

## Влияние ванадия на фазовый состав и структуру высокобористой стали

Р. В. ГРЕБЕННИКОВ, А. В. ЧИРКИН, Р. К. ПЕРЕВЕРЗЕВА,  
В. Н. ВУКОЛОВА, П. И. ДЕМИДОВ

УДК 669.15:621.039

Недостатками высокобористых сталей являются малая пластичность и плохая обрабатываемость [1—3], что объясняется большим количеством хрупкой боридной фазы типа  $M_2B$ , имеющей низкое объемное содержание бора. Улучшить пластичность и обрабатываемость

бористой стали при постоянном содержании бора можно за счет образования боридов, содержащих по сравнению с  $M_2B$  больше бора в единице объема [4, 5]. На основании известных данных о способности переходных металлов к боридообразованию предпола-

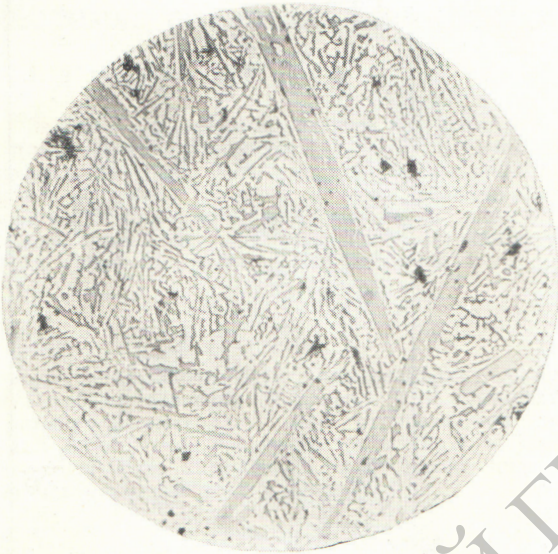


Рис. 1. Структура плавки № 1,  $\times 70$ .

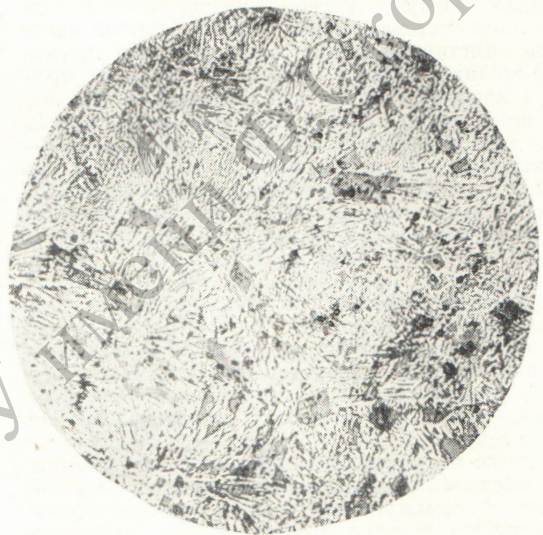


Рис. 2. Структура плавки № 5,  $\times 70$ .

Состав сплавов и выделенных фаз, вес. %

Номер плавки	Состав сплава *				Количество выделенной фазы	Состав фазы					Относительное количество фазы при содержании бора 3%	Переход ванадия в фазу
	B	V	Gr	Ni		B	V	Gr	Ni	Fe		
1	2,88	—	20,28	17,83	31,5	9,6	—	41,63	2,36	44,75	1	—
2	3,3	3,96	19,37	17,41	33,1	10,1	7,57	43,92	1,62	37,5	0,91	63
3	3,14	5,8	19,4	17,3	28,6	10,9	15,13	44,59	1,53	27,7	0,82	75
4	3,09	7,41	19,79	17,10	27,5	11,5	23,71	40,89	1,63	20,75	0,81	88
5	3,36	11,2	20,4	16,5	29,3	11,3	31,9	38,2	1,21	18,17	0,79	83
6	3,10	6,21	0,47	16,76	28,6	10,8	16,26	1,5	5,17	66,5	0,84	75
7	3,38	5,9	13,0	17,46	29,3	11,3	15,94	29,18	2,03	38,5	0,78	79
8	3,46	6,32	19,17	—	34,2	10,1	11,98	37,02	—	40,0	0,90	65
9	3,08	7,54	0,73	—	30,5	10,1	21,68	1,85	—	66,0	0,90	89

\* Остальное — железо. Содержание углерода в сплавах:  $C \leq 0,02\%$ ,  $Al \leq 0,2\%$ ,  $Si \leq 0,2\%$ .



плется, что легирование бористой стали титаном, ванадием или цирконием дает существенный эффект.

В настоящей работе изучалось влияние ванадия на структуру и состав боридной фазы и обрабатываемость бористой стали, содержащей около 3% бора. Использовались металлографический, фазовый химический и рентгеноструктурный методы анализов. Исследовались стали промышленной чистоты, выплавленные в высокочастотной индукционной печи (см. таблицу).

В присутствии ванадия в хромоникелевой стали боридом  $M_2B$  образуется ванадийсодержащий борид  $M_3B_2$  с тетрагональной решеткой типа  $V_3B_2$ , количество которого растет с увеличением содержания в стали ванадия. При содержании ванадия 11% практически вся боридная фаза состоит из этого борида. Образование борида  $M_3B_2$  сопровождается уменьшением количества и размеров крупных пластин борида  $M_2B$  и появлением первичных боридов новой формы, имеющих вид ромбов или прямоугольников (микротвердость их 2800—3400 кг/мм<sup>2</sup> по сравнению с 1850—2600 кг/мм<sup>2</sup> у  $M_2B$ ). Эвтектическая составляющая изменяется (рис. 1,2). Параметры решетки борида  $M_3B_2$  практически постоянны, но заметно отличаются от параметров  $V_3B_2$ .

Снижение содержания хрома в стали с 19 до 0,5% приводит к некоторому изменению параметров решетки  $M_3B_2$ , что говорит о возможности образования переменного по хромов составу данного борида. Измеренная плотность боридов  $M_2B_2$  составляет 6,17 г/см<sup>3</sup> по сравнению с 6,97 г/см<sup>3</sup> для  $M_2B$ . Объем боридной фазы при введении 7—11% ванадия уменьшается примерно на 10%, исчезают крупные пластины борида  $M_2B$ . В этом случае при содержании бора 3—3,5% сталь без затруднений обрабатывается обычным режущим инструментом. На состав боридной фазы оказывает влияние растворимость легирующих элементов в металлической основе. Химический анализ выделенных порошков боридов показывает, что в сталях с аустенитной основой ванадий более активно переходит в боридную фазу, чем в сталях ферритного класса, что объясняется его меньшей растворимостью в решетке  $\gamma$ -железа.

№ 50/3408

Статья поступила в Редакцию  
7/VIII 1965 г., аннотация — 23/X 1965 г.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. T. Middleham et al. J. Iron and Steel Inst., 187, S, 1 (1957).
2. L. Prus et al. Nucl. Sci. and Engng, 4, 415 (1958).
3. Р. В. Гребенников, А. В. Чиркин. «Атомная энергия», 18, 644 (1965).
4. Nishima Tsutomu. J. Iron and Steel Inst. Japan, 48, 1496 (1962).
5. G. Lennartz, K. Wetzlar. DEW-Technische Berichte, 3, 127 (1963).