

Влияние комплексных модификаторов на низкоуглеродистые износостойкие стали

Розенберг Е.В., Барановский К.Э.

Белорусский национальный технический университет

Низкоуглеродистые износостойкие стали (12ХГФЛ, 20ГЛ, 08-20ГФЛ, 20ГНМФЛ 20ГСЛ, 35ГЛ, 40Г2Л и др.) используются для тяжело нагруженных конструкций машин: литых деталей рам вагонов, тракторов и автомашин. Такие стали должны обеспечивать статическую прочность, иметь значительный запас вязкости и пластичности во избежание хрупкого разрушения. Главная причина выхода из строя таких деталей при эксплуатации - развитие усталостных трещин.

Для повышения сопротивления усталостным дефектам при производстве деталей необходимо обеспечить мелкую структуру, уменьшение количества и распределения неметаллических включений, а также скругление их формы.

Работы [1-4] показали, что обработка сталей силикокальцием (27 – 30 % Са), ферроцерием (45 – 50 % Се), силикобарием (20 – 25 % Ва) и стронций содержащей лигатурой (30 – 35% Sr) положительно влияют на количество и морфологию неметаллических включений, дендритную структуру, что в конечном итоге сказывается на повышении уровня механических и служебных свойств отливок. Основной вывод работ заключается в том, что наибольший эффект по снижению загрязнённости стали неметаллическими включениями наблюдался при использовании комплексных модификатор.

Комплексные модификаторы могут быть представлены в виде готовых решений (например, модификатор INSTEEL, PC-7), бескремнистых лигатур, быстроохлаждённого комплексного модификатора на основе алюминия с добавками активных элементов, природными концентратами – карбонатами щелочно-земельных металлов (L-cast, БСК) которые в жидких металлах претерпевают термическую диссоциацию с образованием большого количества рафинирующих высокодисперсных газовых пузырьков CO₂ и оксидов щелочноземельных металлов, которые взаимодействуя с серой, связывают ее, образуя включения глобулярной формы.

Современные комплексные модификаторы являются смесью соединений или несвязанных щелочноземельных и редкоземельных элементов, дополняющих друг друга и обеспечивающих стабильный эффект модифицирования. Смесевые модификаторы наиболее универсальны в использовании, так как позволяют корректировать как наличие определенных элементов, так и их концентрацию в модификаторе в зависимости от поставленных целей и вида сплава.

Экспериментальные плавки по оценки влияния комплексного смесевого модификатора разработки БНТУ проводились на предприятии ООО «Идея» в тигельной индукционной печи емкостью 400 кг с кислой футеровкой. Модифицирующей обработки подвергалась сталь марки 20ГНМФЛ.

В качестве модификатора использовался комплексный, смесевой модификатор, состоящий из Са, Ва, St в виде силикатов. Модификатор вводился в виде конверта, из алюминиевой фольги, в разливочный ковш под струю металла в момент перелива, при заполнении ковша на 1/3. в количестве 0,2%, 0,25% и 0,35% от массы расплава. Модифицированную сталь заливали в формы для получения треновидных проб, которые подвергали термической обработке, после чего из треноф вырезались образцы для проведения механических испытаний. Результаты испытаний на механические свойства приведены на рисунках 1 – 3

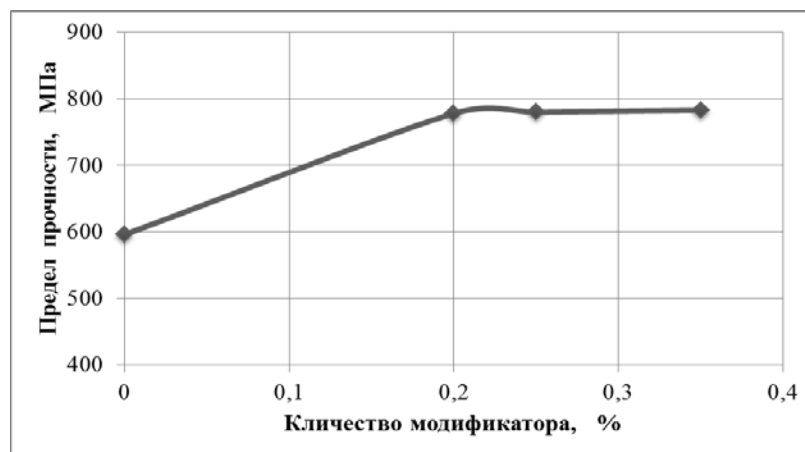


Рисунок 1 – Зависимость предела прочности стали 20ГНМФЛ от количества модификатора

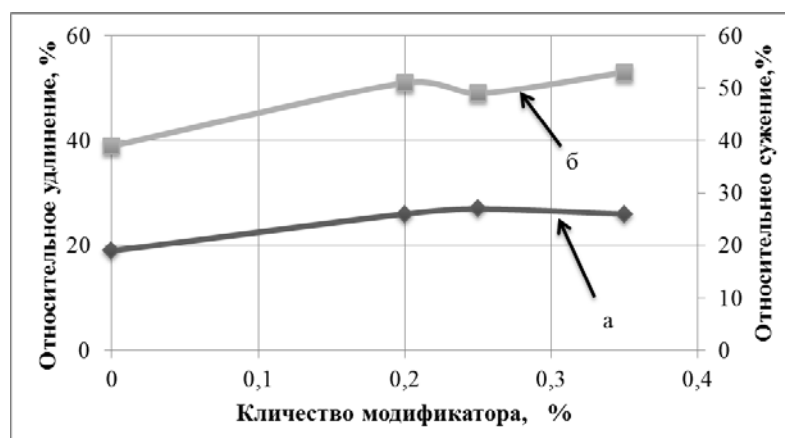


Рисунок 2 – Зависимость относительного удлинения (а) и сужения (б) стали 20ГНМФЛ от количества модификатора

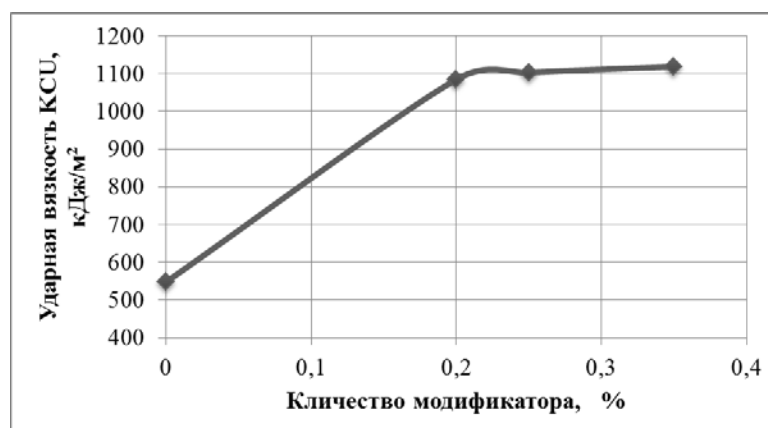


Рисунок 3 – Зависимость ударной вязкости стали 20ГНМФЛ от количества модификатора

Показатели механических свойств стали являются определяющим фактором эффективности использования комплексного модифицирования:

- увеличение предела прочности на ~31 %;
- показатели относительного удлинения и относительного сужения повысились на ~36% и ~35% соответственно;
- увеличение показателя ударной вязкости – почти в 2 раза (104 %).

Также, модифицирование повышают технологические свойства стали - жидкотекучесть на 18 – 25 %, что снижает склонность сплава к трещинообразованию.

Литература

1. О.С. Комаров. Комплексное модифицирование стали / О.С.Комаров, В.И. Волосати-ков // МИТОМ, – 2013, – №3, – С.48 – 51.
2. Аникеев В.В. Промышленные испытания модификаторов при внепечном модифицировании углеродистых, низколегированных, марганцовистых и коррозионностойких сталей в условиях ОАО «Самаркий сталелитейный завод» // Модифицирование как эффективный метод повышения качества чугунов и сталей. СБ. Докл. Литейного консилиума №1. Челябинск. 2005. С.22 – 30
3. Бахметьев В.В. Повышение свойств литейных сталей внепечной обработки кальций-магниевыми лигатурами с РЗМ / В.В. Бахметьев, В.М. Колокольцев, А.Ф. Миляев // Литейное производство 2006. №11. С. 7-11
4. Голубцов, В.А. Модифицирование стали для отливок и слитков / В.А. Голубцов, В.В. Лунев. – Челябинск - Запорожье: ЗНТУ, 2009. – 356 с