

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЛЬЦИЕВОГО МОДИФИКАТОРА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛИ «РАМА БОКОВАЯ»

*Г.А. ОКОЛОВИЧ, доктор техн. наук, профессор
А.В. ГАБЕЦ, аспирант
Е.О. ЧЕРТОВСКИХ, аспирант
(АлтГТУ, г. Барнаул)*

Статья поступила 2 сентября 2012 года

Околович Г.А. – 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46. ФГБОУ «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
e-mail: mitom@mail.altstu.ru

В результате микролегирования повышается чистота стали 20ГФЛ по неметаллическим включениям и достигается стабильность механических свойств.

Ключевые слова: рафинирование, кальций, микролегирование, ударная вязкость, неметаллические включения.

Отливка детали «Рама боковая» производится на Рубцовском филиале ОАО «Алтайвагон». Рама боковая является основным элементом тележки грузового вагона. В работе боковая рама воспринимает статические, вертикальные динамические и продольные нагрузки, а также воздействие крутящего моментов при движении вагона во время поворота. При этом основная часть динамических нагрузок носит циклический характер.

В связи с дефицитом качественных шихтовых материалов на рынке черного металла в настоящее время является актуальным применять в производстве стали кальцийсодержащую проволоку, как один из способов повышения чистоты стали по неметаллическим включениям. С учетом зарубежного опыта при всем многообразии применяемых порошковых проволок с наполнителями из SiCa, CaAl, CaFe, FeB, FeTi, FeV обработка расплава кальцийсодержащими наполнителями отрабатывается в технологии сталеплавления.

Ввод кальция в жидкий металл существенно влияет на содержание кислорода в расплаве, рафинирование от нежелательных примесей, состояние и количество неметаллических включений. Обработка металлургических расплавов кальциевой порошковой проволокой благопри-

ятно сказывается на формировании равноосной зернистой структуры. Кроме этого обработка позволяет устранить образование кристаллических остроугольных включений, являющихся концентраторами напряжений и очагов разрушения металла при низких температурах и больших мгновенных нагрузках, что очень важно для сталей ответственного назначения [1].

Микролегирующее действие кальция проявляется в повышении пластических и одновременно прочностных свойств стали при обеспечении заданного остаточного содержания кальция. При этом устраняется отрицательное влияние глинозема в расплаве и готовой продукции. Ввод в жидкий металл порошковой проволоки с наполнителем из смеси кальция и железа обеспечивает взаимодействие кальция с включениями глинозема и превращение их в легкоплавкие алюминаты кальция, смываемые со стенок разливочного стакана струей жидкого металла. В результате разливочный стакан значительно дольше сохраняет свои размеры, и процесс истечения металла из ковша происходит без отклонений от заданного режима.

Усвоение кальция расплавом металла зависит от интенсивности испарения кальция на различной глубине расплава при температурах сталеварения. Стальная оболочка порошковой про-

Химический состав стали марки 20 ГФЛ

Состояние состава	C, %	Mn, %	Si, %	S, %	P, %	Ni, %	Cu, %	V, %	Al, %
Нормативный	0,17...0,25	0,9...1,40	0,3...0,5	Не более 0,03	Не более 0,04	Не более 0,3	Не более 0,3	0,07...0,13	0,02...0,06
После микро- легирования Са	0,2	1,089	0,39	0,016	0,016	0,1	0,12	0,064	0,03

локи обеспечивает доставку кальция на такую глубину стальной ванны (около 1,2 м), где ферростатическое давление примерно равно упругости его пара (около 0,15 МПа при 1600 °С) [2], что снижает потери кальция на испарение. При вводе проволоки в расплав металла усвоение кальция повышается, так как железная дробь, имеющая значительно меньшую по сравнению с порошком железа удельную поверхность, расплавляется медленнее, что обеспечивает более плавное и длительное протекание эффекта «температурного балласта», ведущее к повышению усвоения кальция (до 30 %) металлом, локально вводимого в большом количестве в расплав.

Использование трайб-аппарата позволяет вводить проволоку диаметром от 8 до 16 мм. Проволока поставляется в бобинах и подается в стопорный восьмитонный сталеразливочный ковш. С целью увеличения эффекта модифицирования во всем объеме металла применяли продувку газообразным аргоном высокой чистоты ТУ 6-21-12-94 в течение четырех минут через щелевую фурму, расположенную в подине ковша, под давлением 0,2...0,3 МПа.

Для проведения эксперимента была выбрана кальцийсодержащая проволока Ø13 мм, состоящая из механической смеси железной дроби 70 %-го и 30 %-го кальция. Длина вводимой проволоки составила 20 м, общий вес кальция составил 3 кг.

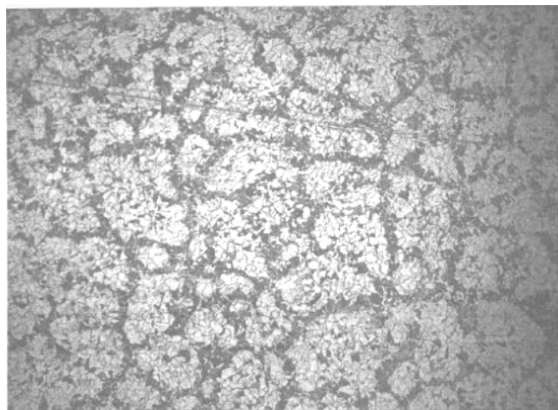


Рис. 1. Структура литой стали 20ГФЛ, ×100

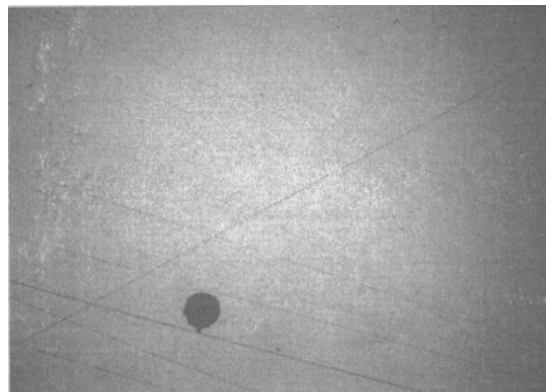


Рис. 2. Микрошлиф стали 20ГФЛ с единичным глобулярным включением, ×100

Остаточное содержание Са в стали составило 0,001 %. По результатам проведенных механических испытаний стали, легированной Са, временное сопротивление при требовании ОСТ 32.183-2001 не менее 490 МПа составило фактически 530 МПа, требуемый предел текучести от 294 до 343 МПа (фактический 335 МПа), требуемое относительное удлинение не менее 20 % (фактическое 29 %), требуемое относительное сужение 30 % (фактическое 45 %), требуемая ударная вязкость КСУ^{-60°C} не менее 24,5 Дж/см² (фактическая 50,6 и 40,5 Дж/см²), требуемая ударная вязкость КСВ^{-60°C} не менее 16,7 Дж/см² (фактическая 17,7 и 17,1 Дж/см²).

Металлографические исследования проводились после нормализации 935...960 °С



Рис. 3. Микрошлиф рядовой стали 20ГФЛ, ×100

в проходной мазутной печи. Микроструктура ферритно-перлитная, мелкозернистая, с выделением перлита в виде перлитной сетки (рис. 1). Величина зерна соответствует 8 баллу шкалы 1 ГОСТ 5639-82. При металлографическом исследовании полированного образца из 25 полей зрения на одном обнаружено единичное глобулярное включение 2-й группы (рис. 2). На всех образцах наблюдались мелкие точечные оксидные включения 1 балл по ГОСТ 4967-2009. Микрошлифы рядовых плавках зачастую имеют 2 балла загрязненности стали (рис. 3) по неметаллическим включениям, среди которых присутствовали включения сульфидов и единичные включения алюмосиликатов.

Выводы

1. Применение кальцийсодержащей проволоки совместно с продувкой аргоном обеспечивает повышение чистоты стали по неметаллическим включениям в два раза.

2. Выявлена стабильность в показаниях результатов механических испытаний стали, особенно в части сходимости результатов испытаний на ударную вязкость ($KCV^{-60^{\circ}C}$) – 17,7 и 17,1 Дж/см². На основе полученных значений работы, затрачиваемой на развитие трещин, можно утверждать, что микролегирование Са приводит к однородности макроструктуры.

3. Присутствующие неметаллические включения в стали 20ГФЛ имеют сферическую форму, оказывающую благоприятное влияние на прочностные свойства стали.

Список литературы

1. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. – Магнитогорск: Изд-во МГТУ, 2000.
2. Внепечная обработка расплава порошковыми проволоками / Д.А. Дюдкин, С.Ю. Бать, С.Е. Гринберг и др. – Донецк: Изд-во ООО «Юго-Восток», 2002.
3. Кудрин В.А. Внепечная обработка чугуна и стали. – М.: Металлургия, 1992. – 336 с.

Investigation of calcium modifier for the manufacture of parts “frame side”

G.A. Okolovich, A.V. Gabets, E.O. Chertovskikh

As a result of increased purity micro alloying steel 20GFL non-metallic inclusions and achieved stability of mechanical properties.

Key words: refinement, calcium, micro alloying, impact strength, non-metallic inclusions.