

UDC 662.749.33

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Матангин К.М., Пчелкин В.Н.

[*kmatangin@mail.ru*](mailto:kmatangin@mail.ru)

Аннотация: В статье рассмотрены проблемы при проектировании и эксплуатации комплексов дуговых сталеплавильных печей, а также какие системные подходы должны быть при моделирование таких печей.

Ключевые слова: Дуговая сталеплавильная печь, Моделирование, ДСП.

Дуговая сталеплавильная печь — это электрическая плавильная печь, в которой используется тепловой эффект электрической дуги для плавки металлов и других материалов. Плавка в ДСП, после осмотра печи и ремонта пострадавших участков футеровки (заправка), начинается с завалки шихты. В современные печи шихту загружают сверху при помощи загрузочной бадьи (корзины). Для предохранения подины от ударов крупными кусками шихты на дно бадьи загружают мелкий лом. Для раннего шлакообразования в завалку вводят известь 2-3 % от массы металлической шихты. После окончания завалки в печь опускают электроды, включают высоковольтный выключатель и начинают период плавления. На данном этапе возможна поломка электродов (при плохой проводимости между электродом и шихтой исчезает электрическая дуга и электрод упирается в непроводящий кусок шихты). Регулирование отдаваемой мощности осуществляется изменением положения электродов (длины

электрической дуги) либо напряжения на электродах. После периода расплавления в печи образуется слой металла и шлака. Шлак скачивают через шлаковую летку (рабочее окно), постоянно присаживая шлакообразующие, в течение всего периода плавания, с целью удаления фосфора из расплава. Шлак вспенивают углеродсодержащими материалами для закрытия дуг, для лучшей его скачиваемости и уменьшения угара металла.

Выпуск готовой стали и шлака в стальковш осуществляется через сталевыпускное отверстие и жёлоб путём наклона рабочего пространства (или, если печь оборудована вместо жёлоба донным выпуском, то через него). Рабочее окно, закрываемое заслонкой, предназначено для контроля за ходом плавки (замер температуры металла и отбор пробы химического состава металла). Также рабочее окно может использоваться для подачи шлакообразующих и легирующих материалов (на малых печах). На современных сверхмощных печах подача шлакообразующих во время плавки осуществляется через специальное отверстие в своде конвейерной подачей. Углеродистые материалы для вспенивания шлака подаются в печь либо порционно через свод, либо вводятся инъекционными горелками струёй сжатого воздуха. Перед выпуском и во время выпуска в стальковш добавляются легирующие и раскислители, а при отсекании печного шлака ещё и шлакообразующие материалы.

Дуговые сталеплавильные печи (ДСП) являются неотъемлемым элементом технологической цепи металлургического, машиностроительного производств. Установленная мощность печных трансформаторов изменяется от единицы до сотен мегаватт. В системе электроснабжения предприятия ДСП является специфическим нелинейным приёмником с несимметричным и резкопеременным характером изменения нагрузки. При проектировании и эксплуатации таких комплексов наиболее актуальными являются две проблемы:

- обеспечение условий максимального и наиболее эффективного

использования электрической энергии во всех технологических режимах ДСП;

- обеспечение требований электромагнитной совместимости ДСП с питающей системой электроснабжения.

С учётом поставленных задач наиболее продуктивным и доступным инструментом исследования является метод имитационного моделирования, который позволяет адекватно отразить сложные электротехнологические процессы и существенно расширить диапазоны исследований изучаемого объекта, включая и аварийные режимы.

При моделировании дуговой сталеплавильной печи должен быть использован системный подход, учитывающий все особенности ДСП и предполагающий, во-первых, изучение объекта как единого целого по отношению к внешней энергосистеме, а во-вторых, представление ДСП как сложного электротехнического комплекса, состоящего из отдельных локальных подсистем (элементов) с перекрёстными связями. В дальнейшем в качестве основных элементов выделены следующие:

- система внешнего электроснабжения с печным трансформатором и реактором;

- система управления электрическим режимом с гидроприводом перемещения электродов;

- система стабилизации и симметрирования напряжения, реализованная в виде статического тиристорного компенсатора (СТК) в составе фильтров и тиристорно-реакторной группы (ТРГ) с системой управления.

При моделировании ДСП наибольшие трудности вызывает представление собственно самой электрической дуги, поскольку модель должна, с одной стороны, достаточно точно и адекватно отражать реальные физические процессы, а с другой - быть легко реализуемой и гибкой при проведении исследований.

При проектировании и эксплуатации комплексов ДСП, наиболее актуальными являются две проблемы. При моделировании дуговой сталеплавильной печи должен быть использован системный подход, учитывающий все особенности.

Список литературы

1. Электрические промышленные печи. Дуговые печи и установки специального нагрева / Свенчанский АД., Жердев И.Т., Кручинин А.М., Миронов Ю.М. и др.; под ред. Свенчанского А.Д.. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоиздат, 1981. 296 с.

2. Миронов Ю.М. Закономерности электрических режимов дуговых сталеплавильных электропечей // Электричество. 2006. №6. С. 56-62.

3. Моделирование электротехнических комплексов металлургических предприятий: учеб. пособие / Корнилов Г.П., Николаев А.А., Храмшин Т.Р., Мурзинов А.А. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. унта им. Г.И. Носова, 2012. 235 с.

4. Тельный С.И. К теории трёхфазной дуговой печи с непроводящей подиной // Электричество. 1954. №12. С. 38-42.

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы при проектировании и эксплуатации комплексов дуговых сталеплавильных печей, а также системные подходы, которые могут быть использованы при моделировании таких печей.

Ключевые слова: дуговая сталеплавильная печь, моделирование, ДСП, стальковш, выпуск стали и шлака.

Сведения об авторах:

Матангин Константин Михайлович – ст.гр. КМДм-22, ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»

Пчелкин Владимир Николаевич – доцент кафедры «Компьютерное моделирование и дизайн», ФГБОУ ВО «Донецкий национальный технический университет»