(2)$$

де  $K$  – швидкість корозії, кг/м<sup>2</sup>·с;  
 $m_{\Pi}$  – початкова маса зразка, кг;  
 $m_{\text{К}}$  – кінцева маса зразка, кг;  
 $S$  – площа зразка, м<sup>2</sup>;

Для визначення дії тертя з відлитих у чавунну форму відливків відрізали зразки циліндричної форми довжиною 20 мм і проводили з ними наступні операції:

- 1) Зважування початкової маси зразків на аналітичних вагах;
- 2) Розміщення зразків на машині та проведення досліду з однаковим навантаженням (10 кгс/см<sup>2</sup>) та однаковою швидкістю (1 мм/с).
- 3) Зважування кінцевої маси зразків на аналітичних вагах;
- 4) Розрахунок швидкості руйнування при терті за формулою:

$$T = \frac{m_{\Pi} - m_{\text{К}}}{\tau}, \dots\dots\dots(3)$$

де T – швидкість руйнування при терті, кг/с;  
 m<sub>Π</sub> – початкова маса зразка, кг;  
 m<sub>К</sub> – кінцева маса зразка, кг;

**Результати досліджень**

Результати механічних досліджень сплаву АК5М2 представлені на рисунках 2 та 3. Дослідження відносного подовження не проводили у зв'язку з малими значеннями цього параметру для сплаву типу АК5М2.

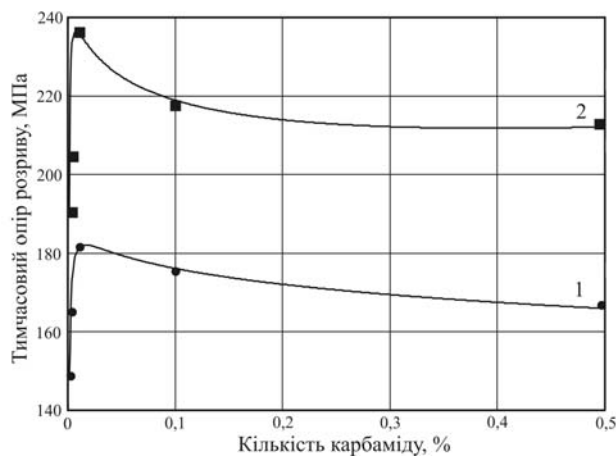


Рис. 2. Залежність тимчасового опору розриву сплаву АК5М2 від кількості введеного карбаміду: 1 – без термічної обробки; 2 – після термічної обробки по режиму Т5

**Висновки**

Результати проведених досліджень підтверджують той факт, що водень при деяких умовах може використовуватися у якості вискоєфективного модифікатора структури ливарних алюмінієвих сплавів, а в наслідок чого – підвищення їх механічних та експлуатаційних властивостей.

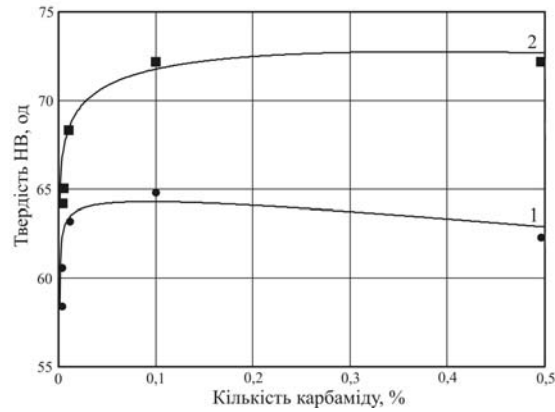


Рис. 3. Залежність твердості сплаву АК5М2 від кількості введеного карбаміду: 1 – без термічної обробки; 2 – після термічної обробки по режиму T5

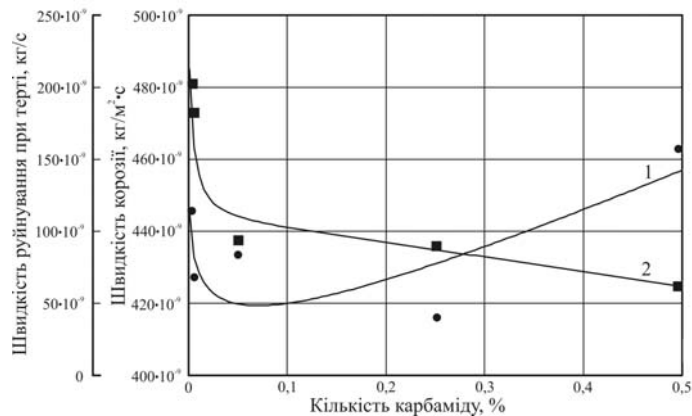


Рис. 4. Залежність експлуатаційних властивостей сплаву АК5М2 від кількості карбаміду: 1 – швидкість корозії; 2 – швидкість руйнування при терті

Очевидно, що механізм дії водню на рідкий алюмінієвий розплав та розплав який знаходиться у процесі кристалізації є багатограним і недостатньо вивченим. Тож наступні дослідження треба зосередити саме на дослідження механізмів впливу водню, що, без сумніву, приведе до відкриття нових цікавих явищ та ефектів.

### Литература

1. Борисов Г. П. О роли водорода в формировании структуры и свойств алюминиевых сплавов // Металлургия Машиностроения. – 2005. – № 5. – С. 11-20.
2. Чернега Д. Ф., Рибак В. М. Вплив водню на структуру та властивості алюмінієвих сплавів // Спеціальна металургія: вчора, сьогодні, завтра: Збірник праць співробітників і студентів кафедри «Фізико-хімічні основи технології металів». – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2008. – С.117 – 125.