

Влияние термической обработки на валковый чугун модифицированный бором

Студенты гр. 10402128: Кучинский Д.И., Смарцелов Д.С.
Научный руководитель – Томило В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью работы является изучение влияния термической обработки на валковый чугун, модифицированный бором.

Прокатное производство занимает в металлургической промышленности важное место, так как часто производит окончательную продукцию. Ежегодное производство проката характеризуется расширением сортамента и увеличением выпуска. От производимого проката зависит большое количество сфер деятельности человека, начиная от изготовления посуды и заканчивая сложнейшим автомобилем – и машиностроением, поэтому главной задачей на сегодняшний момент является повышение качества прокатной продукции.

Качество прокатных валков находится под строгим наблюдением производителей и пользователей. Но поиски способов повышения стойкости валков не прекращаются. Что касается чугунных валков, то это, в первую очередь, легирование и модифицирование чугуна перспективными химическими элементами. Они могут воздействовать на структуру и свойства чугуна, прежде всего, за счет создания дополнительных центров кристаллизации. В настоящее время самыми распространенными модифицирующими элементами, которые используются для валкового чугуна, являются ниобий, титан, ванадий, молибден, бор и др. Особый интерес из применяемых модификаторов для валкового чугуна представляет бор, поскольку из всех элементов именно он по своим атомным характеристикам наиболее близко подходит к углероду.

Бор химический элемент III группы периодической системы Менделеева, атомный номер 5, атомная масса 10,811, кристаллы серовато-черного цвета (очень чистый бор бесцветен).

Влияние бора на свойства железа подобно влиянию углерода, но в несколько раз более сильное. Добавка бора способствует измельчению зерна железа и дает возможность использовать термическую обработку для повышения его свойств.

Чугун, который модифицировали бором, по химическому составу соответствовал рабочему валковому чугуну марки ЛПХНМд-71И (таблица 1).

Марка чугуна	Химический состав чугуна, %								
	C	Si	Mn	S<	P<	Cr	Ni	Mo	Mg
ЛПХНМд-71	3,0–3,4	0,7–1,2	0,5–1,2	0,1	0,15	1,4–2,0	4,0–4,7	0,2–0,5	<0,03

Таблица 1 – Химический состав рабочего слоя валкового чугуна

Таблица 2 – Химический состав

Номер плавки	Химический состав, %							
	C	Si	Mn	S<	P<	Cr	Ni	Mo
1	3,16	0,83	0,91	0,03	–	–	–	–
2	3,13	0,82	0,91	0,027	–	–	–	–
3	3,14	0,80	0,91	0,020	–	–	–	–

По известному химическому составу (смотри таблицу 1) выплавляли валковый чугун с различным содержанием бора.

Химический состав изготовленных образцов представлен в таблице 2.

Макроструктура образцов хорошая, а микроструктура представлена на рисунке 1.

Равномерное распределение структурных составляющих в чугунах соответствует лучшим эксплуатационным характеристикам сплава.

Таблица 2 – Химический состав изготовленных образцов

Номер плавки	Химический состав, %								
	C	Si	Mn	S<	P<	Cr	Ni	Mo	B
1	3,16	0,83	0,91	0,03	0,048	1,77	4,36	0,40	0,06
2	3,13	0,82	0,91	0,027	0,047	1,77	4,36	0,40	0,09
3	3,14	0,80	0,91	0,020	0,047	1,77	4,36	0,40	0,04

Как видно из рисунка 1, наиболее равномерное распределение этих составляющих (цементита и металлической основы) соответствует образцу чугуна № 1 с содержанием бора 0,06%. Поэтому для проведения исследований температурного режима термической обработки чугуна были взяты именно эти образцы.

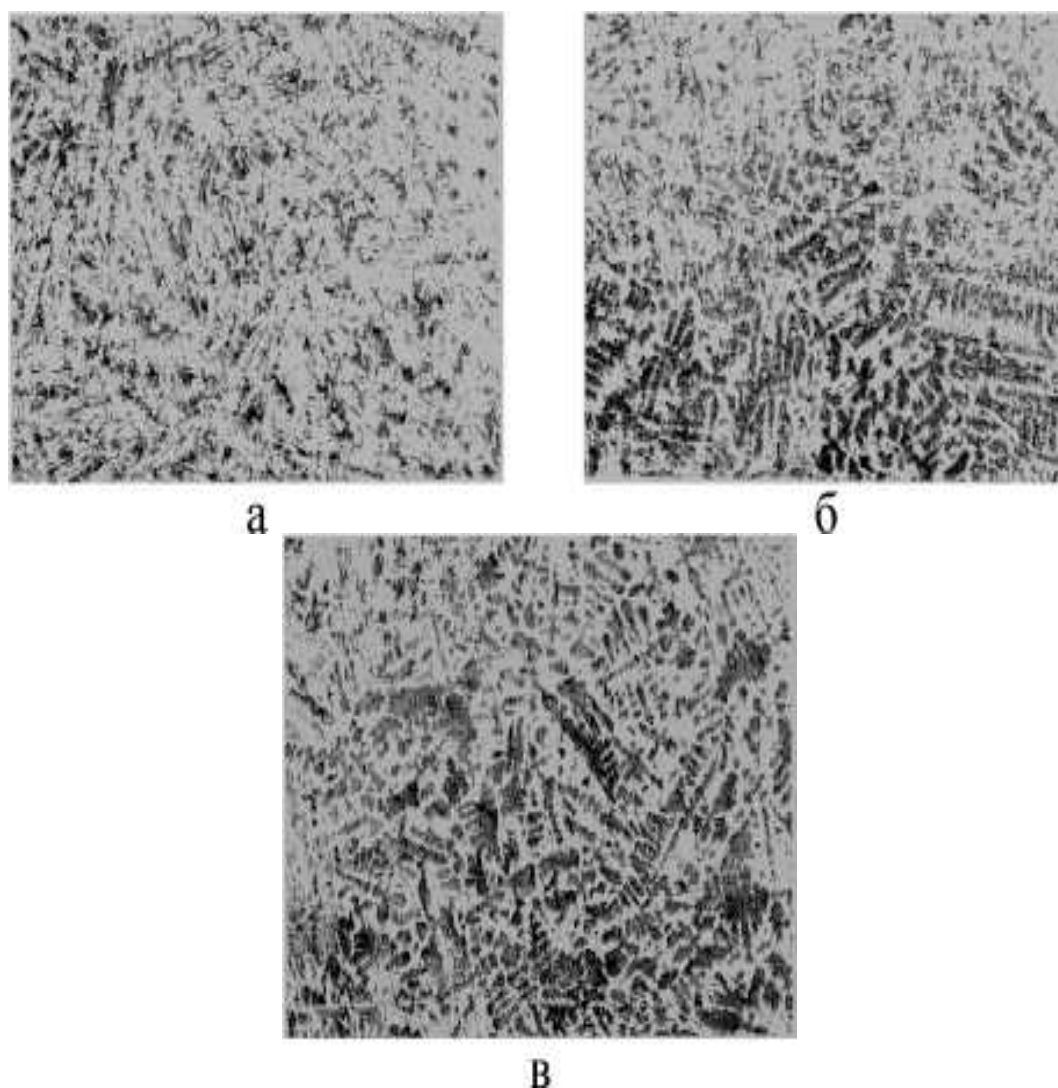


Рисунок 1– Микроструктура образцов чугуна с различным содержанием бора (x100), %:
а – 0,06; б - 0,09; в – 0,04

Обычно для валковых чугунов применяют термическую обработку – отпуск, который служит не только для снятия внутренних напряжений, но и обеспечивает искусственное старение металла валка. Образцы № 3 (см. таблица 2) одинаковых размеров и химического состава нагревали с одинаковой скоростью (15°С/ч) до разных температур: 300, 450 и 550°С и выдерживали 2 ч, а затем охлаждали на воздухе. Микроструктуры образцов чугуна с различными температурами отпуска приведены на рисунке 2.

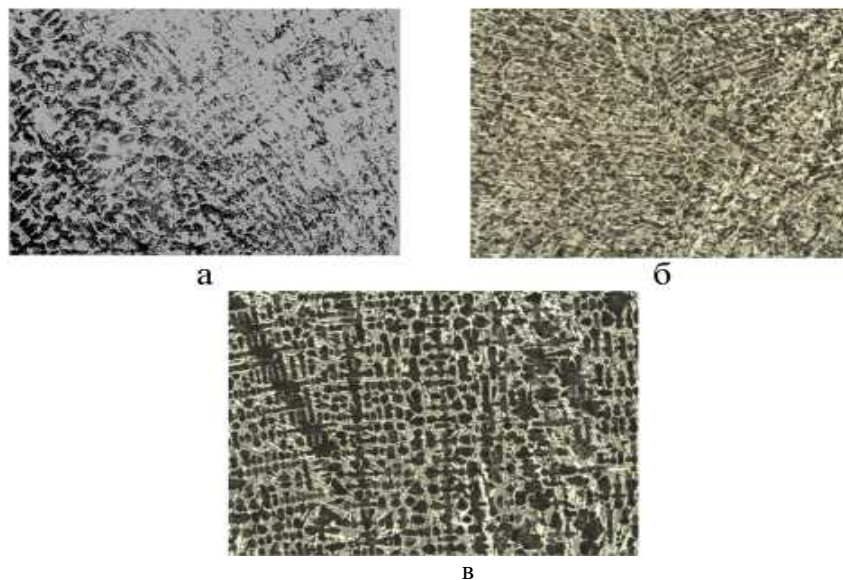


Рисунок 2 – Микроструктура образцов после термической обработки (x100):
а – отпуск 300°С; б – отпуск 450°С; в – отпуск 550°С

Микроструктура образцов представляет собой металлическую матрицу, состоящую из аустенита и мартенсита, и карбидов (цементитная фаза). Повышение микротвердости металлической матрицы объясняется ростом количества мартенсита при повышении температуры отпуска, а повышение микротвердости цементитной фазы – способностью бора упрочнять цементит.

Бор имеет большое сродство к углероду, поэтому он способен заменять атомы углерод в решетке цементита. Формула цементита в таком случае принимает вид $Fe_3C_{1-p}B_p$. Речь идет о борокарбиде, т. е. бороцементите, в которых часть атомов углерода в решетке цементита замещены атомами бора.

При повышении температуры соотношение бора и углерода в цементите изменяется – способность замены атомов углерода бором повышается, и цементитная фаза становится более твердой. Изменений в размерах карбидной фазы не наблюдали, а повышение температуры отпуска, в исследованных пределах, не влияет на коагуляцию и рост карбидов.