



In the article there are presented the investigation results of the influence of modification by rare-earth elements, the representatives of two groups – yttrium and cerium, on microstructure and properties of experimental alloy samples. There are established the consequences of influence of rare-earth metals on degree of dispensing of the introduced inoculating elements in base solution, and also on the properties of alloy material samples.

Н. Ф. НЕВАР, Ю. Н. ФАСЕВИЧ,
Белорусский национальный технический университет

УДК 621.141.25

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА ЛИТОГО БОРСОДЕРЖАЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

Одним из наиболее эффективных методов улучшения структуры, а следовательно, и свойств литой стали является модифицирование редкоземельными элементами. Большинство исследователей [1, 2], освещающих вопрос влияния РЗМ, считают и это подтверждено на практике, что данные элементы способны оказывать поэтапное воздействие, начиная с раскисления расплава, затем его объемного модифицирования, и наконец, собственно микролегирования матрицы. Редкоземельные элементы также проявляют исключительно большое химическое сродство к металлоидам, присутствующим в черных металлах [3].

Исследования влияния модифицирования проводили на сплавах следующего состава, мас. %: С – 0,1–0,3; В – 2,1–2,8; Si – 0,12–0,5; Mn – 1,5–3,35; Al – 0,6–1,0; S и P не более 0,05; Fe – остальное. Сплавы выплавляли в лабораторной индукционно-тигельной печи. Шихтой служили техническое железо и борсодержащий компонент B_4C .

В качестве модифицирующих компонентов при проведении настоящей работы использовали Y (иттрий) и Ce (церий), являющиеся представителями двух групп – иттриевой и цериевой. Модифицирование проводили из расчета 0,1–0,6 % от

массы шихты. Редкоземельные элементы вводили в расплав в конце плавки после предварительного тщательного раскисления алюминием. Раскисление осуществляли непосредственно перед вводом РЗМ для предотвращения взаимодействия последних с кислородом и их угара.

Сравнительный анализ микроструктур литого сплава (рис. 1, а, б) показал, что увеличение содержания элементов до 0,2–0,4 % приводит к тому, что в структуре сплава отмечается рост эвтектической составляющей. Это свидетельствует о том, что точка эвтектического превращения в системе Fe – В – С при модифицировании РЗМ смещается несколько влево. Причем наиболее активно ведет себя иттриевая группа РЗМ (рис. 1, б). Влияние иттрия на строение объясняется его сильным модифицирующим действием за счет повышенной поверхностной активности этого элемента.

Зависимости, отражающие характер изменения твердости и ударной вязкости образцов материалов сплава от количества редкоземельных элементов, показаны на рис. 2, а, б.

Измерение твердости, проведенное по методу Ровелла, показало, что ее значения возрастают до 63–65 HRC. Такое повышение можно объяснить

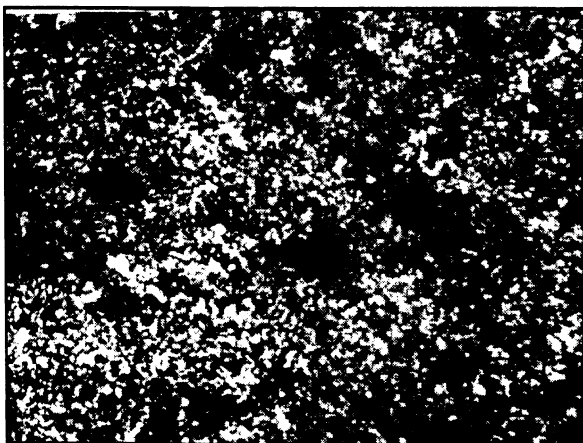


Рис. 1. Микроструктуры исследуемых сплавов, модифицированных редкоземельными элементами:
а – церий; б – иттрий. х 200

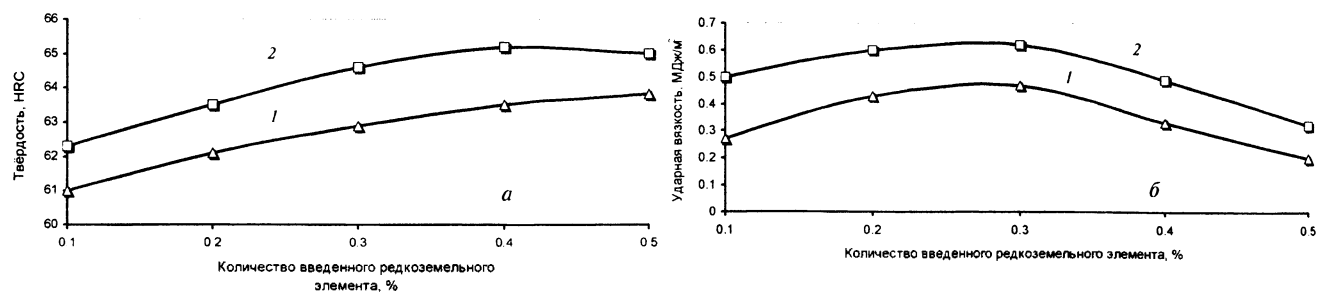


Рис. 2. Влияние добавок редкоземельных элементов на твердость (а) и ударную вязкость сплава (б): 1 – церий; 2 – иттрий

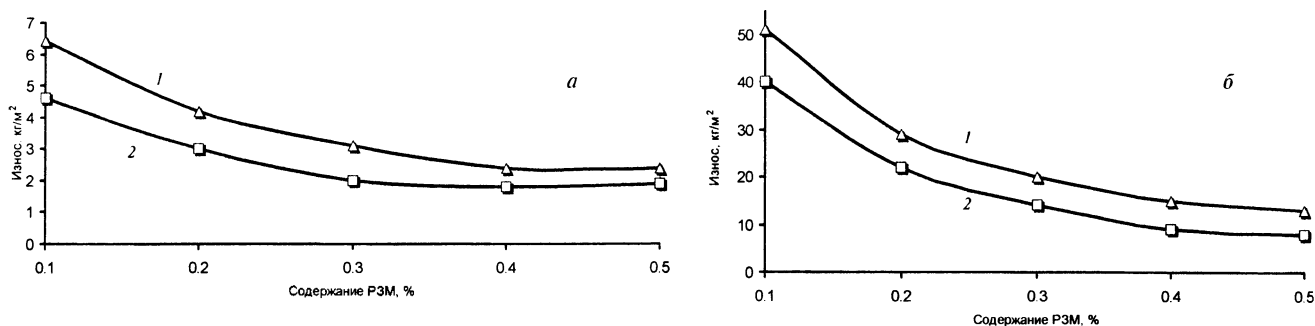


Рис. 3. Изменение износостойкости исследуемых сплавов в зависимости от вида модификатора: а – испытания в паре контртело–сталь 25ХГТ; б – испытания в паре контртело–вулканит; 1 – церий; 2 – иттрий

локализацией модифицирующих и микролегирующих компонентов с образованием упрочняющих фаз в межзеренном пространстве. Вследствие этого происходит измельчение зерен основы, их модифицирование и формирование концентрированного раствора повышенной твердости (рис. 2, а).

Влияние редкоземельных элементов на ударную вязкость показало, что экспериментальные образцы материалов достигают максимального уровня значений 0,45–0,62 МДж/м² при 0,2–0,35% РЗМ от массы шихты (рис. 2, б).

В настоящей работе также проводили испытания экспериментальных образцов сплавов на износостойкость. В результате испытаний установлено (рис. 3, б), что с увеличением количества вводимого модификатора от 0,1 до 0,6% износ материала достигает значений 1,8–6,4 кг/м² при трении в контакте со стальными и 11–52 кг/м² – с абразивными контртелами. Данный рост обусловлен уменьшением доли хрупкого разрушения в контактных зонах.

Анализ полученных данных показывает, что в результате введения редкоземельных элементов в сплав его износостойкость возрастает в среднем на 4–6 % по сравнению с немодифицированными [4].

Выводы

1. Введение большого количества РЗМ приводит к появлению сегрегаций на основе легирующих добавок по границам зерен основного металла и значительно ухудшает свойства литого сплава.
2. РЗМ будучи поверхностно-активными добавками уменьшают величину работы образования зародышей металла, вследствие чего понижается степень переохлаждения.

Литература

1. Браун М. П. Микролегирование стали. Киев: Наукова думка, 1982.
2. Завьялов А. С., Садомирский М. М. Влияние редкоземельных элементов на фазовые превращения в стали // Новые материалы в машиностроении. М.: Машиностроение, 1964. С. 74–85.
3. Гольдштейн Я. Е., Мизин В. Г. Модифицирование и микролегирование чугуна и стали. М.: Металлургия, 1986.
4. Невар Н. Ф., Фасевич Ю. Н. Влияние количества боридной фазы на твердость литого сплава // Вклад вузовской науки в развитие приоритетных направлений производственно-хозяйственной деятельности, разработку экономических и экологически чистых и прогрессивных методов обучения / Секция "Металлургия, литейное производство и охрана труда". 2000. Ч. 6. С. 64.