

**Л. Е. Исаева, И. Е. Лев, Н. М. Великонская, А. Г. Безшурунко**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫПЛАВКИ СТАЛЕЙ С ПОВЫШЕННОЙ ПРОКАЛИВАЕМОСТЬЮ ЗА СЧЕТ БОРА**

Важным свойством стали является ее способность к получению максимальной твердости при закалке. Глубина полученного при этом закаленного слоя с мартенситной или мартенситно-трооститной структурой зависит от многих факторов, в том числе от состава аустенита. Все элементы, растворяющиеся в аустените (за исключением  $Co$ ), увеличивают прокаливаемость. Особая роль в этих процессах принадлежит бору. Ни один из этих элементов, при содержании порядка 0,0005%, не может сравниться с бором по эффективности. На прокаливаемость оказывает влияние не весь бор, а только та его часть, которая не связана в оксиды, нитриды или в другие соединения и находится в твердом растворе в аустените; так называемый «эффективный» бор. При содержании менее 0,007% бор заметно повышает прокаливаемость стали, не оказывая вредного влияния на остальные свойства, поэтому стали, содержащие 0,0005-0,007% бора, имеют важное промышленное значение.

В стальных изделиях, используемых в закаленном и отпущенном состоянии, некоторые легирующие элементы, добавляемые для увеличения прокаливаемости, можно заменить эффективным бором. В жидкой стали бор легко соединяется с кислородом, азотом и другими примесями. Если не предотвратить это взаимодействие, то в стали не останется свободного бора. Для сохранения части бора в свободном состоянии во время плавки, перед добавкой бора сталь необходимо полностью раскислить алюминием, а при значительном содержании азота, перед добавкой бора или вместе с ним, добавить нитридообразующие элементы (титан или цирконий).

Учитывая что бор в печи обычно окисляется и удаляется в шлак, в производственных плавках бор почти всегда добавляют в ковш. Содержание кислорода и азота, поскольку они являются в основном вредными элементами, определяется совершенством металлургического производства, однако уменьшение их содержания повышает стоимость стали. Поэтому наиболее перспективно применение бора для сталей электросталеплавильного способа производства, со-

держущих наименьшие количества кислорода, серы, фосфора и других примесей.

Одной из причин, тормозящей, до определенного времени, широкое применение бора для улучшения прокаливаемости стальных изделий, были трудности в определении тысячных и десятитысячных процентов бора и особенно в виде его эффективной части. Если в настоящее время проблема определения общего содержания малых количеств бора в стали практически решена, то определение содержания эффективного бора требует внедрения на металлургических заводах Украины специального физико-химического метода фазового анализа. Отсутствие до последнего времени такого метода, в определенной мере тормозит разработку и внедрение применения бора в сталеплавильных процессах в Украине.

Мы предлагаем один из вариантов решения ее химико-аналитической части. Он заключается в том, что с помощью электрохимического метода фазового анализа отделяется эффективный бор, находящийся в твердом растворе стали, от бора, связанного в оксиды, нитриды и другие соединения. Содержание эффективного бора определяется по ГОСТу в условиях, когда после электролиза в анализ попадает только эффективная часть бора, не связанная в различные соединения. С помощью этой методика были определены количества общего и эффективного бора в совместной работе с Нижнеднепровским трубопрокатным заводом. Химический состав исследованной стали по данным завода (общ.сод:,% мас.): 0,24%C, 0,53%Mn, 0,09%Si, 0,012%P, 0,020%S, 0,09%Cr, 0,04%Ni, 0,03%Cu, 0,037%Al, 0,002%Ti, 0,003%B. Данные НМетАУ: 0,0024%B<sub>общ.</sub>, 0,0010%B<sub>эфф.</sub>. Нами получен Патент Украины на это изобретение [1], который делает возможным совместно с заводами Украины разработать и внедрить выплавку новых высококачественных борсодержащих сталей. Об актуальности этой проблемы свидетельствуют также публикации все новых патентов на производство за рубежом (в том числе в России) разных марок бористых сталей.

### **Список литературы**

1. Пат. № 79966, Україна, МПК (2006) G01N 21/78(2007.01) G01N31/22 G01N 33/20. Спосіб визначення вільного бору в сталі /О.О.Малюк, І.Ю.Лев. – Опубл.15.12.2006, Бюл. № 12.