

чавуну й зростанням питомої витрати брухту у металозавалці, що сприяє скороченню абсолютної величини вигару компонентів чавуну (С, Mn, Si, P), й по-друге скороченням втрат заліза зі шлаком кількість якого, через меншу масу домішок, що окислюються й формують шлак, при постійних значеннях основності й окисленості, буде зменшуватися.

### **Перелік використаних джерел**

1. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі: теорія, технологія, якість сталі, конструкції агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія Дніпропетровськ: Дніпро-ВАЛ, 2004. 454 с.
2. Williams Charles H. Iron and Steel Engines 1977, 54, № 6, p. 54-56.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-25>

## **ON THE POSSIBILITY OF STEEL SATURATION WITH NITROGEN IN THE STEEL SMELTING PROCESS**

### **ПРО МОЖЛИВІСТЬ НАСИЧЕННЯ СТАЛІ АЗОТОМ У СТАЛЕПЛАВИЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ**

**Medvedieva K.O.**

*student (group 136s-22-1m),  
LLC "Technical university  
"Metinvest polytechnic",  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Медведєва К.О.**

*студент гр. 136С-22-1м,  
ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

**Stoianov O.M.**

*PhD (Engineering), LLC "Technical  
university "Metinvest polytechnic",  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Стоянов О.М.**

*к.т.н., ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

**Mali Kh.V.**

*PhD (Engineering), LLC "Technical  
university "Metinvest polytechnic",  
Zaporizhzhia, Ukraine*

**Малій Х.В.**

*к.т.н., ТОВ «Технічний університет  
«Метінвест політехніка»,  
м. Запоріжжя, Україна*

У будь-якій сталі в деяких кількостях містяться елементи, які в звичайних умовах є газами. До них у першу чергу відносяться кисень,

азот і водень, що значною мірою впливають на якість сталі. Процес проникнення газів у метал у формі атомів, іонів або з утворенням хімічних сполук у металургійній практиці зазвичай називають процесом розчинення газів у металі. Цей процес можна умовно розділити на кілька стадій: 1) масопереніс газу до металу; 2) адсорбцію газу на поверхні металу; 3) перехід через кордон газ – метал; 4) дифузію газу в тонкому (дифузійному) шарі рідини; 5) масопереніс в товщу металу.

Таким чином, лімітуючою ланкою процесу розчинення газів у металі є або зовнішньодифузійна (підведення газу), або внутрішньодифузійна (масоперенесення в металі) області. У деяких випадках лімітуючим є адсорбційно-кінетична ланка (адсорбція на поверхні та перехід через граничний шар). Частіше лімітуючою ланкою процесу є внутрішньодифузійна область, проте необхідно враховувати, що, крім заліза і газу, що розчиняється, в металі завжди міститься певна кількість домішок. Якщо третій компонент має поверхневу активність, він може суттєво впливати на інтенсивність переходу газу через кордон розподілу газ – метал. Також розчинність газів у металі залежить від температури.

Розглядаючи процес розчинення азоту в залозі можна зробити такі висновки: розчинність азоту в  $\alpha$ - та  $\delta$ - Fe зростає при підвищенні температури; розчинність азоту –  $\gamma$  Fe при підвищенні температури знижується, що пояснюється зниженням міцності нітриду  $Fe_4N$ ; розчинність азоту при переході з рідкого в твердий стан і з одного алотропічного стану в інший різко змінюється; розчинність азоту в рідкому залозі з підвищенням температури зростає. Процес розчинення азоту в рідкому залозі складається принаймні з двох ланок: дисоціації молекулярного азоту на атоми  $N_2 \rightarrow 2N$ , що супроводжується поглинанням тепла, та розчинення атомарного азоту  $N \rightarrow [N]$ , що супроводжується виділенням тепла. Оскільки  $\Delta H_{\text{дис}} > \Delta H_{\text{роз}}$ , то сумарний процес протікає з поглинанням тепла. При підвищених температурах спостерігається підвищення вмісту в металі азоту (наприклад, під час продукції металу технічним киснем з підвищеним вмістом азоту, у високотемпературній зоні дуги при обігріві електродугів тощо). При 1600 °C та  $p_{N_2} = 0,1$  МПа розчинність азоту в рідкому залозі близька до 0,044 %. При цих температурах азот утворює із залізом розчин, близький до ідеального. Утворення нітридів заліза ( $Fe_4N$ ,  $Fe_2N$ ) відбувається в процесі охолодження. За впливом на розчинність азоту в рідкому залозі елементи-домішки металу можна розділити на дві групи:

1. Утворюючі міцні нітриди (ванадій, ніобій, лантан, церій, титан, алюміній). Ці елементи підвищують розчинність азоту в залозі. Такі

домішки, як хром, марганець, молібден, зазвичай нітридів не утворюють, але вони характеризуються більшою хімічною спорідненістю до азоту, ніж до заліза, тому також помітно збільшують розчинність азоту.

2. Не утворюють нітридів (вуглець, нікель, мідь, фосфор) або утворюють з азотом сполуки, менш міцні, ніж з залізом (кремній). Ці елементи помітно знижують розчинність азоту у залізі.

При охолодженні сталі, що містить азот, небажаним є стрибкоподібна зміна розчинності. При швидкому охолодженні азот не встигає виділитись і розчин стає пересиченим. Процес виділення надлишкового азоту протікає під час експлуатації готового виробу і в багатьох випадках призводить до погіршення властивостей металопродукції.

Наявність у залізі поверхнево-активних домішок помітно впливає процеси розчинення (і відповідно виділення) азоту. Так, наприклад, кисень є поверхнево-активною домішкою; присутність у розплаві кисню обумовлює існування поверхневого шару, багатого киснем, що знижує швидкість переходу азоту через кордон газ-рідкий метал, тому при малій мірі розкисленості і невеликому перегріві металу над ліквідусом можна продувати сталь азотом без побоювання отримати надмірно високий вміст. Інше положення, коли метал добре розкислений або коли в агрегаті або в якійсь локальній зоні (наприклад, у зоні подачі технічного кисню у ванну) мають місце помітні перегриви металу.

### **Перелік використаних джерел**

1. Бойченко Б.М., Охотський В.Б., Харлашин П.С. Конвертерне виробництво сталі. Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-ВАЛ», 2004.