

## Лабораторна робота

### ЗНЕЖИРЕННЯ ТА СУШІННЯ АЛЮМІНІЄВОЇ СТРУЖКИ

#### **Мета роботи:**

- вивчити теоретичні основи і технологію сушіння та знежирення алюмінієвої стружки;
- отримати навички проведення в лабораторних умовах процесу сушіння алюмінієвої стружки;
- дослідити вплив параметрів сушіння на остаточну вологість і окиснення алюмінієвої стружки.

#### **Теоретична частина**

У загальному обсязі вторинної алюмінієвої сировини 40 % становить стружка, що утворюється в основному на машинобудівних підприємствах.

Під час обробки металу різанням, збирання, зберігання та транспортування до місця переробки стружка замаслюється, зволожується, забруднюється сторонніми предметами (обтиральними кінцями, трісками та іншим сміттям), змішується з пилом від стирання різця і стружкою чорних металів. Основна маса стружки (95 %) містить 3–18 % води та мастильно-охолоджувальної рідини (СОЖ), яку застосовують під час різання алюмінієвих сплавів. СОЖ – це складні композиції водних емульсій або мастильних рідин, що містять поверхнево-активні речовини, інгібітори корозії і мастило.

Ступінь засміченості стружки СОЖ, вологою і неметалевими домішками залежить як від пори року, так і від терміну зберігання на складах і тривалості транспортування її з металообробних підприємств на підприємства вторинної кольорової металургії. При зберіганні на відкритому повітрі сумарний вміст вологи і СОЖ може досягати 20–30 %.

Для отримання якісних сплавів стружку слід підготувати до металургійної переробки. Підготовка стружки до плавки полягає в сортуванні по крупності, дробленні великої фракції, сушінні, відсіванні дрібниці,

видаленні заліза. У підготовленій стружці залишковий вміст вологи і мастила в сумі не повинен перевищувати 0,1 %, металургійний вихід – не менше 90 %.

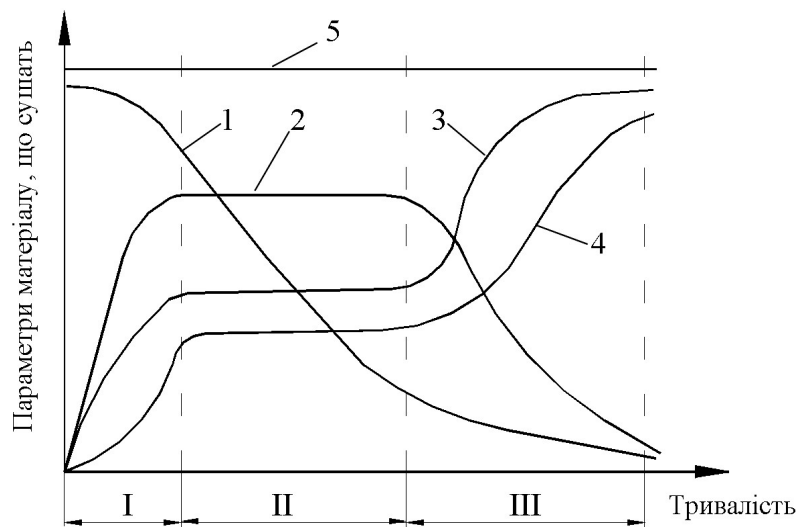
Розрізняють три способи видалення вологи і мастила – механічний, гідрохімічний і термічний. Механічний спосіб, заснований на відгонянні мастил і води за допомогою відцентрових сил, застосовують при утриманні СОЖ на поверхні матеріалу до 6 %. Залишковий вміст рідини після обробки стружки в спеціальних центрифугах (2–4 %) не забезпечує без досушування іншими способами можливості використання її під час металургійної переробки. Гідрохімічне знежирення полягає в промиванні стружки гарячим лужним розчином у шнекових змішувачах або центрифугах. Після видалення розчину в стружці залишається не більше 0,2 % вологи і мастила. Розчин повертають у процес після очищення від твердих частинок і мастила. Термічне знежирення алюмінієвої стружки в сушильних печах отримало найбільше поширення. На підприємствах вторинної кольорової металургії переважно використовують барабанні сушильні установки продуктивністю 1–5 т/год. Перспективним методом стабілізації роботи сушильних установок і підвищення їх продуктивності є попереднє видалення СОЖ центрифугуванням.

За напрямком руху матеріалу і сушильного агента розрізняють установки прямотечійного і протитечійного типу. У сушарках першого типу матеріал і димові гази рухаються паралельно, в протитечійних сушарках – назустріч один одному. Протитечія є кращою для глибокого сушіння, коли гази з високою температурою, стикаючись з висушеним матеріалом, не спричинюють його запалення. Недоліком протитечії є винесення легких частинок просушеного і сирого матеріалу в камеру завантаження і газохід, де можуть утворюватися відкладення. При прямотечії через загоряння СОЖ на початку робочої камери технологічний процес в сушильному барабані може виявитися некерованим.

Технологія сушіння стружки, як і інших вологих матеріалів, залежить в основному від форми зв'язку вологи з матеріалом. Зв'язок вологи і мастила з алюмінієвою стружкою носить механічний характер – рідина на поверхні та в

мікропорах утримується в невизначених кількостях. Вибір способу і теплового режиму сушіння металеві стружки обмежується умовами розплавлення і окиснення. Якщо алюмінієва стружка при сушінні нагрівається до температури плавлення, то в результаті пошкодження оксидної плівки можливе утворення “коржів” із кусочків нерозплавленої стружки і оксидів, зв’язаних між собою розплавом. Тому температура сушіння не має перевищувати температуру плавлення матеріалу, що висушується.

Видалення вологи і мастила з поверхні стружки можна поділити на три періоди (рис. 1).



1 – вологість матеріалу, %; 2 – щільність потоку вологи, що видаляється зі стружки,  $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ ; 3 – температура поверхні стружки, що висушується,  $^{\circ}\text{C}$ ; 4 – температура центру стружки, яку сушать,  $^{\circ}\text{C}$ ; 5 – температура сушильного агента,  $^{\circ}\text{C}$ ; I, II, III – періоди сушіння

Рисунок 1 – Динаміка змін параметрів алюмінієвої стружки під сушіння

У перший період відбувається нагрівання стружки до температури випаровування легких фракцій СОЖ (протягом якого метал практично не окиснюється) і випаровування вологи з поверхні. Інтенсивність сушіння при

цьому невелика, оскільки значна частина теплоти витрачається на нагрівання стружки, а не на видалення вологи і СОЖ. Явище термовлагопровідності гальмує процес сушіння.

Протягом другого періоду швидкість видалення вологи залишається постійною. Вся теплота, що підводиться, витрачається тільки на випаровування вологи. При цьому температура стружки підтримується на рівні температури випаровування. Відбувається випаровування легких фракцій СОЖ і води, утворення твердого залишку – коксу. Інтенсивність сушіння визначається виключно влагопровідністю.

Протягом третього періоду відбувається видалення коксу, яке супроводжується підвищенням температури, збільшення товщини і погіршення характеристик міцнісних властивостей плівки  $Al_2O_3$ , внаслідок чого інтенсифікується окиснення стружки. При цьому теплота, що підводиться, витрачається не тільки на процес випаровування СОЖ, але і на подальше підвищення температури стружки. Знову виникає різниця температур по перетину і спостерігається падіння інтенсивності сушіння через зменшення вологості матеріалу і внаслідок виникнення термовлагопровідності. Після закінчення цього періоду видалення вологи з матеріалу, що висушується, практично завершується, і температура його поверхні наближається до температури сушильного агента.

Основне джерело надходження окислювачів в зону технологічного процесу – сушильний агент, в складі якого найбільш активним є Оксиген. Тому зниження втрат металу на окиснення можна досягти якщо використовувати для сушіння димові гази з вмістом Оксигену не більше 7–9 %.

### **Експериментальна частина**

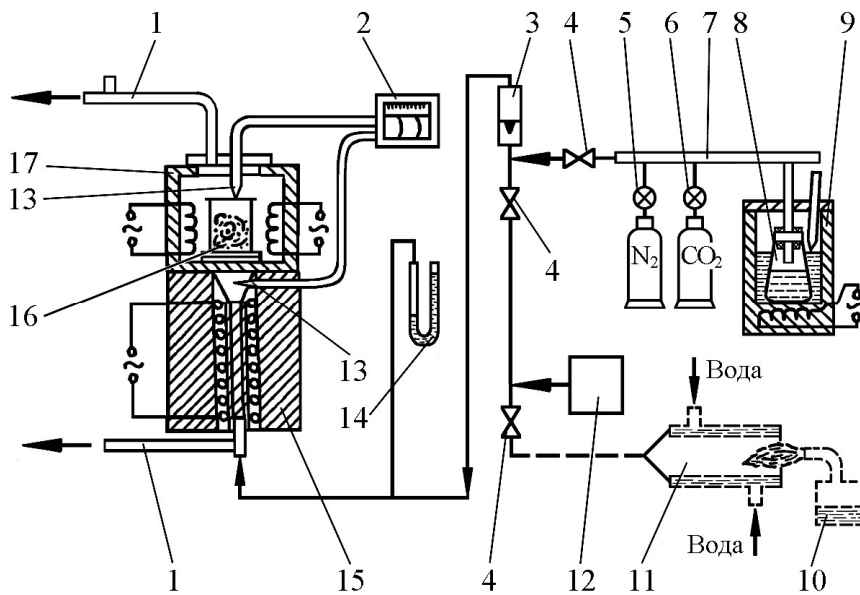
**Прилади і матеріали:** установка для сушіння алюмінієвої стружки; аналітичні ваги; щипці; алюмінієва стружка різних типів; бите скло; набір СОЖ і мастил; спецодяг; захисні окуляри, рукавиці.

## Опис установки

Для дослідження технологічних режимів сушіння використовують лабораторну установку, схема якої надана на рис.2. Вона складається з сушильної камери, з'єднаної з піччю для підігрівання сушильного агента до заданої температури. У сушильну камеру встановлено скляний стакан з алюмінієвої стружкою, який має перфороване днище. Сушильний агент надходить в установку за допомогою компресора.

## Порядок проведення роботи

Склад вихідних матеріалів (початкова вологість стружки  $w_n$ , кількість і розмір стружки, співвідношення води і мастила на поверхні стружки  $m_B':m_M'$  та ін.) задається викладачем.



- 1 – штуцер для відбирання проб газу; 2 – потенціометр;  
3 – ротаметр; 4 – вентиль; 5, 6 – редуктор; 7 – змішувач;  
8 – парогенератор; 9 – термостат; 10 – пальник; 11 – камера згоряння; 12 – компресор; 13 – термопара; 14 – манометр;  
15 – піч; 16 – стакан з наважкою; 17 – сушильна камера

Рисунок 2 – Схема установки для дослідження умов сушіння алюмінієвої стружки

На аналітичних вагах зважити наважку чистої (без СОЖ) стружки  $m_1$ .

Замаслити стружку рідиною  $m_p$ , яка складається з суміші води  $m_B$  і мастила  $m_M$ ; завантажити в скляний стакан.

Стакан з наважкою помістити в сушильну камеру, попередньо виведену на необхідний тепловий режим.

Включити компресор і проводити сушіння при постійних параметрах сушильного агента. За вказівкою викладача варіювати такі параметри процесу: початкова вологість стружки  $w_n$ , температура агента  $T_c$ , тривалість сушіння  $\tau$ , співвідношення води і мастила на поверхні стружки  $m_B:m_M$ , вміст Оксигену в сушильному агенті  $C_O$ .

Після завершення дослідів стружку охолодити без доступу повітря і зважуванням визначити масу просушеного матеріалу  $m_2$ .

Для визначення залишкової СОЖ  $m_p$  повторити дослід за тих самих умов сушіння з наважкою битого скла.

Чистий приріст маси стружки за рахунок окиснення  $\Delta m$  розрахувати за виразом:

$$\Delta m = m_2 - m_1 - m_p$$

Цей приріст відповідає кількості приєднаного Оксигену.

Оскільки при окисненні Алюмінію має місце реакція  $2Al + 1,5O_2 = Al_2O_3$ , кількість окисленого металу  $M$  складе:

$$M = K \cdot \Delta m, \quad (1)$$

де  $K$  – відношення взаємодіючих мас Алюмінію і Оксигену, 1,124 кг/кг.

Розділивши ліву і праву частини рівняння (1) на масу сухої стружки  $m_2$ , обчислити ступінь окиснення металу  $C_{OK}$ , %:

$$C_{OK} = K \cdot \Delta m / m_2 \cdot 100.$$

Початковий і залишковий вміст води та мастила в стружці розрахувати у відсотках за виразами:

$$w_H = m_p' \cdot (m_1 + m_p')^{-1} \cdot 100, \quad (2)$$

$$w_K = m_p'' \cdot (m_1 + m_p'')^{-1} \cdot 100. \quad (3)$$

За результатами досліду провести необхідні розрахунки і заповнити таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати вимірювань і розрахунків кількісних характеристик процесу сушіння алюмінієвої стружки

Найменування	Номер проби		Середнє значення
	перша	друга	
Температура сушильного агента $T_c$ , °C			
Вміст Оксигену в сушильному агенті $C_o$ , %			
Тривалість сушіння $\tau$ , хв			
Початкова вологість стружки $w_H$ , %			
Співвідношення води і мастила в СОЖ $m_B':m_M'$			
Маса стружки до досліду $m_1$ , г			
Маса стружки після досліду $m_2$ , г			
Маса скла до досліду $m_3$ , г			
Маса скла після досліду $m_4$ , г			
Маса СОЖ до досліду $m_p'$ , г			
Маса СОЖ після досліду $m_p''$ , г			
Приріст маси стружки за рахунок окиснення $\Delta m$ , г			
Ступінь окиснення металу $C_{OK}$ , %			
Залишкова вологість стружки $w_K$ , %			

### Вказівки з техніки безпеки

Студент допускається до виконання роботи після інструктажа у викладача.

Роботу з мастилами проводити у витяжній шафі. Не вдихати пари мастила. Змішування мастила та води проводити в захисних окулярах і рукавичках. Уникати потрапляння розчинів в очі та на незахищені ділянки тіла.

При роботі з сушильною піччю користуватися захисними рукавицями.

При проведенні сушіння вмикати вентиляцію і закривати установку захисним екраном витяжної шафи.

При сушінні перемішування стружки проводити при вимкненій печі із застосуванням захисних рукавиць і тигельних щипців.

### **Вимоги до звіту по роботі**

Звіт по роботі повинний містити:

- мету роботи, короткий опис теоретичних основ сушіння та знежирення алюмінієвої стружки, опис підготовки алюмінієвої стружки до плавки;
- схему лабораторної установки для сушіння алюмінієвої стружки;
- вихідні дані (початкова вологість стружки  $w_n$ , кількість і розмір стружки, співвідношення води і мастила на поверхні стружки  $m_B':m_M'$ ; розрахунок кількості води і мастила, необхідного для замащування стружки);
- порядок проведення роботи і технологічні параметри сушіння алюмінієвої стружки (температура агента  $T_c$ , тривалість сушіння  $\tau$ , вміст Оксигену в сушильному агенті  $C_o$ , та ін.);
- результати приросту маси стружки за рахунок окиснення та розрахунок ступеня окиснення металу;
- розрахунки початкового і залишкового вмісту води та мастила в стружці;
- таблицю отриманих результатів;
- висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Назвіть джерела забруднення алюмінієвої стружки.
2. Які чинники впливають на ступінь забруднення алюмінієвої стружки?



3. З яких операцій складається первинна обробка алюмінієвої стружки?
4. Якими способами видаляють вологу та мастило з поверхні стружки? Надайте їх характеристику.
5. Яке промислове обладнання використовують для термічного сушіння та знежирення алюмінієвої стружки?
6. Які чинники впливають на вибір технологічного режиму термічного сушіння та знежирення алюмінієвої стружки?
7. З яких періодів складається процес термічного видалення вологи та мастила з поверхні алюмінієвої стружки?
8. Назвіть основні вузли лабораторної установки для дослідження процесу термічного сушіння алюмінієвої стружки?
9. Які дослідження виконують для визначення оптимального технологічного режиму термічного сушіння алюмінієвої стружки?
10. Як визначають залишкову вологість алюмінієвої стружки?