



There is shown, how modification of the rare-earth metals influences on crack-resistance of the cast boron-containing material.

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

УДК 621.141.25

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ РЗМ НА ТРЕЩИНОУСТОЙЧИВОСТЬ ЛИТОГО БОРСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА

Наиболее опасный дефект для отливок, работающих в условиях сопряженных с ударными воздействиями, — трещины, которые во многом зависят от количества, формы и распределения неметаллических включений. Являясь концентраторами напряжений, неметаллические включения при переменной нагрузке облегчают возникновение трещин.

Для исследования показателя трещиностойкости экспериментальных образцов в расплав с содержанием бора 1–6 мас. % вводили модифицирующий комплекс, содержащий Са и Се.

Экспериментальные образцы выплавляли в 50-килограммовой индукционной печи с перегревом до 1620–1625°C и раскислением 0,5–0,7% ферромарганцем, 0,1% алюминием. При 1595–1610°C происходил процесс ввода присадок Са в количестве 0,07–0,13% и Се в количестве 0,11–0,17%. Расплавленную сталь выдерживали 15 мин при 1580–1600°C и заливали в кольцевые пробы, в которых общая площадь горячих трещин регулировалась толщиной термического узла. Образцы для микроструктурного анализа отбирали из литых проб и зоны разрушения проб на трещиностойкость. Первичную структуру выявляли пикратом Na, конечную — 10%-ной HNO₃. Дисперсность первичной структуры определяли методом случайных секущих, неметаллические включения подсчитывали на нетравленных образцах.

Трещиностойкость оценивали по методике [1] путем анализа площади образующихся горячих трещин. Экспериментальные образцы после раскисления и введения модифицирующего комплекса имеют более высокую трещиностойкость по сравнению с необработанным литым борсодержащим сплавом.

Образцы из немодифицированной стали (рис. 1) отличаются неравномерностью структуры, содержащей удлиненную, упорядоченную структуру во внутренней транскристаллической зоне и разориентированные зерна в наружной части структуры.

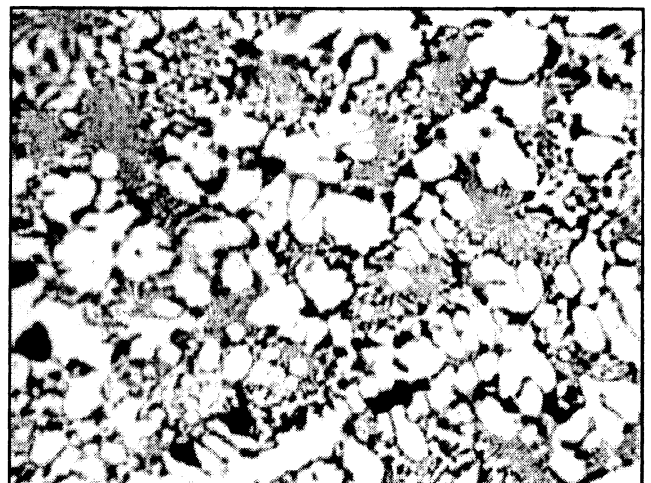


Рис. 1. Микроструктура образцов из немодифицированной стали. х 200

Влияние модифицирующих элементов на трещиностойкость высокобористого материала приведено на рис. 2. Как видно из рисунка, Се улучшает трещиностойкость, являясь хорошим раскислителем, поэтому, оценивая его влияние, необходимо рассматривать содержание в расплаве кислорода и связанное с этим изменение его поверхностного натяжения. Минимум трещиностойкости наблюдается при 1,2–1,4% В, после чего при увеличении его содержания наблюдается тенденция к увеличению трещиностойкости образцов литого борсодержащего материала. Такое влияние, по-видимому, связано с химическим составом расплава, состоянием и качеством жидкого металла перед вводом бора, а именно: содержанием газов и степенью раскисления. При содержании бора в пределах 1,4–4,0% в структуре сплава по границам зерен образуется борсодержащая фаза, которая при взаимодействии с модифицирующим комплексом положительно влияет на межкристаллитные связи.

Влияние Са противоположно влиянию Се: с повышением содержания Са до 0,02–0,08% трещиностойкость снижается, а затем возрастает. На рис. 3 показано изменение показателей трещиностойкости немодифицированного сплава в

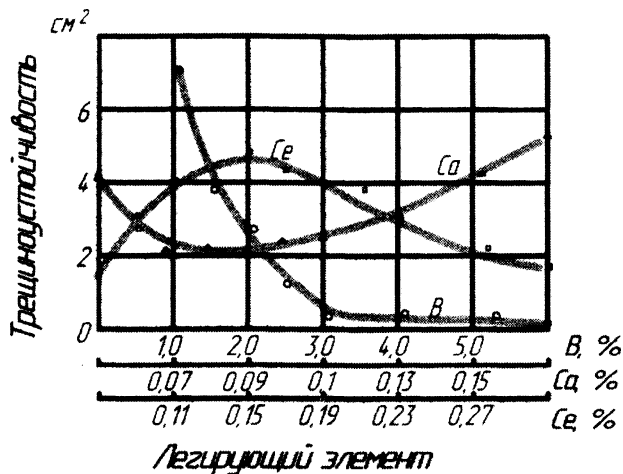


Рис. 2. Влияние легирующих компонентов на трещиностойкость

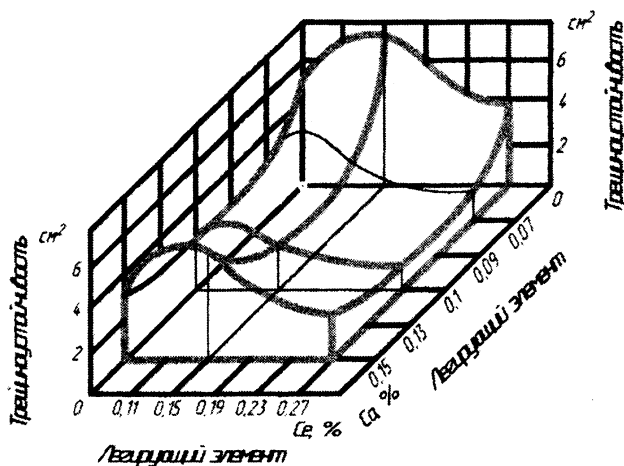


Рис. 3. Изменение трещиностойкости в зависимости от содержания Се и Са

зависимости от содержания Са и Се. Как видно из рисунка, максимум трещиностойкости при всех содержаниях Са до 0,15% наблюдается у сплава с 0,13–0,17% Се. При этом максимальная трещиностойкость оказывается у сплава без Са при 0,15% Се. По мере увеличения Се до 0,2% трещиностойкость образцов сплава при всех содержаниях Са медленно возрастает. Наличие максимума трещиностойкости у сплавов при различном содержании Са, Се и В в определенной мере обусловлено процессами формирования неметаллических включений при их кристаллизации и, в первую очередь, процессами формирования структуры – их формой, температурой плавления, и, следовательно, поверхностным натяжением межкристаллической прослойки.

Анализ микроструктуры образцов показал, что оптимальное модифицирование существенно уменьшает различия в размерах и расположении зерен по сечению шлифа экспериментального образца (рис. 4), практически ликвидирует транскристаллическую зону. Такая структура стали с хаотически расположенной сеткой мелких зерен менее благоприятна для продвижения трещин. На прочность границ зерен структуры могут влиять расположение и морфология неметаллических включений. Строчечные, пленочные включения в структуре образцов с достаточно большим количеством введения модифицирующих элементов комплекса облегчают продвижение трещин [2].

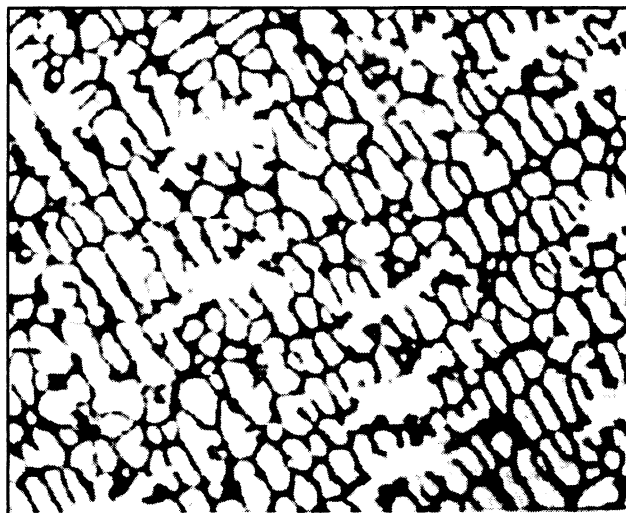


Рис. 4. Микроструктура образцов после модифицирования. х 200

Выводы

На основании результатов исследований можно рекомендовать как наиболее оптимальный состав, содержащий 0,1% Са, 0,15% Се и 2,5% В, для комплексного улучшения структуры (увеличение структурной однородности) литейных и эксплуатационных свойств литой стали. Наряду с применением ряда технологических мероприятий при заливке это дает возможность получать отливки сложной конфигурации.

Литература

- Невар Н. Ф., Фасевич Ю. Н. Влияние добавок бора на трещиностойкость, структуру и свойства стали // *Металлургия*. Мн.: Выш. шк., 2001. С. 52–54.
- Бабаскин Ю. З. Структура и свойства литой стали. Киев: Наукова думка, 1980.