

технологий будут в значительной степени зависеть от решимости, творчества и находчивости мужчин и женщин, которые справляются с этой задачей[5].

Литература.

1. Морозов А.Н. Современное производство стали в дуговых печах. М.: Metallurgia, 1983. - 184 С.
2. Григорян В. А., Белянчиков Л.Н., Стомахин А.Я. Теоретические основы электросталеплавиельных процессов. М.: Metallurgia, 1987. 272 С.
3. Новые технологии для металлургического производства // FR [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.tms.org/pubs/journals/jom/0110/manning-0110.html>
4. Рябов А.В., Чуманов И.В., Шишимиров М.В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах: Учебное пособие. - М: Теплотехник, 2007. -192 с.
5. Теория и технология электроплавки стали. Сидоренко М. Ф. Учеб, пособие для вузов. М.: Metallurgia, 1985. 270 с.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ПРИ ВЫПЛАВКЕ СТАЛИ В ДСП**

*Г.В. Хорошун студ. группы 10В41,*

*научный руководитель: М.А. Платонов старший преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Томского политехнического университета*

*652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская 26,*

*E-mail: [horoshun\\_grigori@mail.ru](mailto:horoshun_grigori@mail.ru)*

Современные дуговые сталеплавиельные печи работают преимущественно на графитированных электродах, ежегодное мировое производство которых превышает 1 млн.т. Дуговые печи сверхвысокой мощности работают на очень больших токах. Для таких печей используют специальные высококачественные графитовые электроды, обладающие низким электрически сопротивлением, более плотные и прочные, способные выдерживать высокие токовые нагрузки и значительные механические усилия, возникающие при работе трансформатора сверхмощной печи. Специальные электроды должны обеспечить допустимую плотность тока 25 А/см<sup>2</sup>. Технология производства высококачественных электродов для сверхмощных дуговых печей достаточно сложна. Высокая стоимость шихтовых материалов и большой расход электроэнергии определяют очень высокую стоимость специальных графитированных электродов для сверхмощных печей.

В хорошо работающей сверхмощной сталеплавиельной печи общий расход электродов составил 4 кг/т стали, при этом расход рабочих концов составил 50%, окисление с боковой поверхности 40% и промежуточный расход 10% общего расхода.

Для решения этой проблемы фирмой "Krupp" в 1910 г. было предложено использование металлических водоохлаждаемых электродов для дуговых сталеплавиельных печей. Однако реализация этой идеи оказалась затруднительной. Цельнометаллическая конструкция не обеспечивает защиты от коротких замыканий между металлическим электродом и скрапом, что представляет потенциальную угрозу прогара водоохлаждаемого электрода и опасность взрыва.

К началу 70-х годов было найдено рациональное решение идеи водоохлаждаемого металлического электрода. Наиболее простым и надежным из предложенных вариантов оказался составной (комбинированный) электрод, состоящий из верхнего водоохлаждаемого металлического цилиндра, к плоскому нижнему концу которого крепится расходуемый графитированный электрод.

Обычно при работе дуговой печи температура рабочего конца графитированного электрода достигает 4000 °С. При удалении от рабочего конца температура электрода снижается и у головки электрододержателя достигает 500 °С. В 100т печи участок электрода, подвергающийся окислению, может иметь длину 6 м. Если большую часть из них заменить водоохлаждаемым металлическим цилиндром, а остальную часть выполнить графитированной, то окисляться будет только графитированный участок, в результате чего расход графитированных электродов вследствие окисления боковой поверхности уменьшится. Кроме того, такое конструктивное решение имеет и ряд других преимуществ:

- резко уменьшается вероятность поломки электродов;

- появляется возможность несколько уменьшить диаметр графитированного участка благодаря охлаждающему воздействию металлической части составного электрода;
- боковую поверхность графитированного участка комбинированного электрода необязательно подвергать механической обработке, вследствие этого можно уменьшить затраты на изготовление графитированных секций;
- составной электрод имеет меньшее электрическое сопротивление, чем графитовый, благодаря этому повышается активная мощность, вводимая в печь.

Недостатком данного метода является замена графитированной секции электрода, которая требует отключения питания печи. В результате проведения данной операции требуется время, которое приводит к простоям в производстве.

К середине 80-х годов наибольшее распространение из числа предложенных конструкций комбинированных электродов получили электроды фирм "Stelco". Для снижения расхода дорогостоящих графитированных электродов, стоимость которых на заводе фирмы "Stelco" (г. Эдмонтон) составила 33 % всех затрат по переделу в электросталеплавильном производстве, разработана конструкция составного водоохлаждаемого электрода. Эту конструкцию применяют с 1980 г. на заводе в г. Эд-монтоне на двух 80 т сверхмощных дуговых печах вместо графитированных электродов диаметром 500 мм. Система составных электродов фирмы "Stelco" включает верхний водоохлаждаемый нерасходуемый и нижний активный графитированный участки. Для уменьшения массы верхний участок электрода выполняют полым, воду для охлаждения подают через осевой трубопровод и отводят через кольцевую рубашку, образующую внешнюю часть нерасходуемого цилиндра. Гладкая, точно выполненная наружная поверхность обеспечивает хороший контакт с головкой электрода держателя. Нерасходуемый участок электрода соединен с графитированным при помощи металлического водоохлаждаемого ниппеля, что значительно улучшает контакт этих частей. (рисунок 1).

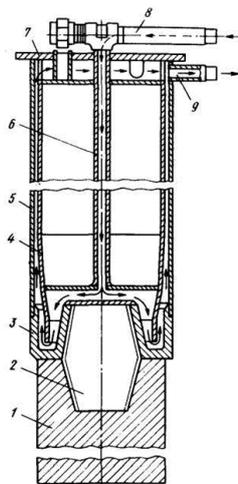


Рис. 1. Водоохлаждаемый комбинированный электрод фирмы "Stelco"

1 – графитовый электрод; 2 – графитовый ниппель; 3 – наконечник; 4 – внутренняя обечайка;  
5 – металлическая часть электрода; 6 – трубка подачи воды; 7 – фланец; 8 – подвод воды;  
9 – отвод воды

Графитированный электрод может быть выполнен меньшего диаметра (так как охлаждается через верхний участок) и не требуется обточка внешней поверхности. Для уменьшения окисления боковой поверхности графитированного участка используют недорогое легко наносимое неэлектропроводное огнеупорное покрытие. Допустимая длина остаточных концов графитированных участков не менее 50 см; обычно на практике минимальную длину этого участка можно поддерживать равной 0,7–0,8 м. Новую графитированную секцию вставляют между изношенным и водоохлаждаемым участками водоохлаждаемого электрода.

Наращивание графитированного участка электрода производится вне печи на специальном стенде для монтажа электродов (рисунок 2).

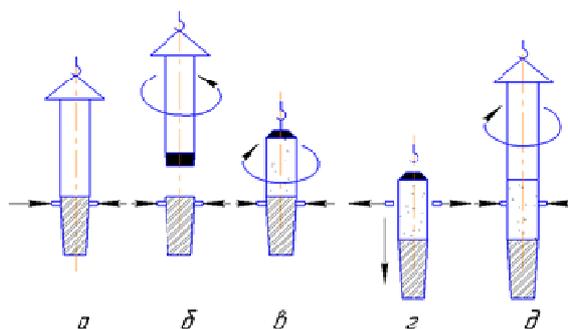


Рис. 2. Последовательность наращивания комбинированного электрода  
*а – зажим электрода; снятого с печи на стенде; б – отвинчивание водоохлаждаемой металлической части; в – навинчивание новой графитовой секции; г – зажим новой графитовой секции; д – навинчивание водоохлаждаемой металлической части*

Порядок операций следующий: помещение секции в зажим; отвинчивание стальной верхней секции; добавление новой графитированной секции; перемещение в зажиме; навинчивание стальной верхней секции; нанесение покрытия на графитированный участок.

В случае использования дуговых печей постоянного тока, находящихся все большее распространение за рубежом, может быть существенно сокращен износ торцов электродов (электрод постоянно является катодом) и уменьшено окисление электродов с боковой поверхности благодаря возможности уменьшить диаметр электрода и суммарную боковую поверхность, подвергающуюся окислению.

Литература.

1. Платонов М.А. Современные дуговые печи: учебное пособие / М.А. Платонов, И.С. Сулимова; Юргинский технологический институт. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 174с.
2. Водоохлаждаемые электроды [Электронный ресурс]: информационный портал о черной и цветной металлургии – Режим доступа: <http://odnparties.ru/3064> – 6.11.2017. – Загл. с экрана.
3. Электроды дуговых печей [Электронный ресурс]: информационный портал о черной и цветной металлургии – Режим доступа: <http://uas.su/books/2011/dsp/32/razdel32.php>. – 6.11.2017. – Загл. с экрана.

## ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ РАЗЛИВКИ ФЕРРОСПЛАВОВ

*А.И. Шкирина студ. группы 10В41,*

*научный руководитель: Е.А. Ибрагимов старший преподаватель*

*Юргинский технологический институт (филиал)*

*Томского политехнического университета*

*652050, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская 26,*

*E-mail: anastasia\_07\_05@mail.ru*

Разливка металла в современном производстве ферросплавов производится несколькими наиболее распространенными методами:

- разливка в изложницы;
- разливка на разливочных машинах;
- полигонная разливка.

Разливка ферросплавов в изложницы – один из наиболее ранних способов разливки, однако до сих пор применяется для разливки кремнистых и хромистых ферросплавов. Существует две разновидности разливки в изложницы:

1. Разливка в водоохлаждаемые чугунные изложницы (поддоны). Применяется для разливки кремнистых (ферросилиций, кремний кристаллический) и хромистых (низкоуглеродистый феррохром) сплавов.

Изложницы должны быть установлены горизонтально для обеспечения их равномерного заполнения. Для сокращения потерь металла изложницы устанавливаются вплотную друг к другу. Углы изложниц, а также разрушенные места бортов подсыпают порошком выплавляемого сплава. Для