

В результаті виконаних досліджень можна зробити висновок про те, що розроблена сквозна технологічна схема виробництва крупносортових профілів відповідного призначення з неперервнолитого металу (рис. 1, схема Б) застосована до умов стану 620 є найбільш оптимальною, так як гарантує отримання якісної макроструктури прокату навіть для профілів з максимальною товщиною елементів 20...28 мм.

Список літератури

1. **Лякишев Н.П.** Деякі проблеми сучасного сталеплавильного процесу // *Сталь*, 1996. — № 9. — С. 1–6.
2. **Лякишев Н.П., Николаев А.В.** Енергетичні аспекти металургії сталі // *Сталь*, 2002. — № 3. — С. 67–73.
3. **Суплин Л.** Проблеми моніторингу споживання чорних металів в Україні // *Металл-кур'єр*, спецвипуск "Металлопотребление", 2002. — травень (29). — С. 30–35.
4. **Булгаков Е.** Стан і перспективи споживання металу в Україні // *Металл-кур'єр*, спецвипуск "Металлопотребление", 2002. — травень (29). — С. 14–16.
5. **Лякишев Н.П.** Нові металургічні процеси. — М.: Наука, 1991. — С. 5–17.
6. **Ітоги** виконання програми соціально-економічного розвитку Донецької області в 1998–2000 рр. — Донецьк, 2001.
7. **Стан** і перспективи розвитку підприємств чорної металургії в Донецькому регіоні / С.В. Кольцов, І.М. Мищенко, Г.С. Клягин, О.В. Мирошніченко // *Збірник наук. праць ДонНТУ "Металургія"*. Вип. 40. — Донецьк: ДонНТУ, 2002. — С. 8–15.
8. **Оптимізація** витрат енергії в процесах деформації / А. Хензель, Т. Шпиттель, М. Шпиттель, М. Гайдук, Й. Конвичний. — М.: Металургія, 1985. — 184 с.
9. **Минаев А.А., Лубенец А.Н., Смирнов Е.Н.** Дослідження особливостей виробництва полобильових профілів з неперервнолитих заготовок // *Збірник наукових праць Донецького державного технічного університету. Металургія*. Вип. 18. — Донецьк, ДонГТУ. 2000. — С. 6–17.
10. **Смирнов Е.Н.** Властивості та структура заготовок з неперервно-литого металу для виробництва прокату відповідного призначення // *Металл і лиття України*, 2001. — № 3–4. — С. 17–20.
11. **К вопросу** виробництва деталей замка арочної кріпки з неперервнолитого металу / Е.Н.Смирнов, А.Н.Лубенец, І.В.Лейрих і др. // *Металургічна і горнорудна промисловість*, 2002. — № 10. — С. 81–85.

© Смирнов Е.Н., Лейрих І.В., Григорьев М.В., Щербачев В.В., 2003

НОВІКОВА О.В., КУРБАТОВ Ю.Л. (ДОННТУ)

ОКИСЛЮВАННЯ СТАЛЕВИХ ЗРАЗКІВ У СЕРЕДОВИЩІ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ

Виконані експериментальні дослідження окислювання сталевих зразків в атмосфері продуктів згоряння природного газу при електрофізичному впливі. Показано зниження угару металу на 20%. Отримано константи окалиноутворення для розрахунку товщини окалини.

Енергосбереження та ресурсосбереження — важливіші науково-практичні задачі у промисловості, зокрема чорної металургії та машинобудуванні. Тому зменшення угару металу з метою зниження його втрат та поліпшення якості кінцевого продукту є однією з актуальних проблем протягом довгого часу. Засоби боротьби з угаром металу при його нагріванні [1] — застосування спеціальних обмазок, відновлювальних атмосфер, захисних середовищ, швидкісного нагрівання і т.д. — не завжди можуть бути використані. Вплив електричного поля на окислювання сталі достатньо не вивчено [2].

Дослідження впливу постійного електричного поля на окалиноутворення металу, що нагрівається, у середовищі повітря та продуктів спалювання палива — мета роботи, яка проводиться для розробки ресурсосберегаючої технології.

У лабораторних умовах проведений експеримент, на підставі якого визначили величину угару сталі 20 при нагріванні циліндричної заготовлі в електричній печі опору в діапазоні температур 950–1050⁰С. Нагрівання утворювалося в атмосфері повітря за умови впливу на метал, що нагрівається, електричного потенціалу до –50В, який підводили від негативного полюса джерела постійної напруги, і без нього. Дослідним шляхом отримані залежності швидкості окислювання сталі від величини зовнішнього впливу, які підтверджують теоретичні передумови про ефективний електрофізичний вплив на процес окислювання металу, коли із застосуванням негативного постійного електричного потенціалу значно знижується товщина окалини [3].

Оскільки в промислових умовах, зокрема методичних штовхальних печах, окалина утворюється при взаємодії металу з продуктами згоряння різних видів палив, то виникає необхідність у моделюванні нагріву з електрофізичним впливом у печній атмосфері. Спосіб нагрівання сталевих заготовель у нагрівальній печі з електрофізичним впливом описаний у деклараційному патенті України на винахід [4]. Подача електричного потенціала здійснюється за допомогою підведення електрода в зону завантаження сталевих заготовель, а саме — між штовхальником і першою (попередньою) сталевою заготовлею, тому що в даному випадку електрод не піддається впливу високих температур і немає необхідності в реконструкції печі для забезпечення місця введення електрода.

Для перевірки і перерахування ефекту електрофізичного впливу на окалиноутворення при високотемпературному нагріванні металу в середовищі продуктів згоряння зробили дослідне нагрівання сталевих зразків у камерній ковальській печі.

Дослідні зразки в кількості 6 одиниць шліфували, знежирювали зневодненим ацетоном та нагрівали протягом однієї години в середовищі продуктів згоряння природного газу (коефіцієнт витрати повітря $\alpha=1.05$, температура 1200⁰С). Зразки металу марки сталь 45 мали циліндричну форму із середнім розміром: діаметр 15 мм, висота 40 мм. Для забезпечення електроізоляції зразків, що піддаються електрофізичному впливу, від поду печі і збереження рівності всіх інших умов проведення експерименту, кожен зразок розміщали на вогнетривкій підставці із шамоту. Вогнетривкі підставки розташовували на металевому листі для можливості одночасного завантаження в піч. До кожного непарного зразка (№1, 3, 5) прикріплювали ніхромовий дрот, що поза робочою зоною присднували до негативного полюса універсального джерела постачання (УДП). Після завантаження листа зі зразками в піч напругу на УДП установлювали рівну –30В. Через фіксовані інтервали часу (15, 30, 60 хвилин) дослідні зразки попарно (непарним з парним, де парний (№2, 4, 6) — зразок без електрофізичного впливу) витягали з печі, охолоджували, звільняли від окалини і зважували. Результати зважування зразків у перерахуванні на угар металу приведені на рисунку 1.

З графіку видно, що при електрофізичному впливі угар знижується в середньому на 20% (де Δm_{Fe} – відсоток металу, що перетворився у окалину). По зміні маси металу в одиницю часу визначили значення питомого приросту ваги кисню g_{O_2} , практичної константи окалиноутворення K' , постійної параболічного закону Таммана K , товщини окислу S , що звели в таблицю 1.

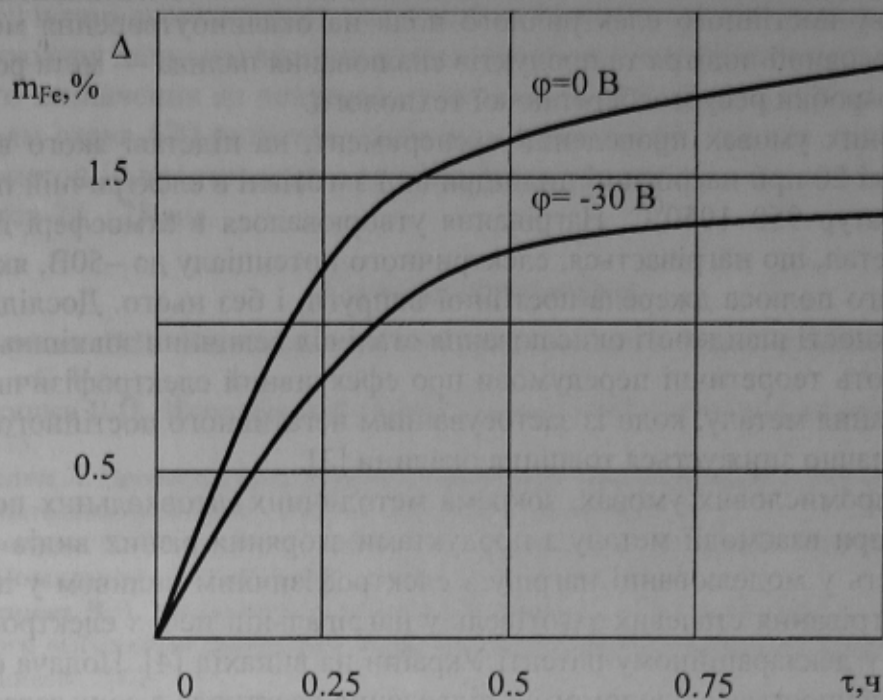


Рис. 1. Графік залежності угару металу від часу

Табл. 1. Коефіцієнти окалиноутворення, товщина окислу при нагріванні сталевих зразків у середовищі продуктів згоряння (де Δm_{O_2} приводиться в перерахуванні на приріст ваги кисню)

$\varphi = -30V$	№1, $\tau = 900c$	№3, $\tau = 1800c$	№5, $\tau = 3600c$
$\Delta m_{O_2}, \text{ кг}$	$131.8 \cdot 10^{-6}$	$200.0 \cdot 10^{-6}$	$230.46 \cdot 10^{-6}$
$g, \text{ кг } O_2 / \text{ м}^2$	$5.86 \cdot 10^{-2}$	$8.94 \cdot 10^{-2}$	$10.30 \cdot 10^{-2}$
$g, \text{ кг}_{\text{окаль}} / \text{ м}^2$	0.26	0.397	0.457
$K, \text{ кг}^2 / (\text{ м}^4 \cdot \text{ с})$	$0.38 \cdot 10^{-5}$	$0.44 \cdot 10^{-5}$	$0.29 \cdot 10^{-5}$
$K', \text{ м}^2 / \text{ с}$	$0.877 \cdot 10^{-13}$	$1.02 \cdot 10^{-13}$	$0.68 \cdot 10^{-13}$
$S, \text{ м}$	$0.06 \cdot 10^{-3}$	$0.09 \cdot 10^{-3}$	$0.1 \cdot 10^{-3}$
$\varphi = 0V$	№2, $\tau = 900c$	№4, $\tau = 1800c$	№6, $\tau = 3600c$
$\Delta m_{O_2}, \text{ кг}$	$186.9 \cdot 10^{-6}$	$247.4 \cdot 10^{-6}$	$291.0 \cdot 10^{-6}$
$g, \text{ кг } O_2 / \text{ м}^2$	$8.36 \cdot 10^{-2}$	$11.06 \cdot 10^{-2}$	$13.01 \cdot 10^{-2}$
$g, \text{ кг}_{\text{окаль}} / \text{ м}^2$	0.371	0.493	0.577
$K, \text{ кг}^2 / (\text{ м}^4 \cdot \text{ с})$	$0.78 \cdot 10^{-5}$	$0.68 \cdot 10^{-5}$	$0.47 \cdot 10^{-5}$
$K', \text{ м}^2 / \text{ с}$	$1.79 \cdot 10^{-13}$	$1.56 \cdot 10^{-13}$	$1.08 \cdot 10^{-13}$
$S, \text{ м}$	$0.08 \cdot 10^{-3}$	$0.11 \cdot 10^{-3}$	$0.13 \cdot 10^{-3}$

За формулою Арреніуса практична константа окалиноутворення при нагріванні сталі 45 в середовищі продуктів згоряння природного газу з $\alpha=1.05$ буде визначатися наступним чином:

$$K'' = A \exp[-Q/(R \cdot T)],$$

де R — універсальна газова постійна, $R=8.314$ кДж/(кмоль·К); Q — енергія активації, кДж/(кмоль), [5]; A — деяка константа, $\text{кг}^2 / (\text{ м}^4 \cdot \text{ с})$.

$$K''(0 \text{ В}) = 0.245 \cdot 10^{-3} \exp[-Q/(R \cdot T)];$$

$$K''(-30 \text{ В}) = 0.14 \cdot 10^{-3} \exp[-Q/(R \cdot T)].$$

Таким чином показано, що при нагріванні сталевих зразків з використанням електрофізичного впливу в атмосфері продуктів згоряння природного газу угар знижується на 20%. Отримані коефіцієнти окалиноутворення дозволяють визначити товщину окалини в залежності від величини впливу і температури нагріву в середовищі продуктів згоряння органічного палива. Використовуючи літературні дані щодо швидкості окалиноутворення різних марок сталей, можна визначити зменшення товщини окалини за рахунок електрофізичного впливу, що передбачається. Впровадження запропонованого способу економічного нагріву металу у промисловість є перспективою подальшої роботи у цьому напрямку.

Список літератури

1. **Теплотехника** металлургического производства / По ред. Кривандина В.А. — М.: МИСИС, 2002. — Т. 1. — 607 с.
2. **Окисление** металлов / Под ред. Ж.Бенара. — М.: Металлургия, 1968. — Т. 1. — 500 с.
3. **Новикова Е.В., Курбатов Ю.Л.** Окалинообразование при электрофизическом воздействии на нагреваемый металл // Экотехнологии и ресурсосбережение, 1999. — № 6. — С. 73–74.
4. **Пат. 51118А** Украина, МКИ С21D1/34. Спосіб нагрівання сталевих заготовок у нагрівальній печі / Ю.Л. Курбатов, О.В. Новікова (Україна). — № 2002010151; заявл. 03.01.2002; опубл. 15.11.2002. Бюл. 11.
5. **Бокштейн Б.С.** Диффузия в металлах. — М.: Металлургия, 1978. — 247 с.

© Новікова О.В., Курбатов Ю.Л., 2003

ШЕВЕЛЕВ А.И. (ДП «ТЕХНОСКРАП» ООО «СКРАП», ДОНЕЦК)

ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Работа носит обзорный характер посвящена анализу перспектив использования методов обработки давлением в процессах переработки вторичных алюминиевых сплавов. Показано, что введение методов ОМД в процесс переработки вторичных алюминиевых сплавов позволит резко увеличить номенклатуру и качество получаемых из них изделий.

Введение

В настоящее время динамично развивается производство и потребление продукции из алюминиевых сплавов [1]. Алюминиевые сплавы являются одним из основных современных материалов, поскольку дают возможность эффективно решать проблемы мирового сообщества, связанные с созданием современных конструкций и машин в таких отраслях, как авиакосмический комплекс, транспорт, строительство, электротехника, аграрно-промышленное производство. Кроме этого, проблемы энергоснабжения и экологии во многом успешно решаются благодаря использованию алюминиевых сплавов.

В США, Европе, Японии наиболее динамично развивается рынок потребления алюминия в транспортном машиностроении (особенно автомобилестроении). При этом сохраняются и традиционные области эффективного применения алюминия, такие как производство тары и упаковки, строительство, электротехника.

В настоящее время доля алюминия в автомобилях, производимых развитыми странами составляет около 10%, однако уже в ближайшие несколько лет доля алюминия в перспективных моделях автомобилей увеличится до 40% и более. В первую оче-