

влияния неконтролируемых возмущающих воздействий можно достичь тщательной подготовкой шихтовых материалов.

Литература

1. Гидродинамика металла и шлака при скачивании шлака / Е.В. Годецкий, Ю.А. Винник, Л.А. Васильева и др. // Изв. вузов. Чер. металлургия. – 1988. – №9. – С. 45-47.
2. Яновский И.Л. Производство стали в крупных конвертерных цехах / И.Л. Яновский, С.Н. Гончаров, А.Т. Белан // Чер. металлургия: Бюл. НТИ. – 1987. – № 10. – С. 7-15.
3. Основи металургійного виробництва металів і сплавів: Підручник / Д.Ф.Чернега, В.С.Богушевський, Ю.Я.Готвянський та ін.; За ред. Д.Ф.Чернеги, Ю.Я.Готвянського. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
4. Богушевський В.С., Сухенко В.Ю. Система прийняття рішень у керуванні режимом дуття конвертерної плавки / В.С. Богушевський, В.Ю. Сухенко // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 2. – С. 69-80.

УДК 669.147

С.Б. Бойченко

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск

РАСТВОРИМОСТЬ ВОДОРОДА В ТВЕРДЫХ ФЛОКЕНОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ СТАЛЯХ

С привлечением фундаментальных термодинамических положений определили содержания водорода в α - и γ – Fe при различных температурах и парциальных давлениях водорода (рис. 1) применительно к производству высокопрочных сталей марок 20X2ГА и 54С2ХГА. Эти стали, как обнаружено во время отбраковки заводской продукции, наиболее подвержены индуцированному водородом локальному охрупчиванию, причем интеркристаллические разломы, трещины со специфическим расположением «воронья лапки» и поры не исключены на поверхности единичных зерен даже у изделий простейшей формы.

С повышением температуры, как и ожидалось, возрастают содержания водорода, причем при переходе от кубической объемноцентрированной решетки α – железа в кубическую гранецентрированную γ – железа наблюдается скачок растворимости. Самые высокие содержания водорода в металле достигаются под чистой водородной атмосферой (кривая 1), они почти на шесть порядков меньше в техническом вакууме (кривая 5). Содержание водорода в железе на воздухе отображает кривая 4.

В соответствии с равновесием между α - и γ – Fe согласно линии GS на диаграмме Fe-C температура перехода понижается в зависимости от содержания углерода с 910 до 738 °С. Таким образом, переход происходит у сталей 20Х2ГА при 840 °С, в то время как у сталей марки 54С2ХГА эта температура составляет 780 °С. При смене атмосферы с 0,5 на 40% объемных водорода при 900 °С возрастает теоретическое равновесное содержание в металле у сталей марки 54С2ХГА с 0,3 до 2,7 ppm, то-есть разность содержаний водорода в α – и γ – железе увеличивается с ростом концентрации в нем углерода.

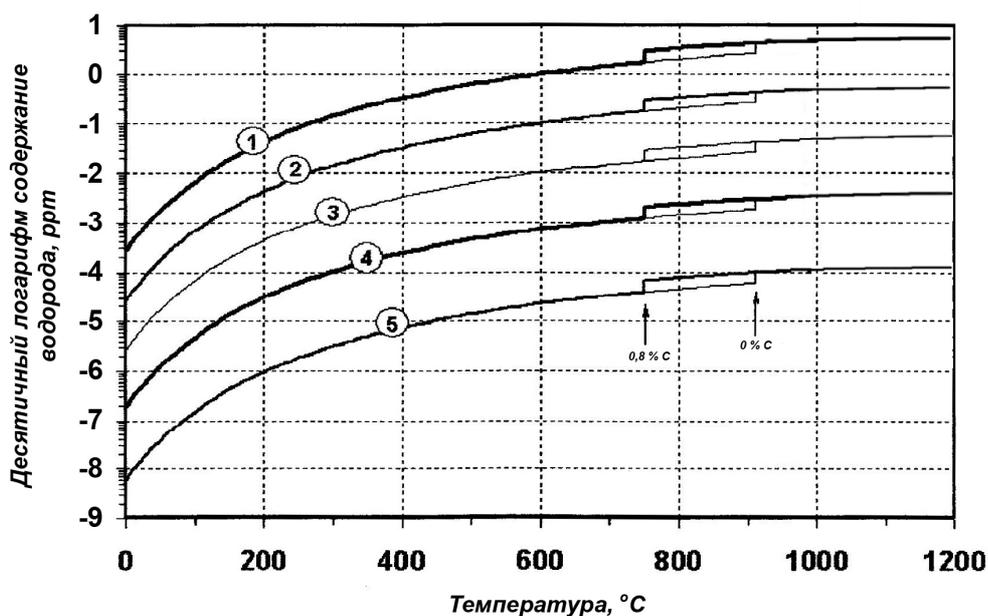


Рис. 1. Влияние температуры и парциального давления водорода в газовой фазе (цифры у кривых, Па) на его концентрацию в твёрдом железе: 1 – 10^5 (чистая водородная атмосфера); 2 – 10^3 ; 3 – 10; 4 – $5 \cdot 10^{-2}$ (воздушная атмосфера); 5 – $5 \cdot 10^{-5}$ (вакуум)

На основании рассмотренных теоретических положений и выполненных расчетов предельной растворимости водорода в твердой стали, при превышении которой в ней будут появляться флокены и трещины, в технологию внепечной обработки

и проката выплавляемых пружинных сталей марок 20Х2ГА и 54С2ХГА внесены коррективы. Они приближают содержание водорода в жидком расплаве к расчетной предельной его растворимости в твердой металлопродукции, что призвано исключить выделение излишнего водорода при затвердевании с инспированием описанных выше дефектов.

УДК 669.184

Б.М. Бойченко¹, А.С. Заспенко²

¹ – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск;

² – ПАО «Евраз-ДМЗ им. Петровского», г. Днепропетровск

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДУТЬЕВЫХ РЕЖИМОВ В КОНВЕРТЕРНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ

Оснащение сталеплавильных лабораторий и цехов новым программным обеспечением позволило с помощью математического и физического моделирования расширить разнообразие конвертерных дутьевых устройств, главным образом, для повышения производительности и снижения потерь металла при продувке.

В двух новых конвертерных цехах Японии реализуется интенсивность продувки кислородом $5 \text{ м}^3/(\text{т.мин.})$, ее длительность всего 9 мин. Применяют фурмы с 2-мя типами сопел: три сопла с большими диаметром и углом наклона к вертикали (15°) и три сопла - с равномерным размещением между первыми и на том же диаметре торца наконечника – с маленьким диаметром и углом к вертикали (10°). Размещение устраняет наложение друг на друга реакционных зон, сформированных каждым соплом, и формирование пыли подавляется. Сопла большого диаметра обеспечивают интенсивные рафинирование и перемешивание ванны, а маленькие уменьшают всплески.

Чтобы не уменьшать интенсивность продувки на первой части кампании по футеровке (до 1000-й плавки при общей ее стойкости ~ 4000), пока удельный объем конвертера низок и вероятность выбросов из агрегата высока, используют фурму с 5-ю соплами (вместо 6) большего диаметра для «жесткой» продувки, а в дальнейшем продувку ведут 6-сопловой фурмой, также увеличив диаметры ее сопел на 12-20% и в итоге сократив длительность цикла плавки с 32,5 до 31,0 мин. Подобный эффект получен ранее на отечественных заводах, затем – на австрийских.