

7 ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

7.1 Визначення окалиноутворення при нагріві сталевих заготовок

Загальні відомості

При нагріві металу в полум'яних печах, окрім процесів, пов'язаних з передачею тепла, відбуваються також процеси хімічної взаємодії між пічними газами і поверхнею металу, що нагрівається. До складу продуктів горіння зазвичай входять вуглекислий газ CO_2 , кисень O_2 , водяна пара H_2O , азот N_2 , а також в невеликих кількостях двоокис сірки SO_2 , оксид вуглецю CO і водень H_2 . При високих температурах кисень, пари води, вуглекислий газ і двоокис сірки можуть окисляти метал. Цей процес є наслідком дифузії кисню з пічних газів до поверхні заготовок, що нагріваються, адсорбції його на поверхні, дифузії реагуючих речовин через шар окалини назустріч кисню і кристалографічних перетворень. При цьому утворюється закис заліза FeO , магнітний оксид заліза Fe_3O_4 і оксид заліза Fe_2O_3 .

На величину кількості окалини (чаду) впливає склад газів, температура і тривалість нагріву, форма і розміри заготовки, хімічний склад металу і інші чинники.

Втрати металу від окислення визначаються декількома кількісними показниками.

1. Вагове окалиноутворення (чад) - кількість металу, що окислився в процесі нагріву і виражена у відсотках від його первинної ваги

$$x = \frac{q_1 - q_2}{q_q} 100\%, \quad (7.1)$$

де q_1 і q_2 – вага заготовки до нагріву і після нагріву і очищення відповідно, *грам*.

2. Поверхневе окалиноутворення – кількість окисленого металу, віднесена до одиниці поверхні заготовки, що нагрівається

$$a = \frac{q_1 - q_2}{S} \text{ грам/см}^2 \quad (7.2)$$

де S – повна поверхня заготовки, *см*².

3. Швидкість окислення – відношення величини поверхневого окалиноутворення до часу нагріву

$$w = \frac{q_1 - q_2}{S \cdot \tau} \text{ грам/см}^2 \cdot \text{год} \quad (7.3)$$

де w – час нагріву заготовки, *год*.

Мета роботи

Визначення втрат металу від його окислення при нагріві в електричній печі в атмосфері повітря, а також вплив на окалиноутворення тривалість і температури нагріву.

Матеріал, інструмент і устаткування

Заготовки для дослідження процесу окалиноутворення - 2 комплекти по 4 відрізка круглого профілю з вуглецевої сталі діаметром 4-6 мм і завдовжки 60-80 мм.

Електронні ваги з точністю до 0,01 грама.

Електричний нагрівач печі (нагрівальні елементи – ніхромові спіралі або силітові стрижні). Температура печі задається і регулюється за допомогою електронного автоматичного потенціометра. Датчиком регулятора температури служить платинородій - платинова термопара. Матеріал футерування печі - шамотна цеглина класу А.

Порядок проведення роботи

Чотири заготовки зважити на вагах з точністю до 0,01 грама. Заготовки укласти на шамотні підставки і завантажити в піч. Заготовки і підставки повинні бути пронумеровані.

Температуру печі довести до температури, що декілька перевищує нижній інтервал кувальних температур (приблизно для вуглецевої сталі 850–870 °С). Через кожних 5 хвилин фіксувати температуру нагріву печі і витягувати по одному зразку. Заготівку, що витягується з печі, охолодити у воді для виключення окислення металу при охолодженні на повітрі і очистити від окалини наждачним папером. Після очищення заготівку повторно зважити, результати вимірювань занести до таблиці і визначити кількісні показники за формулами.

Для другого комплекту заготовок весь процес нагріву і вимірювань повторити при максимальній температурі нагріву (приблизно 1200°С). Отримані результати вимірювань занести до таблиці і визначити показники окалиноутворення при максимальній температурі.

Таблиця 7.1 – Результати дослідження окалиноутворення при нагріві сталевих заготовок

Номер заготовки	Вага заготовки до нагріву, грам	Температура нагріву печі, °С	Тривалість нагріву, хвил	Вага заготовки після нагріву, грам	Ваговий угар %	Поверхневий угар, грам/см ²	Швидкість окислення, грам/см ² ·год

Зміст звіту

Вказати тему і мету роботи. Дати коротку характеристику лабораторного обладнання, матеріалу і розмірів заготовок. Стисло викласти суть процесу окалиноутворення і основні його характеристики. Всі експериментальні і розрахункові дані привести в таблиці 7.1.

Побудувати графіки залежностей $x = f(t, \tau)$, $a = f(t, \tau)$, $w = f(t, \tau)$.

Звіт завершити аналізом результатів і висновками.

7.2 Визначення градієнта температур по перетину заготовки і коефіцієнта тепловіддачі металу при нагріві

Загальні відомості

При веденні оптимального технологічного режиму нагріву металів для кування і штампування необхідно уникати утворення тріщин. Причиною тріщиноутворення є внутрішня напруга, обумовлена різницею температур по перетину металу, що нагрівається.

Розглянемо механізм даного процесу. Поверхневі шари металу, нагріті до більш високої температури, ніж внутрішні, розширюються більше, ніж внутрішні. Проте розширення поверхневих шарів пригальмовується сусідніми внутрішніми шарами, які розтягуватимуться за рахунок розширення зовнішніх шарів. В результаті такої взаємодії зовнішні шари металу при нагріві будуть зазнавати стискуючу напругу, а внутрішні – розтягуючу напругу.

Ця напруга, що виникає унаслідок нерівномірного нагріву, називається також температурною напругою. Вона тим більше, чим більше перепад температур в різних частинах матеріалу заготовки або злитка. При певній різниці температур усередині металу температурна напруга може настільки зрости, що перевищить його межу міцності і призведе до утворення тріщин. Це явище особливо небезпечне при швидкому нагріві низькопластичних сталей (наприклад, високовуглецевих і легованих), а також крупних заготовок взагалі. Слід зазначити, що величина внутрішньої напруги залежить не тільки від характеру зміни об'єму металу під впливом температурного розширення, але і від зміни об'єму унаслідок структурних перетворень.

До теплофізичних величин, що характеризують явища, що відбуваються в металі при нагріві, слід віднести теплопровідність, теплоємність і деякі інші, а також коефіцієнт теплопередачі.

Середній коефіцієнт теплопередачі визначається:

$$\alpha = \frac{q \cdot C_{t_1}^{t_2} \cdot (t_2 - t_1)}{F \cdot \tau \cdot (t_{\text{печ}} - t_{\text{пов}})}, \quad \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{град}}, \quad (7.4)$$

де q - вага зразка, що нагрівається, кг;

$C_{t_1}^{t_2}$ - середня, в межах t_1 і t_2 теплоємність, $\frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$;