

УДК 669.018.4

## **ВПЛИВ ГЛИБИННОЇ ОБРОБКИ РОЗПЛАВІВ ПЛАЗМОРЕАГЕНТНИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ НА ВЛАСТИВОСТІ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ<sup>1\*</sup>**

*Лавренко С.М.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

*Визначено вплив глибинної обробки розплаву плазмореагентними середовищами на структуру металу виливків з алюмінієвих сплавів, після обробки розплаву заглибленим плазмовим струменем.*

*Определено влияние глубинной обработки расплава плазмореагентными средами на структуру металла отливок из алюминиевых сплавов, после обработки расплава углубленной плазменной струей.*

*The influence of deep processing of fusion plasmoreagentnomy environments on the structure of metal castings in aluminum alloy melt depth after treatment plasma jet.*

### **Вступ**

Розвиток плазмової техніки відкриває великі можливості для створення нових технологічних процесів, оснований на термохімічній обробці розплавів активними реагентами при економічному їх використанні. Використання плазмового нагріву дозволяє значно знизити концентрацію газів і неметалевих включень в розплаві і отримати із нього литі вироби з унікальними властивостями, зменшити забруднення атмосфери в ливарних цехах і навколишньому середовищі. Тому розробка наукових і технологічних основ найбільш досконалих способів рафінування і модифікування рідкого металу плазмореагентними середовищами являється актуальним напрямком на сучасному етапі виробництва високоякісного лиття із кольорових сплавів.

---

<sup>1</sup> \*Роботу виконано під керівництвом:

доктора технічних наук Нарівського А.В., ФТІМС НАН України;

доктора технічних наук, професора Богушевського В.С., НТУУ „КПІ”

### Постановка задачі дослідження

Збільшення міжфазної поверхні і часу контакту розплаву з рафінуючим середовищем прискорює газовиділення із сплавів в кінетичному і дифузійному режимах. Цьому сприяє подрібнення бульбашок рафінуючого газу, яке не тільки збільшує поверхню контакту фаз і час життя бульбашки в розплаві, але й прискорює масообмінні процеси на кордоні поділу за рахунок зменшення часу оновлення поверхневого шару бульбашки.

Задача дослідження – покращення механічних властивостей алюмінієвих сплавів шляхом їх плазмової обробки.

### Методика проведення експерименту

Виробничий досвід показав, що газліфтне перемішування являється ефективним способом інтенсифікації процесів тепло та масообміну у розплавах. Однак великі втрати температури металу при обробці не дозволяють в повній мірі використати технологічні переваги газліфтних пристроїв. У ФТІМС НАН України була заснована та пройшла промислове випробування технологія обробки алюмінієвих сплавів у газліфтній установці з плазмовим нагрівом, схема якої представлена на рис. 1.1.

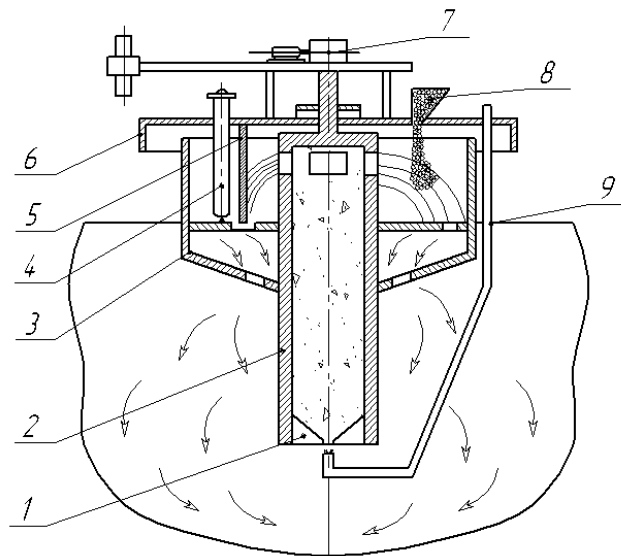


Рис. 1.1 Установа «Газліфт» 1 – диспергатор; 2 – колона газліфту; 3 – камера реакційна; 4 – плазмотрон; 5 – екран; 6 – кришка; 7– привід обертання; 8 – дозатор реагентів; 9 – фурма.

Відмінною особливістю установки являється наявність обертової колони з диспергатором у нижній частині. Диспергатор виконаний у вигляді трьох пластин, рівномірно розміщених по внутрішньому діаметру колони з кутом  $120^\circ$  між ними. При обертанні колони в реакційній камері виникають доцентрові сили, які сприяють потраплянню металу у газліфт. Обертання колони з диспергатором перед соплом фурми дозволяє подрібнювати газовий струмінь на пухирці та значно збільшити поверхню газореагентної взаємодії у розплаві.

### **Результати досліджень**

За допомогою моделювання встановили, що оптимальні режими обробки розплаву забезпечують обертання колони зі швидкістю 180 – 200 об/хв. при витратах газу через фурму в межах 3 – 4 л/хв. Плазмотроном підтримують в заданих межах температуру металу та нагрівають введені в камеру реагенти до високо реакційного стану, в якому вони добре змочуються і засвоюються розплавом. Конструкція установки дозволяє вводити і рівномірно розподіляти в розплаві тугоплавкі частинки, наприклад, титан, цирконій, а також інші модифікатори та флюси.

Подрібнення інтерметалідних фаз можливо пояснити впливом термотимчасової обробки, яка перешкоджає утворенню їх в сплаві і можливим руйнуванням інтерметалідів при високотемпературному впливі на розплав („тепловий удар”) плазмовим струменем. Під впливом високих температур в зоні стикання плазмового струменя, поряд з інтерметалідами можуть руйнуватись оксидні включення в інтенсивно перемішуваному розплаві. В результаті цього подрібнюється мікроструктура і підвищуються характеристики міцності сплавів у литому стані.

Структурні зміни розплаву, що проходять під дією плазмового струменя, добре спостерігається в евтектичному силуміні. Не дивлячись на значну розчинність кремнію в алюмінії сплав АК12 при термічній обробці не зміцнюється.

Це пояснюється високою швидкістю розпаду  $\alpha$ -твердого розчину і коагуляцією виділених частинок кремнію в силуміні. Тому єдиним способом підвищення фізико-механічних властивостей виливок з цього сплаву являється його модифікування спеціальними реагентами. Мікроструктура силуміну, виплавленого із низькосортної шихти з вмістом 80 % стружки, після різної тривалості обробки розплаву представлена на рис. 1.2 (верхній знімок).

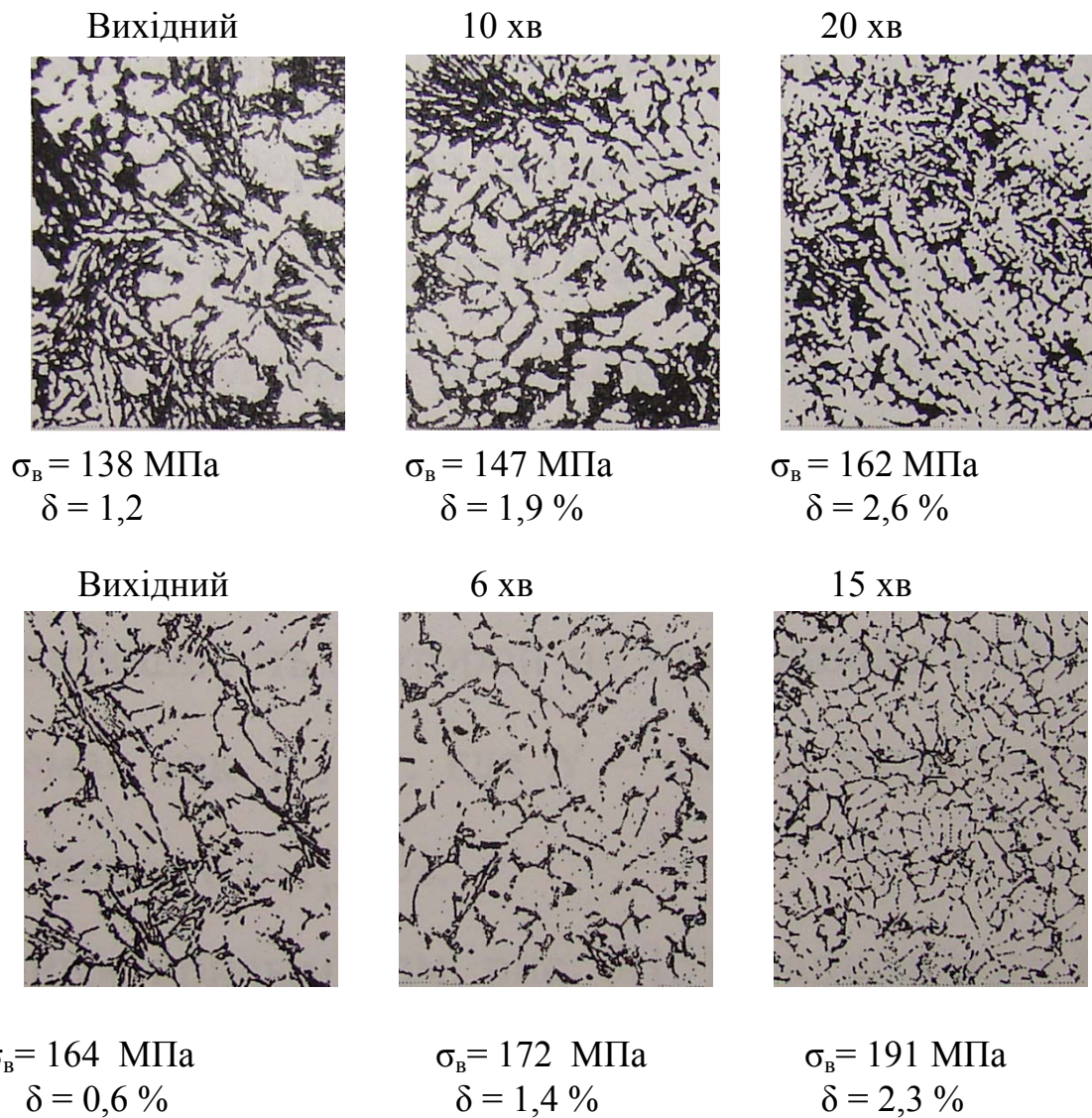


Рис. 1.2 Мікроструктура і властивості виливок із сплаву АК12 з низькосортної шихти (верхній знімок) та АК5М2 із чушки (нижній знімок) після різної тривалості плазмової обробки розплаву.

Після продувки плазмовим струменем протягом 10 хв. зменшуються розміри структурних складових. При збільшенні тривалості обробки до 20 хв. структура сплаву подрібнюється і колонії евтектики рівномірно розподіляються між  $\alpha$  - твердим розчином.

Міцність та відносне видовження литого металу при цьому підвищуються до значень, що визначені ДСТУ для цього сплаву. При більш тривалій обробці збільшується об'єм металу, на який впливає високотемпературна дія плазмового струменя, змінюється будова розплаву та фізико-механічні характеристики виливок. Аналогічно розглянутим змінюється структура і властивості у виливках із сплаву АК5М2, виплавленого із свіжих шихтових матеріалів (рис. 1.2 нижній знімок).

Для рафінування кольорових сплавів використовується аргон, азот, гелій та інші гази, а також їх суміші. Використання азоту для обробки алюмінієвих сплавів обмежується можливістю утворення нітридів в перегрітому розплаві. Рекомендується продувати азотом метал при температурах не вище 973 К

### **Висновки**

Промислове освоєння розроблених технологій показало, що плазмореагентна обробка дозволяє: знизити вміст водню на 70 – 80 %, неметалевих включень – в 2 – 2,3 рази; збільшити межу міцності на розрив литого металу на 14 – 26 %, відносне подовження – на 35 – 54 %; зменшити брак виливків на 20 – 30 % і скоротити витрати на виробництво.

### **Література**

1. Найдек В.Л., Наривский А.В., Федоров А.А. Технологии рафинирования алюминиевых сплавов плазменными газореагентными средами // Металл и литье Украины.- 2004,- №1.- с. 16-18
2. Комбинированная обработка алюминиевых сплавов продувкой инертным газом и жидким флюсом: материал VI Международная научно-практическая конференция «Литье 2010» Запорожье, 21-22 апреля 2010 г.: тез. докладов / [В. Л. Найдек, Д. М. Беленький, Н. С. Пионтковская, А. В. Наривский]. Запорожье –2010.-С.156.
3. Наривский А.В. Влияние плазмореагентной обработки расплава на микроструктуру и прочностные характеристики алюминиевых сплавов / А.В. Наривский // «Процессы литья».-1997.-№2.-С.20-25.
4. Найдек В.Л., Наривский А.В. Технологический процесс вакуумплазменной обработки металлических расплавов // Современная спецэлектрометаллургия. – 2005. – № 1.