

Проблемы, которые необходимо решать при получении качественной стали

Магистрант Михалюта Н.Г.
Научный руководитель - Неменёнок Б.М.
Белорусский национальный технический университет
Республика Беларусь, г. Минск

Развитие техники и повышение ресурса её работы требует использования материалов повышенной прочности, что в свою очередь приводит к необходимости производства стали с более высокой степенью чистоты по вредным примесям и неметаллическим включениям. В таблице 1 приведена динамика изменения требований по содержанию серы и фосфора за последние 50 лет.

Таблица 1. – Изменение содержания серы и фосфора в сталях с 1970 по 2020 годы [1].

Примеси	Допустимое содержание примесей в период с 1970 по 2020 годы, масс. %					
	1970	1980	1990	2000	2010	2020
Сера	0,030	0,020	0,008	0,004	0,003	0,002
Фосфор	0,035	0,015	0,010	0,007	0,005	0,003
Сера+фосфор	0,065	0,035	0,018	0,011	0,008	0,005
Сера, класс А				0,003	0,002	0,0015
Фосфор, класс А				0,005	0,004	0,0035

Для труб и соединительных деталей в нормативно-технической документации ОАО «Газпром» с 2014 года оговариваются допустимые нормы загрязнённости сульфидными, оксидными и силикатными включениями по среднему и максимальному баллам [2]. Для непрерывнолитых блюмов рельсовых марок сталей, производимых на ОАО «БМЗ», кроме оценки химического состава стали, механических свойств рельсов, макро- и микроструктуры и ультразвукового контроля рельсов в обязательном порядке определяется индекс степени чистоты по оксидам. Данный показатель по DINEN13674-1:2017 не должен превышать 10. Общая загрязнённость стали неметаллическими включениями оценивается в соответствии с СТ РК 2732-2023 [3].

В последние три десятилетия производители стали во всем мире столкнулись в двумя основными тенденциями:

- Непрерывным ростом цен на такие сырьевые материалы, как уголь, кокс, железная руда, скрап и другие;
- Возрастающей необходимостью повышения качества стали путем значительного снижения содержания углерода, кислорода, кремния, фосфора, азота, сопутствующих элементов (Cu, Cr, Ni, Mo) и серы.

Требования особо низкого содержания серы (<10ppm) оговорены спецификациями на особонизкосернистые (ULS) марки стали и предъявляются, в частности, к продукции, предназначенной для работы в условиях высокого давления и очень низких температур (трубы большого диаметра для магистральных трубопроводов большой протяженности). Известно, что наличие серы в стали повышает чувствительность к растрескиванию и понижает ударную вязкость материала на образцах с надрезом. Поэтому для предотвращения появления трещин в готовой продукции из высокопрочных низколегированных (HSLA) сталях содержание серы должно быть ниже 30 ppm. Содержание серы в низкоуглеродистых (LC), особонизкоуглеродистых (ULC) и электротехнических сталях, а также в белой жести ограничивается 120 ppm [4].

Учитывая низкое качество и непостоянный состав шихтовых материалов, высокой чистоты выплавляемой стали по неметаллическим включениям можно достичь при реализации рафинирующих мероприятий в процессе выплавки стали в ДСП, на стадии внепечной обработки на установке «печь-ковш», в ходе вакуумирования и в процессе защиты расплава в промежуточном ковше, а также при подаче стали в кристаллизатор. При этом необходимо тщательно выбирать раскисляющие и модифицирующие добавки в зависимости от химического состава стали, следить за состоянием футеровки и разливочных стаканов сталеразливочного и промежуточного ковша, защищать расплав от контакта с окружающей средой при поступлении в кристаллизатор. Практика показывает, что высокая степень дегазации расплава после вакуумирования сводится на нет без защиты струи стали от контакта с окружающей средой в процессе разливки. Отмечаются случаи насыщения стали азотом в процессе рафинирующей обработки на установке «печь-ковш». Поэтому гарантией получения стали высокой степени чистоты по неметаллическим включениям является строгое соблюдение технологической дисциплины.

Список использованных источников

1. Еланский, Д.Г. Обзор докладов на пленарном заседании XIV международного конгресса сталеплавыльщиков / Д.Г. Еланский // Сталь. 2016. – № 11. – С. 21-29.
2. Производство трубной непрерывнолитой заготовки без крупных неметаллических включений / АА Сафронов [и др.] // Сталь. 2016. – № 6. – С. 22-27.
3. Писаренко, О.И. Совершенствование технологии производства рельсовой заготовки / О.И. Писаренко, О.П. Красюк, В.С. Путеев // Литейное производство и металлургия 2024. Беларусь: сборник трудов 32 МНТК, 20-22 ноября 2024 г. – Минск: БНТУ, 2024. – С. 73-77.
4. Хюскен, Р. Стратегии десульфурации в кислородно-конвертерном производстве стали / Р. Хюскен, Ю. Каппель // Металлургическое производство и технология. – 2013. – № 1. – С. 28-38.