

**Практическая проверка возможности применения метода
избирательного модифицирования бором для эффективного воздействия
на условия кристаллизации мартенситностареющей стали**

Фасевич Ю.Н., Рудницкий Ф.И.
Белорусский национальный технический университет

Пути развития машиностроения в целом и инструментального производства в частности, лежат в области использования последних достижений науки, широкого внедрения более совершенных – материало- и энергосберегающих технологий на всех стадиях производства. Вместе с тем, применяемая в настоящее время, технология изготовления режущего инструмента из проката или поковок не позволяет в полной мере решать поставленные перед производством задачи. Так, размеры заготовок при изготовлении инструмента из проката или поковок в 1,5-2 раза превышают размеров готового изделия, а потери металла при механической обработке достигают 70-75 % от массы заготовки. При этом технологический цикл производства инструмента включает значительное количество операций, связанных с потерями металла и расходом энергии – изготовление, обдирка и отжиг слитка,ковка с многократным нагревом (что сопровождается обезуглероживанием поверхностного слоя заготовки, выгоранием легирующих элементов, окалинообразованием) [1].

Альтернативой используемой сейчас технологии изготовления режущего инструмента является технология производства литого инструмента из мартенситностареющей стали модифицированной бором. Обладающая рядом достоинств, несвойственных сложившейся технологической схеме изготовления инструмента, и лишённая многих ее недостатков, литейная технология предоставляет широчайшие возможности в области регулирования технологических, эксплуатационных и экономических характеристик инструмента.

При использовании литейной технологии появляется возможность переплава отходов инструментального производства (инструментальный лом, стружка) и предотвращается потеря ценных легирующих элементов при сбросе отходов в отвалы или смешивании их с ломом углеродистой стали.

Форма литых заготовок максимально приближена к форме готового инструмента, что значительно снижает металлоемкость продукции и объем работ по механической обработке заготовок. При использовании точных методов литья можно получать заготовки, не требующие черновой механической обработки, а подвергаемые только шлифованию и затачиванию режущих кромок. В некоторых случаях возможно получение литого инструмента, подвергнутого сокращенному циклу термической обработки или не требующего ее вовсе.

Использование кованных заготовок или заготовок из проката накладывает жесткие ограничения на химический состав стали, поскольку недопустимым является снижение ее способности к деформированию в горячем состоянии. При изготовлении литого инструмента эти ограничения снимаются. Изменяя химический состав стали, применяя методы модифицирования, рафинирования и дополнительного легирования, можно добиться сочетания ее свойств, оптимального для конкретного вида инструмента и условий его эксплуатации.

В связи с этим целью настоящей работы являлось практическая проверка возможности применения метода избирательного модифицирования бором для эффективного воздействия на условия кристаллизации мартенситностареющей стали, позволяющих изменить структуру литых сталей и повысить эксплуатационные свойства изделий путем установления зависимостей между условиями модифицирования расплава и свойствами (ударная вязкость, износостойкость) литых материалов.

Так, в частности, основными из модификаторов существенно повышают ударную вязкость литой стали, являются висмут, сурьма, ниобий, титан. Бор, повышает в мартенситноста-

реющих сталях твердость, теплостойкость и устойчивость против истирания. Правда этот элемент в некоторой степени снижает ударную вязкость литой стали, что ограничивает ее применение для тонколезвийного инструмента (таблица 1 и таблица 2).

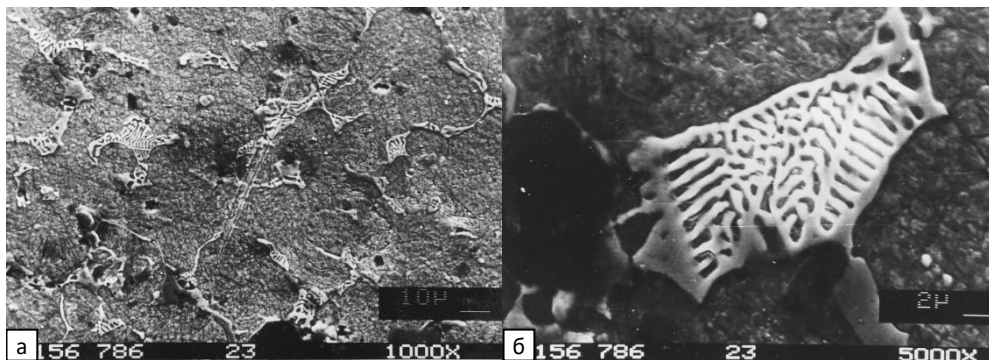
Таблица 1 - Влияние модифицирования на твердость

Тип стали	Твердость, HRC				Теплостой- кость, HRC
	в литом состоянии	после отжига	после закалки	после отпуска	
Деформированная сталь	-	22	63	64	58
Литая сталь базового состава	65	26	63,5	64	59,5
Сталь модифицированная бором	65	24	63,5	65	63

Таблица 2 - Влияние модифицирования на ударную вязкость и износостойкость стали

Тип стали	Ударная вязкость, КС, МДж/м ²	Износ, ×10 ⁶ кг/ч
Деформированная сталь	0,38	108
Литая сталь базового состава	0,09	78
Сталь, модифицированная бором	0,07	59

Увеличение твердости, теплостойкости и износостойкости стали, модифицированной бором, объясняется микролегирующим эффектом - появлением в структуре карбоборидов, обладающих высокой твердостью [2]. Введение бора способствует увеличению количества эвтектической с оставляющей преимущественно скелетной морфологии (рисунок 1 а, б). В результате этого характер разрушения борсодержащей стали межзеренный хрупкий (рисунок 1 в, г). Введение бора в расплав приводит также к увеличению количества неметаллических включений в металле, что требует применения в технологическом процессе плавки операций дополнительного раскисления и рафинирования.



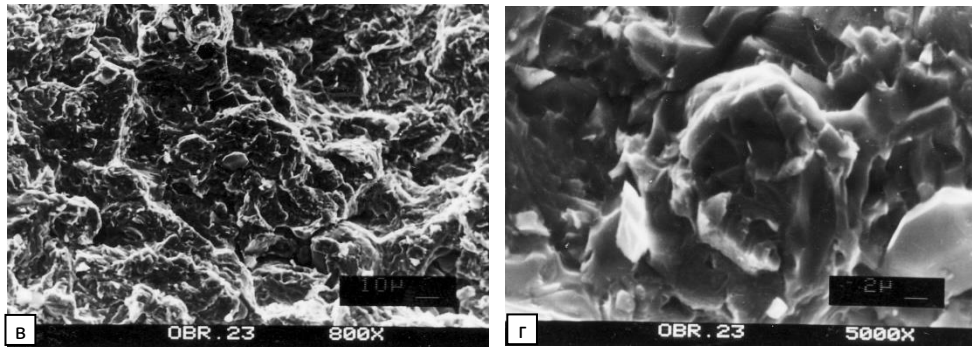


Рисунок 1 - Микроструктуры (а, б) и поверхности разрушения (в, г) мартенситностареющей стали, модифицированной бором

Литература

1. Анализ процессов формирования отливок литьем в формы, полученных с учетом теплофизического режима заполнения / Ю.Н. Фасевич // 75-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов, аспирантов БНТУ, / – Минск : БНТУ, 2022. - С. 55-59.
2. Ф.И.Рудницкий, Д.В.Шаршнева, Ю.Н.Фасевич Структура и свойства литой мартенситностареющей стали модифицированной бором», Литьё и металлургия. 2023.