

Обработка расплава стали модификатором, содержащим щелочноземельные металлы

Магистрант Мухтаров Д.Р., студент гр. 10405117 Далецкий А.Р.,
гр.10405119 Хорольский П.Д.
Научные руководители Барановский К.Э., Розенберг Е.В.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Производство качественных отливок из стали в настоящее время основано не только на рафинировании металла от вредных примесей при проведении плавки. Значительный вклад в формирование требуемой структуры и эксплуатационных свойств стали могут вносить и другие, более экономичные методы, к которым относится модифицирование. В результате процессов модифицирования происходит изменение степени дисперсности и морфологии фазовых составляющих стали, в том числе, количества, размера и формы неметаллических включений в результате введения в ее расплав небольших количеств активных добавок. При этом существенно изменяются механические и технологические свойства.

В настоящее время широкое распространение получили модификаторы, содержащие щелочноземельные металлы (ЩЗМ). Однако низкие температуры кипения ЩЗМ и высокая упругость пара при температуре жидкой стали затрудняют их эффективное использование. Значительная часть кальция и других ЩЗМ при введении в сталь испаряется и окисляется, удаляясь из металла. Усиление действия кальция обеспечивается путем совместной присадки с ним бария, а также стронция. При их комплексном вводе в жидкую сталь упругость паров будет ниже упругости пара каждого отдельно взятого элемента, что ведет к более медленному испарению и увеличению продолжительности взаимодействия с кислородом и серой и, как следствие, к более эффективному результату модифицирования [1]. Целью исследований являлось опробование модификатора, содержащего несколько ЩЗМ, разработанного ООО НПК «МеталлТехноПром» (г. Иркутск, Россия) для производства отливок из стали марки 45Л при выплавленной в дуговой печи ДСП-5М с кислой футеровкой.

Преимущество данного комплексного модификатора, по сравнению со стандартным силикокальцием, заключается в том, что присутствие нескольких раскислителей облегчает образование комплексных неметаллических включений что приводит, к более эффективному результату модифицирования.

Модификатор добавлялся при заполнении заливочного ковша (400 кг) на 25-30%, в количестве 0.1, 0.2, 0.3% соответственно. Затем, заливались спиральные пробы на жидкотекучесть и трефы для определения механических свойств, часть из которых использовалась для изготовления шлифов, для определения загрязненности стали неметаллическими включениями, а часть подвергалась термической обработке – нормализации в соответствии с заводской технологией для проведения механических испытаний.

В результате обработки жидкой стали модификатором, уменьшился размер и количество неметаллических включений, по сравнению с немодифицированным образцом. Кроме того, улучшилась их форма. Это обусловлено образованием соответствующих сульфидов и окисульфидов щелочноземельных металлов [2].

Результаты испытаний механических свойств показали, что после модифицирования произошло повышение предела текучести на 20 – 35% (рис. 1).

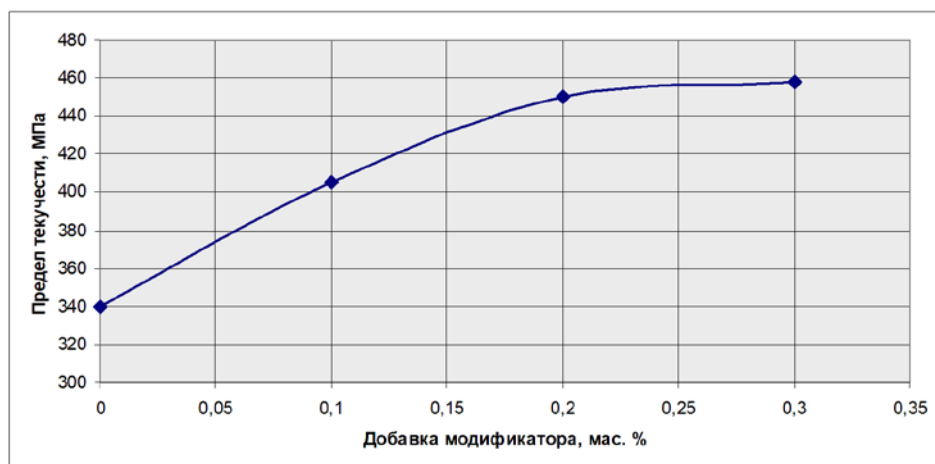


Рисунок 1- Зависимость предела текучести от количества вводимого модификатора

Относительное удлинение (наиболее значимый параметр для литых сталей) при модифицировании возросло на 25 – 40% (рис. 2), аналогичная тенденция наблюдалась и для относительного сужения.

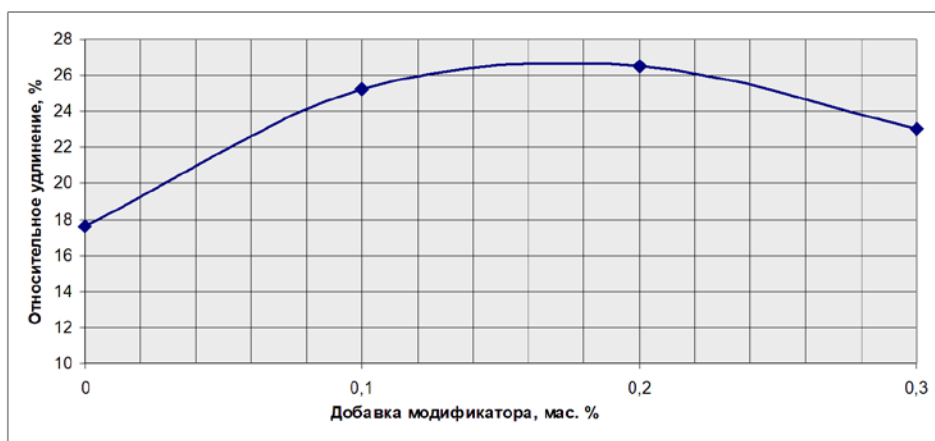


Рисунок 2- Зависимость относительного удлинения от количества вводимого модификатора

Кроме того, при модифицировании значительно увеличилась (на 40 – 55%) жидкотекучесть (рисунок 3).

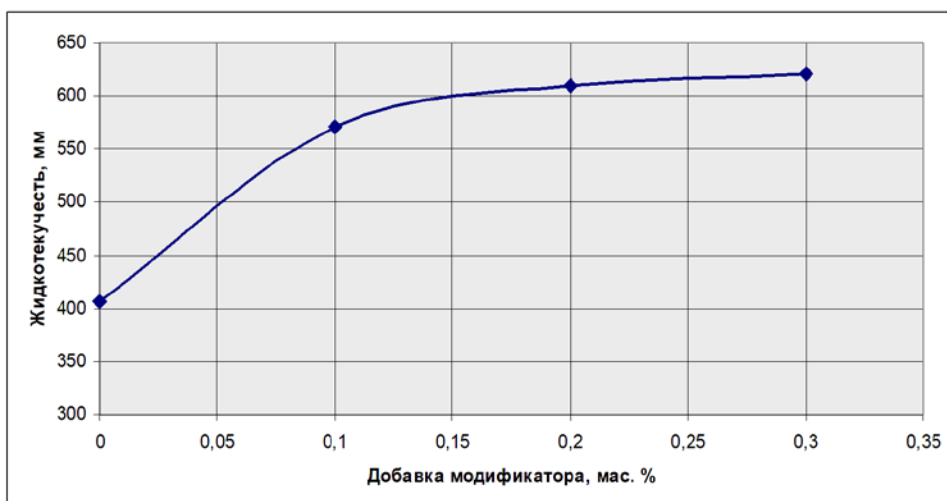


Рисунок 3- Зависимость жидкотекучести от количества вводимого модификатора

Это обусловлено тем, что в результате защиты поверхности расплавленной стали парами кальция, бария и стронция от контакта с атмосферой происходит понижение поверхностного натяжения, что приводит к увеличению её жидкотекучести. Это связано с тем, что поверхностное натяжение оказывает значительное влияние на динамическую вязкость расплава, которая в наибольшей степени определяет литейные свойства сплавов.

Из приведенных рисунков видно, что небольшие добавки исследуемого модификатора повышают механические свойства стали, особенно относительное удлинение. Следует также отметить, что некоторые зависимости носят экстремальный характер. Поэтому, наиболее целесообразно вводить в расплав 0,2% модификатора, так как дальнейшее повышение количества присадки не дает значительного увеличения свойств. В таблице 1 показаны результаты и исследований при вводе в расплав 0,2% модификатора.

Таблица 1 Результаты исследований

Показатели	Без модифицирования	С модифицированием
Предел текучести σ_T , МПа	340–425	400–460
Временное сопротивление σ_B , МПа	683–705	690–715
Относительное удлинение, %	13–24	21–29
Жидкотекучесть, мм	230–410	320–630

Применение модификатора, содержащего несколько ЦЗМ, позволяет снизить загрязненность стали по неметаллическим включениям, улучшить форму неметаллических включений, повысить жидкотекучесть расплава, а также увеличить механические свойства отливок. Рекомендуется использовать модификатор в литейных цехах предприятий машиностроительного профиля для внепечной обработки сталей.

Список использованных источников

1. Голубцов, В.А. Модифицирование стали для отливок и слитков / В.А. Голубцов, В.В. Лунев. – Челябинск – Запорожье: ЗНТУ, 2009. – 356 с.
2. Легирование и модифицирование стали с использованием природных и техногенных материалов / О.И. Нохрина [и др.]; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013 – 320 с.