

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БОРОМ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА КАРБИДОВ ХРОМИСТЫХ СПЛАВОВ

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

Н. Д. ТЮТЕВА

Плавки для исследования

Для исследования были получены плавки хромистого чугуна с, примерно, одинаковым содержанием хрома и углерода и различным содержанием модификатора-бора. Чугун плавился в бессердечниковой индукционной печи в набивном тигле. Бор добавлялся в виде ферробора в количестве сотых и тысячных процента.

Ферробор вводился в последний момент плавки за 80—100 сек до разливки металла в формы. Чугун предварительно раскислялся алюминием из расчёта присадки 0,1% алюминия.

При отливке плавки без бора набивка тигля менялась, чтобы исключить возможное попадание бора из оставшегося в тигле металла и шлака. Охлаждение отливок проводили по разному:

1. В земляных формах отливались стержни сечением 30—35 мм.
2. В толстостенном кокиле, представляющем собою цилиндр внешним диаметром 75 мм отливался тонкий прутки диаметром 7—8 мм.

Такая резкая разница в скорости охлаждения была задана специально для определения влияния скорости охлаждения на модифицирование.

При отливке тонкого стержня из хромистого чугуна (в среднем с 7% хрома) ускоренное охлаждение и большое содержание хрома давало возможность получить только двухфазную систему со структурой первичных карбидов и аустенита. Мы получали сплав в состоянии закалки на аустенит без распада твердого раствора. На таком двухфазном сплаве легче было проследить изменение химического состава карбидной фазы при модифицировании бором.

При отливке в землю стержней диаметром 30—35 мм структура сплава—карбиды и продукты распада аустенита. Изменение состава и количества карбидов в этом случае определялось не только влиянием модификатора, но и распадом твердого раствора при медленном охлаждении.

Таблица 1
Химический состав плавов

№ плавов	Химический состав в %		
	C	Cr	B
00	1,80	7,22	нет
0	1,90	7,98	0,003
1	1,77	7,09	0,004
2	1,80	7,07	0,006
3	1,99	7,73	0,006
3а	1,80	7,82	0,008
4	1,78	8,50	0,016
6	1,87	7,57	0,005

Содержание бора в плавках определялось методом спектрального анализа. В отливках исследовалась микроструктура, микротвердость отдельных структурных составляющих, а в тонких, закаленных в процессе литья, стержнях дополнительно исследовалось изменение состава карбидной фазы методом фазового анализа.

Методика фазового анализа

Методика фазового анализа выбрана на основании работы Н. А. Савериной¹⁾. В работе Н. А. Савериной указано: „При анодном растворении нержавеющих и жаропрочных сталей, содержащих большое количество хрома, возникают особые трудности.“

Высокая химическая устойчивость этих сталей, связанная с образованием пассивной пленки, значительно затрудняет процесс растворения. Вследствие неравномерного точечного или межкристаллитного характера растворения в осадок выпадает не только карбидная фаза, но и частицы окружающей ее металлической основы. Это обстоятельство не давало возможности использовать известные до настоящего времени методы анодного растворения для фазового анализа нержавеющих сталей.

Цель настоящей работы—подбор условий электролиза, при которых происходит равномерное растворение стали с высоким содержанием хрома и обеспечивается количественное выделение избыточных фаз и их устойчивость в процессе электролиза. Объектами исследования служили ферритная хромистая сталь ХЗО и аустенитная хромоникелевая сталь Х18Н9, как в закаленном, так и в отожженном состоянии.

Мы поставили опыт с использованием плотности тока $1,2 \text{ А/см}^2$, то-есть в 60 раз более высокой, чем обычно применяемая. В разбавленных растворах невозможно было создать на образце такую плотность тока, поэтому для проведения соответствующего опыта был выбран в качестве электролита насыщенный раствор хлористого калия, подкисленный 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 (t° электролита в мешочке доходила до $60-80^\circ \text{ С}$) 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 были пестрыми. 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 $0,5\%$ лимонной кислоты. Ток постоянный от аккумуляторов. Плотность тока $0,2-0,3 \text{ ампера на см}^2$. Продолжительность анодного растворения от 1 до 2 часов. Растворение ведется при непрерывном охлаждении проточной водой. Катодом служит медный змеевик для охлаждения электролита. Температура воды, проходящей через змеевик-холодильник $+2^\circ \text{ С}$, температура электролита в мешочке близ образца $10-12^\circ \text{ С}$.

Для определения отношения веса карбидов к общему весу растворенной части образца—последний взвешивался до и после анодного растворения. Осадок из мешочка и с образца переносился в фильтр Шотта

¹⁾ Н. А. Саверина. Метод выделения карбидов и нитридов из нержавеющих сталей. Заводская лаборатория, 1952 г., № 8.

(предварительно фильтр Шотта высушивался до постоянного веса) и промывался горячей водой. Затем фильтр с осадком просушивался в сушильном шкафу при температуре 105°C снова с доведением до постоянного веса. Разница в весе давала весовое количество карбидного осадка. Разница в весе образца давала количество растворившегося металла. Отсюда нетрудно определить весовое количество карбидов в сплаве.

Изменение состава карбидной фазы по углероду и хрому под влиянием модифицирования показано в таблице 2.

Таблица 2

Изменение состава карбидной фазы под влиянием модифицирования бором

Содержание	$\% \text{C}$	$\% \text{Cr}$
Без бора . .	13,75	12,25
0,006 $\% \text{ бора}$	10,80	8,07
0,008 " "	11,80	8,95

Вывод

Под влиянием бора уменьшается количество углерода и хрома в карбидной фазе.