

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БОРОМ НА ИЗМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА И СОСТАВА КАРБИДОВ ЛИТОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

Н. Д. ТЮТЕВА и В. Т. СВИЩЕНКО

(Представлено проф. докт. техн. наук А. Н. Добровидовым)

Плавки для исследования

Исследовались образцы литого инструмента—ножи к сборным торцевым фрезам размером $35 \times 24 \times 8,5$ мм. Химический состав плавов приведен в табл. 1.

Сталь плавилась в бессердечниковой индукционной печи. Бор добавлялся в виде ферробора. Ферробор вводился в последний момент плавки перед разливкой металла в формы. Сталь предварительно раскислялась алюминием из расчета присадки 0,09% алюминия. Инструменты (ножи) отливались в металлические вращающиеся формы, т. е. под давлением. Преимущества этого способа заключаются, во-первых, в большей производительности процесса, во-вторых, в дальнейшем сокращении цикла изготовления инструмента, так как отлитый в кокиль инструмент из быстрорежущей стали закаливается в процессе остывания отливки и термообработка инструмента заключается только в трехкратном отпуске.

Для модифицированных и немодифицированных ножей был выбран следующий режим отпуска:

первый отпуск при температуре	600°
второй " " "	620°
третий " " "	630°.

Время выдержки при температуре отпуска равнялось одному часу.

Предварительным исследованием [1] было установлено, что модифицирование бором повышает стойкость литых ножей в 3—4 раза по сравнению со средней стойкостью ножей немодифицированных плавов при работе в одинаковых условиях. Оптимальная добавка бора в виде ферробора в литею быстрорежущую сталь с различным содержанием вольфрама находится в пределах 0,015—0,025% бора при условии раскисления стали алюминием из расчета присадки 0,09% алюминия.

Было так же установлено [1,3], что под влиянием модифицирования бором изменяется микротвердость структурных составляющих литой стали и объем, занимаемый карбидной фазой. Данные об изменении микротвердости структурных составляющих и изменении объема, занимаемого карбидной фазой позволили сделать вывод, что модифицирование бором вызывает перераспределение легирующих элементов между фазами литой быстрорежущей стали.

В настоящей работе этот вывод подтвержден фазовым анализом (табл. 1).

Методика фазового анализа

Методика фазового анализа выбрана на основании работы Н. А. Савериной [2].

Объектами исследования у Савериной служили хромистая сталь X30 и аустенитная хромоникелевая сталь X18H9, как в закаленном, так и в отпускном состоянии. Саверина поставила опыт с „использованием плотности тока $1,2 \text{ А/см}^2$, т. е. в 60 раз более высокой, чем обычно применяемая“ [2].

В разбавленных растворах, как указывает Саверина, невозможно было создать на образце такую плотность тока, поэтому для проведения соответствующего опыта ею был выбран в качестве электролита насыщенный раствор хлористого калия, подкисленного соляной кислотой (для предупреждения выпадения гидратов окислов растворяющихся металлов).

В опытах Савериной указывается также, что повышение температуры не влияет на распад карбидов.

Наши опыты показали, что при работе на больших плотностях тока ($1,2 \text{ А/см}^2$) без охлаждения происходит сильное разогревание образца. Если работать с электролитом с примесью соляной кислоты, то при значительном повышении температуры в ванне (температура электролита в мешочке доходила до $60-80^\circ\text{C}$) в присутствии соляной кислоты возможно частичное разрушение нестойких карбидов. Это имело место у нас при работе на больших плотностях тока и без охлаждения. Результаты анализа карбидной фазы не были постоянными.

Подметить какую-либо закономерность в изменении химического состава карбидов под влиянием модифицирования не представлялось возможным. Поэтому мы остановились на таком варианте: состав электролита — насыщенный раствор хлористого калия с добавкой $0,5\%$ лимонной кислоты. Ток постоянный от аккумуляторов. Плотность тока $0,2 \text{ А/кв см}$. Продолжительность анодного растворения от одного до двух часов. Растворение ведется при непрерывном охлаждении проточной водой. Катодом служит медный змеевик для охлаждения электролита. Температура воды, проходящей через змеевик — холодильник $+2^\circ\text{C}$, температура электролита в мешочке близ образца $10-12^\circ\text{C}$.

Для определения отношения веса карбидов к весу всей растворенной части образца, последний взвешивался до и после анодного растворения. Осадок из мешочка и с образца пореносился в фильтр Шотта (предварительно фильтр Шотта высушивался до постоянного веса) и промывался горячей водой.

Затем фильтр с осадком просушивался в сушильном шкафу при температуре 105°C также с доведением до постоянного веса. Разница в весе прокаленного фильтра и фильтра с осадком давала весовое количество карбидного осадка. Разница в весе образца давала количество растворившегося металла.

Образец перед снятием осадка осторожно помещался в стакан с горячей водой, при этом наблюдалось бурное выделение газов, адсорбированных поверхностью образца. При большом количестве образцов газовыделение было настолько энергичным, что создавалось впечатление кипения воды. Такое освобождение образца от кислорода, по нашему мнению, должно снижать склонность карбидного порошка к окислению.

Процентное содержание карбидов в сплаве определялось из данных по весу выделенных карбидов и весу растворенной части образца.

Изменение состава карбидной фазы по углероду, хрому, вольфраму и ванадию под влиянием модифицирования показано в табл. 1.

Таблица 1

Условное обозначение плавков	Количество бора в ‰	Химический состав плавков в ‰				Химический состав карбидов отпущенных плавков в ‰				Количество карбидов в отпущенных плавках в ‰
		C	Cr	W	V	C	Cr	W	V	
2	0,015	0,93	4,48	7,68	1,22	3,4	6,8	29,0	8,27	26,5
3	0,015	1,0	4,48	8,79	1,17	3,4	8,0	33,0	8,35	21,4
4	0,018	0,98	4,26	7,91	1,66	4,0	8,20	28,04	8,45	27,7
8	нет	0,87	3,94	8,91	2,5	4,52	10,9	36,5	16,0	15,0

Выводы

1. Из табл. 1 следует, что количество карбидов в отпущенных модифицированных плавках увеличивается по сравнению с количеством карбидов в отпущенных немодифицированных плавках в среднем на 50‰.

2. Химический состав карбидных осадков модифицированных и немодифицированных плавков различен.

3. Учитывая изменение состава и изменение общего количества карбидов можно сделать вывод, что γ —твердый раствор (светлая составляющая литой стали) под влиянием модифицирования бором обедняется углеродом и хромом. Этот вывод хорошо согласуется с данными об уменьшении микротвердости светлой составляющей (γ —твердого раствора) под влиянием модифицирования бором [1].

4. Из табл. следует, что γ —твердый раствор обедняется также вольфрамом. Однако, об изменении концентрации вольфрама в γ —твердом растворе нельзя судить только по изменению химического состава карбидной фазы. Микроструктурным анализом установлено [1], что под влиянием модифицирования бором в структуре литой стали резко уменьшается количество темной составляющей, содержащей значительное количество вольфрама. Увеличение общего количества вольфрама в карбидной фазе модифицированной стали может происходить не за счет обеднения вольфрамом γ —твердого раствора, а за счет уменьшения количества богатой вольфрамом темной составляющей.

5. Данные фазового анализа подтверждают высказанное нами ранее предположение [1,3], что под влиянием модифицирования бором происходит перераспределение легирующих элементов между фазами литой быстрорежущей стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Свищенко В. Т. Модифицирование бором литой быстрорежущей стали. Известия Томского политехнического института, том 75, 1954.
2. Саверина Н. А. Метод выделения карбидов и нитридов из нержавеющей стали. Заводская лаборатория, 1952, № 8.
3. Свищенко В. Т., Тютёва Н. Д. Некоторые вопросы теории модифицирования. Известия Томского политехнического института, том 75, 1954.