



Рисунок 3 – Излом боковой рамы

Рост требований к свойствам стали, как правило, опережает развитие технологических приемов, направленных на повышение чистоты металла. Вследствие этого необходим дальнейший поиск эффективных способов рафинирования стали.

Традиционные приемы выпечной обработки металла при выплавке исходного полупродукта как в дуговых, так и индукционных печах имеют ряд ограничений по степени рафинирования. От таких примесей, как фосфор, сера, кислород, неметаллические включения и других, во многом зависит качество готовой металлопродукции.

Как известно, химический состав стали входит в число основных параметров, определяющих механические свойства изделия, от оптимального сочетания которых зависит эксплуатационная стойкость и надежность деталей. Боковую раму тележки отливают из низколегированной стали 20ГЛ, 20ГФЛ или 20ФТЛ. Модификаций стали для боковой рамы несколько, но составы у них близки. Обычно это 20ГЛ или 20ГФЛ.

Для подвергающихся эксплуатационному износу деталей необходимо выбирать оптимальное сочетание всех механических свойств, в том числе при низких температурах, так как отливки эксплуатируются также в районах Крайнего Севера. Отмеченные задачи можно решить выбором оптимального химического состава стали, её модифицирования, микролегирования и параметров термической обработки стальных отливок для железнодорожного транспорта, обеспечивающих высокие механические и эксплуатационные свойства отливок с учетом растущих требований.

Список литературы

- 1 ГОСТ 32400–2013. Рама боковая и балка надрессорная литых тележек железнодорожных грузовых вагонов. Технические условия. – Введ. 2014-07-М. : Стандартинформ, 2014. – 50 с.
- 2 Шалимов, А. Г. Исследование ассимиляции неметаллических включений и поглощения кислорода из металла синтетическим шлаком / А. Г. Шалимов // Теория металлургических процессов : сб. тр. ЦНИИЧМ. – М., 1976. – Вып. 5. – С. 76–84.
- 3 Электрометаллургия стали и ферросплавов : учеб. для вузов / Д. Я. Поволоцкий [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. М. : Металлургия, 1984. – 568 с.
- 4 Еднерал, Ф. П. Электрометаллургия стали и ферросплавов / Ф. П. Еднерал. – 4-е изд., переработ. и доп. – М. : Металлургия, 1977. – 488 с.
- 5 Анализ причин повреждения и возможности продления срока службы боковых рам тележек грузовых вагонов / В. И. Сенько [и др.] // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2010. – № 4. – С. 13–18.

УДК 669.18

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТАЛИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Н. К. ТУРСУНОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

В последнее время при изготовлении стальных отливок большое внимание уделяется модифицированию жидких расплавов. При модифицировании происходит улучшение качества отливок, которое включает измельчение структуры зерна, уменьшение количества неметаллических включений и изменение их морфологии, дополнительное раскисление и рафинирование стали.

Изменение структуры зерна, уменьшение количества неметаллических включений и придание им более благоприятной формы способствуют повышению пластических свойств металла. В процессе модифицирования также изменяются и технологические свойства стали, повышаются жидкотекучесть, трещиностойчивость отливок и снижается склонность стали к образованию дефектов газоусадочного характера. Модифицирование стали снижает ликвацию, тем самым, повышает равномерность распределения в отливке углерода, серы и фосфора. Для модифицирования сталей чаще всего используют алюминий, магний, щелочноземельные элементы и редкоземельные металлы (РЗМ). Применение РЗМ для обработки сталей в виде лигатур снижает упругость пара этих элементов, что позволяет значительно повысить их растворимость.

Повышение свойств стали можно достичь за счет снижения количества неметаллических включений и нейтрализации вредных примесей, применяя модифицирование церием. При концентрациях, представляющих практический интерес, церий почти не должен растворяться в железе при температурах сталеплавильных процессов. Растворимость церия в твердых металлах и сплавах весьма ограничена, так как атомы церия отличаются сравнительно большими размерами, что сдерживает образование широких областей растворимости в других металлах в твердом состоянии. Так, в железе растворяется 0,2 % церия. Во многих работах приводятся данные, свидетельствующие о том, что церий является поверхностно-активным элементом. Добавка церия в жидкое железо вызывает снижение его поверхностного натяжения на 100–200 Дж/м², что должно способствовать повышению жидкотекучести.

В настоящее время при производстве стали широко применяют РЗМ, обладающие высоким сродством к кислороду, сере, азоту, цветным металлам и другим примесям. Влияние РЗМ проявляется как в снижении содержания этих примесей в стали, так и в переводе их из активных форм в пассивные, что способствует очищению границ зерен и обеспечивает формирование мелкодисперсной дендритной структуры. Очищая сталь от вредных примесей, РЗМ улучшают ее литейные свойства, жидкотекучесть, условия питания и трещиностойчивость отливок, а также снижают анизотропию механических характеристик стали. Высокая эффективность влияния РЗМ на свойства стали обусловлена их благоприятным воздействием на состав, тип, форму, количество и равномерность распределения образующихся НВ, существенным улучшением макро- и микроструктуры заготовки, снижением ее физической и химической неоднородности, обеспечением повышенной плотности и дисперсности кристаллической структуры во всех зонах литой заготовки, в том числе малого сечения.

Другие исследователи считают, что роль РЗМ состоит в достижении в жидкой стали такого суммарного содержания серы, которое значительно ниже значений, получаемых с помощью обычных десульфураторов, таких как марганец, магний и др.

Настоящая работа посвящена разработке новых технологических приемов выплавки и внепечной обработки, в частности по совершенствованию процессов рафинирования в ИТП и модифицирования стали в сталеразливочном ковше.

Термодинамический анализ показывает, что РЗМ могут образовывать соединения с примесями и газами, находящимися в стали (сера, мышьяк, олово, сурьма, свинец, кислород, азот и др.), т. е. они являются сильными раскислителями и десульфураторами, а также, по мнению ряда исследователей, нейтрализуют вредное влияние фосфора и цветных металлов (рисунок 1).

Как видно из рисунка 1, для образования соединений с меньшими величинами энергии Гиббса необходимо уменьшение содержания вредных примесей, имеющих высокие значения энергии Гиббса в расплаве. Эти данные показывают, что величины свободных энергий образования оксидов РЗМ, применяемых в сталелитейном производстве, довольно близки.

Все виды соединений РЗМ имеют температуру плавления выше, чем у железа и плотность незначительно ниже плотности стали, т. е. в жидкой стали образующиеся соединения должны находиться в твердом виде, а их удаление затруднено. Все РЗМ образуют с кислородом оксиды типа R₂O₃. Церий и празеодим могут образовывать оксиды RO₂, а некоторые РЗМ оксиды типа RO.

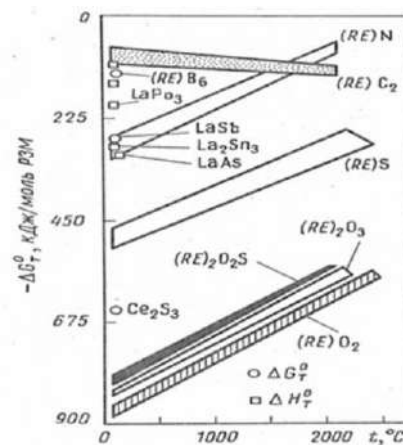


Рисунок 1 – Энергии Гиббса образования соединений РЗМ

РЗМ обладают значительным сродством к азоту, соизмеримым со сродством таких нитридообразующих элементов, как титан и цирконий. При вводе в жидкий металл РЗМ реализуют, в первую очередь, прочные связи с серой и кислородом; даже титан и цирконий не имеют такого высокого сродства к сере и кислороду, как РЗМ, и это позволяет им активно участвовать в образовании нитридов, особенно в области высоких температур. При температурах – 900–1100 °С изменение ΔG_0 образования нитридов у РЗМ составляет большую величину (порядка 225 кДж/моль РЗМ), но наличие в стали свободного алюминия (0,03–0,04 %), превышающего в десятки раз (с учетом значительной разницы в атомных массах) содержание РЗМ, не позволяет последним участвовать в процессах нитридообразования.

С фосфором РЗМ образует ряд соединений. Это позволяет устранять отрицательное влияние легкоплавких фосфоросодержащих фаз на свойства коррозионностойких и жаропрочных сталей и может быть реализовано только при высоких концентрациях РЗМ в металле. При вводе технологически приемлемых с точки зрения успешной разливки металла количеств РЗМ (0,1–0,2 %) в углеродистые и легированные стали взаимодействие РЗМ с фосфором остается спорным.

РЗМ связывают примеси цветных металлов в прочные химические соединения с высокими температурами плавления и обеспечивают устранение межкристаллитной низкотемпературной и высокотемпературной хрупкости.

В реальных растворах способность участия высокорекреакционных элементов с примесями, растворенными в стали, определяется двумя факторами: активностью примеси и элемента в железе, определяемой константой равновесия и связанной с ней изменением свободной энергии в результате их взаимодействия.

С жидким железом отклонение от идеальных растворов определяется коэффициентом активности, которое вычисляют с помощью параметров взаимодействия. Однако для реальных условий необходимо учитывать влияние на активность РЗМ также и других компонентов стали. Объем проведенных исследований не позволяет отобразить полностью состояние вопроса, однако имеющиеся данные представляют интерес для дополнительного учета влияния углерода, марганца, содержание которых существенно различается для разных марок стали.

Список литературы

- 1 **Ицкович, Г. М.** Раскисление стали и модифицирование неметаллических включений. – М. : Metallurgia, 1981. – 296 с.
- 2 **Мовенко, Д. А.** Совершенствование режимов обработки трубной стали церием / Д. А. Мовенко, Г. И. Котельников, А. Е. Семин // *Электromеталлургия*. – 2012. – № 8. – С. 7–12.
- 3 *Инновационное развитие электросталеплавильного производства / А. Г. Шалимов [и др.]*. – М. : Metallurgizdat, 2014. – 306 с.
- 4 Влияние редкоземельных металлов на качество трубной стали / В. В. Кисиленко [и др.] // *Электromеталлургия*. – 2007. – № 4. – С. 16–20.
- 5 **Бусиф, А.** Повышение качества конструкционной стали за счет совершенствования технологии рафинирования с применением РЗМ : дис. ... канд. техн. наук : 61:85-5/3923 / А. Бусиф. – М., 1985. – 125 с.

УДК 629.4:669.18

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТАЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИКАТОРОВ

Н. К. ТУРСУНОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Рост требований к свойствам стали, как правило, опережает развитие технологических приемов, направленных на повышение чистоты металла. Вследствие этого необходим дальнейший поиск эффективных способов рафинирования, легирования и модифицирования стали. В связи с этим разработка новых технологических приемов выплавки и внепечной обработки, позволяющих эффективно рафинировать и модифицировать сталь, является актуальной задачей.