

Г. В. Бергеман, А. С. Заспенко, И. В. Пельх, В. А. Петренко*

ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского», Днепропетровск

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

Разработка и освоение в сталеплавильных агрегатах ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» технологии выплавки низкоуглеродистой стали марки М для производства контактного рельса вагонов метрополитена

Разработан и освоен в условиях сталеплавильного передела ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» новый способ выплавки в кислородном конвертере низкоуглеродистой (электротехнической) стали марки «М», предназначенной в дальнейшем для производства контактных рельс вагонов метрополитена и обладающей заданным электрическим сопротивлением не более 0,125 мкОм·м (Ом·мм²/м).

Ключевые слова: рельс контактный, кислородный конвертер, низкоуглеродистая сталь, контролируемая продувка, газокислородная обработка, высокоосновной шлак

Постановка проблемы. Рельс контактный вагонов метрополитена является одним из весьма востребованных видов прокатных профилей, производимых в условиях металлургического производства ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» на среднесортном стане 550. Актуальность его освоения заключалась в требованиях новых собственников предприятия расширить сортамент среднесортного стана 550 новой высокомаржинальной продукцией.

По своим геометрическим размерам данный вид металлопроката относится к достаточно «массивным» для стана 550 прокатным профилям, так как обладает толстыми несимметричными составными элементами (головкой и подошвой) и требует решения проблем обеспечения своей прямолинейности. Это вызвано тем, что низкая прочность кипящей стали, при длине штанг профиля 12,5 м, требует к ним особого обращения на стадиях охлаждения, отделки и складирования. Здесь велика вероятность отклонений от норм кривизны штанг профиля из-за возможности их провисания под собственным весом или от внешних механических воздействий. Тем не менее, существенным преимуществом среднесортного стана 550 является возможность производства данного вида металлопроката малыми партиями в количестве 300-500 т, что соответствует его фактической потребности на рынке металлопроката СНГ.

Однако для его производства сталеплавильщикам ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» потребовалось решить достаточно сложную технологическую задачу – в условиях кислородно-конверторного цеха разработать и освоить производство новой марки кипящей (электротехнической) стали марки М с низким процентным содержанием углерода (0,08-0,12 %мас.). Данное процентное содержание углерода позволяет производить из стали марки М контактные рельсы для вагонов метрополитена с обеспечением заданного электри-

ческого сопротивления, составляющего не более 0,125 мкОм·м (Ом·мм²/м).

Химический состав стали марки М согласно ТУ У 27.1-19305558-003-2009 (массовая доля основных химических элементов в стали) приведен в таблице.

Постановка задачи. Необходимо обеспечить в кислородных конвертерах ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского» получение требуемого процентного содержания углерода в готовой стали марки М в пределах 0,08-0,12 %мас., контролируемой во времени кислородной продувкой, с последующей присадкой в образовавшийся в конвертере полупродукт заданного количества науглероживателя, и одновременного получения в процессе выплавки высокоосновного активного шлака (более 3,15 единиц) для обеспечения заданного показателя содержания серы в готовой стали не более 0,030 %.

Изложение основных материалов. Низкоуглеродистая кипящая сталь марки М выплавляется в 50-тонных кислородных конвертерах, с продувкой железоуглеродистого расплава сверху, производимой при помощи Г-образной фурмы технически чистым кислородом с чистотой не менее 98,5 % [1]. Сталь выплавляется с расходом (кг/т): чугуна жидкого – 920,1; стального лома – 212,8; ферросплавов – 5,34. После завалки в кислородный конвертер металлолома заливается жидкий чугун и начинается процесс кислородной продувки. Плавку продувают в течение 18-19 мин. кислородом с чистотой не менее 98,5% и расходом 180-200 нм³/мин.

В качестве шлакообразующих материалов в конвертер присаживаются металлургическая известь в количестве 68,0-70,0 кг/т стали и плавиковый шпат в количестве 1,5-2,2 кг/т стали. Для проведения данной технологической операции используется

Марка стали	Массовая доля основных химических элементов (%мас.)				
	углерода	марганца	кремния (не более)	серы (не более)	фосфора (не более)
М	0,08-0,12	0,25-0,50	0,03	0,03	0,03

металлургическая известь газового обжига, в кусках крупностью 40-80 мм, содержащая не менее 85 % (CaO + MgO) с недопалом 10-12 % и плавиковый шпат, содержащий 75,0 % CaF₂. Известь и плавиковый шпат подаются в полость конвертора через тракт подачи сыпучих материалов, включающий приемные бункера, специальные дозирующие устройства – весовые дозаторы и наклонные выдвигные желоба.

Высокоосновной активный шлак (более 3,5 единиц), отсекающийся при выпуске железоуглеродистого расплава в сталеразливочный ковш, содержит (%): FeO – 20-28; CaO – 51-53; SiO₂ – 14-17. Полученный полупродукт перед выпуском из конвертора в сталеразливочный ковш состоит из (%мас.): С – 0,05-0,07; Mn – 0,10-0,20; P – 0,03; S – 0,03, и имеет температуру 1620-1650 °С.

Для обеспечения процентного содержания углерода в диапазоне 0,05-0,08 % мас. в образующемся в конверторе железоуглеродистом расплаве, используется устройство «Multi-Lab», предназначенное для проведения контроля окисленности и определения температуры жидкой стали. Данная контрольно-измерительная аппаратура с высокой степенью точности позволяет определять содержание углерода в конверторе в конце окислительного периода плавки в широком диапазоне, составляющем 0,01-0,12 мас.%. Продувку прекращают при достигнутом требуемом значении электродвижущей силы (ЭДС), определяемой датчиком активности кислорода, расположенном в кислородном зонде «Multi-Lab», а также требуемого показателя содержания углерода и температуры расплава, фиксируемого термозондом «Multi-Lab».

Таким образом, определяемая заданная величина ЭДС, при температуре железо-углеродистого расплава в конверторе, соответствующей требуемому содержанию в нем углерода, становится сигналом для автоматического прекращения процесса продувки жидкого расплава кислородом.

Плавка из конвертора выпускается в ковш с кислой набивной футеровкой из Часов-Ярского песка, с содержанием SiO₂ не более 90 %.

Через 60-80 секунд после начала слива металла в сталеразливочный ковш, в течение 1-2 минут в него присаживаются ферросплавы (ферромарганец) в количестве 5,34 кг/т. В частности в качестве присаживаемых ферросплавов используется ферромарганец марки ФМн78 с содержанием в нем кремния не более 1,8 % и с коэффициентом усвоения марганца 70 %.

Науглероживание расплава производится при его выпуске в сталеразливочный ковш присадкой термоантрацита марки АС, с расходом данного материала в количестве 0,9-1,0 кг/т стали. Для раскисления стали в ковше также используется (чушковый или кусковой) алюминий марки АВ-87 в количестве 0,2 кг/т

стали. Температура стали в сталеразливочном ковше перед ее разливкой в слитки сифонным способом находится в диапазоне 1560-1580 °С.

Разливка стали марки М в слитки проводится сифонным способом из сталеразливочного ковша через стакан с диаметром отверстия 60 мм, в уширенные к низу изложницы с накрытием головной части слитка специальными крышками. Для предотвращения возникновения осадки (рослости) слитков, полученных после разливки стали в изложницы, в центровую, в процессе разливки стали, дополнительно вводится гранулированный алюминий фракцией (крупностью) не более 20 мм, в количестве не более 50 г/т стали.

Таким образом, производство стали марки М по разработанному способу позволяет в рекомендованных пределах получить требуемое содержание углерода в готовой стали, с одновременным обеспечением требуемого содержания серы в готовой стали [2].

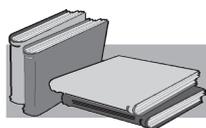
Выводы

Предложенный способ производства низкоуглеродистой (электротехнической) стали марки М, позволяющий обеспечить ее заданный химический состав, опробован и освоен в кислородно-конверторном цехе ПАО «ЕВРАЗ – ДМЗ им. Петровского».

Контролируемая продувка железоуглеродистого расплава кислородом до низкого содержания в нем углерода (с последующим науглероживанием расплава заданным расходом термоантрацита) позволяет установить оптимальную шихтовку плавки (соотношение жидкого чугуна и стального лома) с конкретно обозначенными расходными параметрами. Таким образом – упростить технологический процесс производства низкоуглеродистой стали марки М.

Благодаря интенсивной газокислородной обработке железоуглеродистого расплава повышается содержание окислов железа в шлаке. А заданный расход металлургической извести способствует наведению в конверторе высокоосновного активного шлака с основностью более 3,15 единиц для обеспечения требуемого показателя содержания серы в готовой стали марки М не более 0,03 %, даже при использовании металлургической извести, обладающей низкой реакционной способностью (с недопалом извести от 12 до 18 %).

Дополнительными положительными факторами, образующимися при контролируемой кислородной продувке, осуществляемой в процессе выплавки стали марки М являются возможность снижения количества плавов с додувками и создание благоприятных условий для работы с устойчивыми результатами (заданной температурой и содержанием углерода в металле на повалке).



ЛИТЕРАТУРА

1. Дубров Н. Ф., Кривко Е. М. Кипящая сталь. – М.: Металлургия, 1984 г. – 97 с.
2. Явойский В. И. Металлургия стали. – М.: Металлургия, 1973 г. – 435 с.

Анотація

Бергеман Г. В., Заспенко А. С., Пелих І. В., Петренко В. О.

Розробка та освоєння в сталеплавильних агрегатах ПАТ «Євраз – ДМЗ ім. Петровського» технології виплавки низьковуглецевої сталі марки М для виробництва контактної рейки вагонів метрополітену

Розроблено і освоєно в умовах сталеплавильного переділу ПАТ «Євраз – ДМЗ ім. Петровського» новий спосіб виплавки в кисневому конверторі низьковуглецевої (електротехнічної) сталі марки М, призначеної в подальшому для виробництва контактних рейок вагонів метрополітену і яка має заданий електричний опір не більше 0,125 мкОм·м (Ом·мм²/м).

Ключові слова

рейка контактна, кисневий конвертор, низьковуглецева сталь, контрольоване продування, газокиснева обробка, високоосновний шлак

Summary

Bergeman G. V., Zaspenko A. S., Pelikh I. V., Petrenko V. A.

Design and development of steelmaking in «EVRAZ – DMP nam. Petrovsky» mild steel smelting technology M for the production of contact rail subway cars

In the context of steelmaking redistribution «EVRAZ – DMP nam. Petrovsky» developed and commercialized a new method of smelting in an oxygen converter low-carbon (electrical) steel «M», intended for the production of further contact rail subway cars and having a predetermined electrical resistance of not more than 0,125 micro ohms·m (ohm · mm² / m).

Keywords

rail contact, oxygen converter, low carbon steel, controlled purging, gas-oxygen treatment, highly basic slag

Поступила 11.04.14

Телефон редакції журналів
«Металл и литье Украины» и «Процессы литья»

(044) 424-04-10

Інформація о журналах на сайті:

www.ptima.kiev.ua