

Проценко М. Ю.

к.т.н., доц.,

Воронько М. И.

асс.,

Вайленко С. В.

магистрант

ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», г. Алчевск, ЛНР

АНАЛИЗ СПОСОБОВ НАУГЛЕРОЖИВАНИЯ МЕТАЛЛА ПРИ ПЛАВКЕ В ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Рассмотрены различные способы науглероживания металла в электродуговой сталеплавильной печи и определены основные преимущества и недостатки исследованных способов ввода углеродсодержащих материалов. Выбран наиболее рациональный способ науглероживания стали в электродуговой сталеплавильной печи для условий ООО «ЗСД ЛТД», который предполагается реализовать при производстве стальной дроби.

Ключевые слова: *электродуговая сталеплавильная печь, науглероживание, инжектор углерода, углеродсодержащий материал, антрацит.*

ООО «ЗСД ЛТД» — является единственным в Луганской Народной Республике производителем и непосредственным прямым продавцом стальной литой и колотой дроби для машиностроительных предприятий России и дальнего зарубежья. Производственные мощности завода позволяют производить 30000 т стальной сферической и остроугольной термообработанной дроби в год. Стальная сферическая дробь получается путем гранулирования жидкой стали в среде защитного газа, что позволяет получать дробь с максимально сферической поверхностью и сплошностью. Но при этом обеспечивается минимальный угар легирующих элементов, и высокие эксплуатационные свойства дроби. Стальная дробь ДСТУ 3184–95 (соответствует ГОСТ 11964–81) для литой ДССТ (ДСЛУ) и колотой ДСГТ (ДСКУ), предназначена для: дробеметной и дробеструйной очистки отливок, поковок, стального проката; для поверхностного упрочнения тяжелонагруженных деталей типа валов, ресор, пружин, зубчатых колес; для насечки (дрессировки) валков прокатных станков и других технологических операций.

Стальную дробь на ООО «ЗСД ЛТД» производят из стали марки 80ГСЛ, вплавленную в основной дуговой печи 5 т (ДП5). Сталь 80ГСЛ имеет следующий химический состав: С — 0,8÷1,1 %; Si — 0,8÷1,2 %; Mn — 1,0÷1,5 %; Ni, S, P и Cr до 0,5 %.

Процесс плавки стали марки 80ГСЛ можно разделить на следующие этапы: заправка печи; загрузка основной шихты; плавление основной шихты и дефосфорация; кипение и нагрев металла; скачивание шлака; науглероживание; раскисление, удаление серы и доводка до заданного химического состава [1]. Некоторые из перечисленных этапов или операций выполняются параллельно. Длительность плавки составляет около 3,0 ч. Данная длительность плавки обусловлена отсутствием продувки ванны кислородом. Отсутствие продувки ванны технически чистым кислородом предполагает использования в качестве металлической шихты только стального лома (без чугуна), который загружают на дно печи вместе с антрацитом марки АО класс 25÷50. Антрацит в завалку дают с целью получения необходимого химического состава стали, однако контролировать точное содержание углерода в доводку достаточно сложно. В начале периода доводки содержание углерода должно быть на 0,03÷0,10 % меньше нижнего предела в готовой стали. При меньшем содержании углерода необходимо науглероживание металла. Для этого на поверхность металла после скачивания шлака присаживают углеродсодержащий материал (в данном случае антрацит) и металл перемешивают. При этом усваивается около 80 % углерода. Однако, такая операция нежелательна по трем причинам:

– удлиняется процесс плавки, и снижается эффективность использования агрегата, что приводит к удорожанию конечного продукта;

– при науглероживании поверхность металлической ванны остается открытой и металл быстро теряет тепло;

– при науглероживании с работающими дугами усиливается поглощение металлом газов.

Поэтому для условий ООО «ЗСД ЛТД» с целью повышения эффективности науглероживания металла необходимо усовершенствовать технологию выплавки стали в электродуговой сталеплавильной печи с применением новых подходов к вводу в металл углеродсодержащих материалов.

Для науглероживания металла, наибольшее распространение получили следующие варианты [2]:

– ссыпание науглероживателя под струю выпускаемого металла;

– вдувание в металл порошка науглероживателя;

– ввод порошковой проволоки.

Два последних с точки зрения усвоения имеют очевидные преимущества.

Усвоение при ссыпании науглероживателя под струю выпускаемого металла близко к 0,7 (с ростом содержания раскислителей к 0,8; составляет от 48,4 до 98,5 % в зависимости от типа науглероживателя), а при использовании кускового кокса 40–50 %.

Усвоение при вдувании порошка по данным работы [3] составило 80–100 % (величина науглероживания 0,01–0,1 %). Усвоение при вводе порошковой углеродсодержащей проволоки по данным работы [4] при выплавке низко- и среднеуглеродистых сталей в среднем составило 68–71 %, легированных 83 %.

Кроме величины усвоения углерода, не менее важным с точки зрения эффективности технологии является стабильность усвоения.

В металлургическом производстве вдувание углеродсодержащих материалов получает все большее распространение, так как позволяет использовать данные материалы, как в качестве топлива, так и для выполнения специфических функций. Согласно данным работы [2] вдувание этих материалов в сталеплавильные агрегаты различных типов преследовало следующие цели: снижение расхода чугуна; корректировка содержания углерода в жидком металле по ходу плавки в электросталеплавильных цехах; снижение окисленности металла и шлака перед выпуском плавки. Порошок графита или кокса можно вдувать в сталь в самой печи. Широкое распространение получила технология вспенивания шлака (рис. 1), основным элементом которой является инжекция с пневматическим дозированием угольного (углеродсодержащего) порошка. Данная технология используется на подавляющем большинстве электродуговых печей и позволяет защитить водоохлаждаемые панели от излучения дуг, скрыв их под слоем шлака, а также ускорить ход необходимых химических реакций.

Одним из лидеров изготовления технологического оборудования для технологий вдувания материалов является фирма MORE [5].

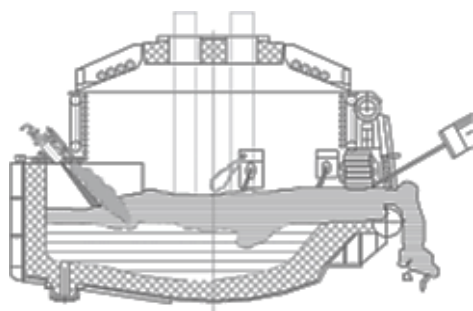


Рисунок 1 — Вспенивание шлака в электродуговой печи

Для вдувания углеродсодержащих материалов данной фирмой разработаны технология CarbonJet и пневматическая инжекционная система МОСА. Данная система встраивается в стеновые панели печи и имеет в совмещенном виде газокислородную горелку и инжектор углерода. Характеристики данной системы следующие: потребление воздуха для транспортировки материалов — менее 120 нм³/ч; плотность транспортируемой фазы (угля, углерода) — 15 кг материала на 1 нм³ газа; диапазон управления расходом углерода — от 10 до 50 кг/мин; расход транспортного газа — от 70 до 110 нм³/ч; емкость бункера — 1500/2500/3000 л. Данная технологическая система вдувания инжекция угольного порошка в металл позволит достаточно точно контролировать содержания углерода в металле, что будет способствовать повышению качества стальной дроби, при этом данная система является наиболее доступной и малозатратной для реализации на ДСП ООО «ЗСД ЛТД». Поэтому для усовершенствования технологии выплавки стали в ДСП ООО «ЗСД ЛТД» предполагается внедрение данной системы.

В настоящее время инжекционные технологии являются неотъемлемой частью различных металлургических процессов. Анализ данных технологий показывает, что наибольшее распространение они получили при плавке стали в электродуговых печах. При этом теоретическая и экспериментальная база использования инжекционных технологий постоянно пополняется новыми исследованиями, что дает возможность распространять спектр реализации данных систем в металлургии. По результатам выполненной оценке эффективности использования инжекционных технологий и реализации в условиях действующего производства ООО «ЗСД ЛТД» можно утверждать, что наиболее рациональной системой является технология вспенивание шлака в электродуговой печи.

Список литературы

1. Еднерал, Ф. П. Электрометаллургия стали и ферросплавов : учеб. пособ. для металлург. спец. вузов / Ф. П. Еднерал ; под. ред. Б. В. Линчевский, О. С. Бобкова. — 4-е изд., испр. и доп. — М. : Metallurgia, 1977. — 487 с.
2. Исследование эффективности использования различных карбонизаторов для науглероживания жидкого металла / В. П. Мороков [и др.] // Повыш. эффектив. технол. выплавки конвертер. и мартен. стали. — М., 1986. — С. 56–62.
3. Корректировка состава стали по углероду вдуванием коксовой пыли в ковш / Н. А. Смирнов [и др.] // Черная металлургия. — 1988. — № 20. — С. 40–41.
4. Освоение обработки стали в ковше проволокой с углеродным наполнителем / Г. Н. Мулько [и др.] // Труды третьего конгресса сталеплавыльщиков (Москва, 10–15 апреля 1995 г.). — М. : АО «Черметинформация», 1996. — С. 249–250.
5. Корнеев, С. В. Применение инжекционных технологий в металлургическом производстве / С. В. Корнеев // Литье и металлургия. — 2011. — № 2 (60). — С. 152–158.

© Проценко М. Ю.

© Воронько М. И.

© Вайленко С. В.

PhD in Engineering Protsenko M. Yu., PhD student Voron'ko M. I., masters student Vaylenko S. V.
(SEI HPE LPR "DonSTU", Alchevsk, LPR)

ANALYSIS OF METAL CARBON METHODS FOR SMELTING IN AN ARC STEELMAKING FURNACE

Various methods of carburizing metal in an electric arc steelmaking furnace are considered, and the main advantages and disadvantages of the presented methods of carbon-based water materials are considered. The most rational method of carburizing steel in an electric arc steelmaking furnace was selected for the conditions of LLC "ZSD LTD", which is supposed to be implemented in the production of steel shot.

Keywords: *electric arc steelmaking furnace, carburization, carbon injector, anthracite, carbon-containing material.*