

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Михадарова Дениса Георгиевича
«Исследование особенностей характеристик
электротехнологических дуг в дуговых печах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.09.10 - «Электротехнология»

Актуальность темы диссертации

Диссертация Михадарова Д.Г. посвящена вопросам исследования особенностей характеристик электрических дуг, горящих в рабочем пространстве дуговых печей. Дуговые печи широко применяются на предприятиях металлургических и машиностроительных производств. Характеристики электрических дуг, являющихся основным источником тепла в дуговых печах, определяют их основные энергетические и технологические показатели. В связи с этим тема диссертации Д. Г. Михадарова является актуальной и имеет большое значение для оптимизации работы дуговых печей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 основных глав, заключения, библиографического списка из 89 наименований, 8 приложений, содержит 123 страницы, 64 рисунка, 15 таблиц. Основные результаты работы и рекомендации достаточно полно отражены в опубликованных работах автора. Содержание автореферата соответствует тексту диссертации.

Первая глава традиционно посвящена изложению современного состояния исследуемых вопросов. Обозначены достижения в изучении элек-

трических и геометрических характеристик электротехнологических дуг, применительно к дуговым печам.

Во второй главе проведены теоретические исследования электродинамических явлений в дуговых печах. Достаточно подробно рассмотрены и математически описаны эффекты «электромагнитного дутья», «сжатия столба дуги» и «мениска». Автор проводит исследования в дуговых печах постоянного тока и переменного трехфазного синусоидального тока. Электродинамические явления рассматривались ранее и другими авторами, однако, Михадаров Д.Г. предложил математическое описание отклонения столба дуги от вертикального положения и профиля поверхности жидкой металлической ванны при заглублении в нее столба дуги. Интересны также результаты исследований электродинамических явлений в дуговой печи постоянного тока с «расщепленным» сводовым электродом. Автор указал на возможность использования расщепления одного сводового электрода для снижения несимметрии теплового поля печи и дополнительного теплового воздействия дуги на жидкий металл.

В третьей главе диссертации представлены результаты выполненных автором экспериментальных исследований электрических характеристик дуг постоянного и переменного токов, горящих в дуговых печах. Новым является расширение сведений о статических вольт-амперных характеристиках дуги постоянного тока печей литейного класса, работающих с открытой поверхностью металла и с наведенным шлаком.

В четвертой главе приводятся результаты проведения оптимизации работы дуговых сталеплавильных печей переменного тока вместимостью 6 тонн и дуговой печи постоянного тока вместимостью 300 кг для переплавки алюминия. Новым является комплексное использование исследованных автором рабочих и регулировочных характеристик печей совместно с экономическими показателями их работы эффективных режимов, дифференцированно для различных периодов плавки. Результаты работы, подтвержденные приведенными в

диссертации актами внедрения, позволили снизить расход электроэнергии и себестоимость выплавляемого металла, повысить производительность печей.

Вышеизложенное позволяет утверждать, что основные положения, выводы и рекомендации в достаточной мере обоснованы.

Научная новизна исследований определяется тем, что автор:

получил количественные характеристики отклонения столба и профиль заглибления дуги в жидкий металл под воздействием электродинамических усилий в трехэлектродных печах переменного тока, а также в дуговых печах постоянного тока с центральным сводовым электродом и с расщепленным сводовым электродом;

получил экспериментальные данные, уточняющие статические вольт-амперные характеристики и регулировочные характеристики дуги при работе печи с открытой поверхностью металла и с металлической ванной, укрытой шлаком.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций определяется использованием проверенных методов теоретических исследований, стыковкой результатов, полученных математическим моделированием, с результатами экспериментов, выполненных автором и с данными других исследователей.

Практическая значимость работы заключается в следующем:

во внедрении результатов диссертационной работы на предприятиях, давшим экономический эффект;

в использовании результатов выполненных исследований в учебном процессе при подготовке бакалавров и магистров, о чем свидетельствуют приведенные «Акты об использовании результатов исследований».

Можно рекомендовать использование полученных в диссертации результатов в научно-исследовательских и проектных организациях, работающих в области разработки и эксплуатации дуговых печей на металлургических и машиностроительных предприятиях.

Замечания по диссертации:

1. Классификация дуговых печей по уровню вводимой мощности (рис. 1.2) не соответствует реальным параметрам печей. Например, печь вместимостью 400 тонн мощностью 80 МВА предлагается причислить к сверхмощным, при том, что такую печь не следует отнести к числу мощных печей.

2. При анализе эффекта «электромагнитного дутья» (рис. 1.14, рис. 2.2 и соответствующие формулы) не учитывается магнитное поле горизонтального участка токоподвода, расположенного на электрододержателе, и вертикальные участки гибких кабелей, влияние которых весьма существенно.

3. На стр. 32 и стр. 42 сказано, что «возникает сила, производная от силы сжатия дуги, которая препятствует ее отклонению и действует в направлении оси электрода». Не указано: по какой переменной берется производная. Нет объяснения физической природы указанной силы. Не понятно также: как вертикально направленная сила может уравновесить горизонтальную силу, отклоняющую столб дуги от оси электрода. В то же время, показанное на рис. 2.3 горизонтальное направление силы $F_{откл}$, отклоняющей дугу, следует указать по нормали к оси столба дуги. Соответствующие уточнения требуется внести в математические выражения, описывающие эффект «электромагнитного дутья».

4. Учитывая скорость струи плазмы $10^3 - 10^4$ м/с при токах 10 – 100 кА (стр. 34), нельзя согласиться с утверждением автора на стр. 42, что сила $F_{ад}$, вызванная аэродинамическим потоком образующихся в дуге паров и газов, ничтожно мала по сравнению с другими составляющими силы давления дуги постоянного тока на поверхность металлической ванны.

5. Стиль некоторых формулировок не бесспорен, например: «вычисление интеграла проводилось средствами компьютерной математики» (стр. 43) или «представлены результаты экспериментальных исследований и их объяснение» (стр. 99).

6. Утверждение на стр. 64 - 65: «чрезмерная глубина мениска при больших значениях тока вызывает локальный перегрев металла под дугой в области подового электрода и, как следствие, возможный прожиг подины» –

не обосновано. Во-первых, глубина мениска много меньше глубины ванны металла. Во-вторых, в зоне мениска магнитогидродинамические силы вызывают движение металла с высокой скоростью, что предохраняет металл от сильного перегрева. В-третьих, в зоне подовых электродов металл с высокой скоростью движется вверх, а подовые электроды обычно смещены относительно оси сводового электрода. Так что, опасаться прожигания подины из-за образования мениска на поверхности жидкой металлической ванны не следует.

7. Приведенные в главе 3 данные по градиенту напряжения в столбе дуги не получили обобщенного представления, но носят частный характер, в связи с чем их затруднительно распространить на другие печи. Не учтены результаты предыдущей главы, в соответствии с которыми на длину дуги влияют электромагнитные воздействия, вызывающие отклонение столба дуги от оси электрода и заглубливание из-за образования мениска.

8. В изложении экспериментальных данных по исследованию регулировочных характеристик печи постоянного тока нет данных по изменению ступени напряжения трансформатора, угла управления тиристором, режиму регулятора тока выпрямителя, не приведены значения коэффициента искажения напряжения на электроде. Это затрудняет трактовку полученных экспериментальных данных, а сама по себе связь коэффициента излучательной способности дуги и коэффициента интенсивности нагрева металла с величиной межэлектродного промежутка известна.

9. В выводах слабо раскрыта научная новизна полученных результатов исследований.

Замечания не отрицают научной и практической ценности диссертационной работы.

Работа «Исследование особенностей характеристик электротехнологических дуг в дуговых печах» представляет собой законченную научно-

исследовательскую работу, позволившую решить актуальную и важную научно-техническую проблему повышения эффективности дуговых печей, отвечает всем требованиям предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям по специальности 05.09.10 – «Электротехнология», а её автор Михадаров Денис Георгиевич достоин присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

Генеральный директор
ООО «Научно-производственная фирма
«КОМТЕРМ», доктор технических наук

Сергей Маркович Нехамин

16.02.2016г.

Подпись Нехамин С.М. удостоверяю:

Директор по персоналу, договорным отношениям
и правовым вопросам ООО «НПО КОМТЕРМ»

Е.А.Егурнова

Общество с ограниченной ответственностью
«Научно-производственная фирма «КОМТЕРМ»

Адрес: 105275, г. Москва, ул. 5-я Соколиной Горы, 18 корп. 1

Тел./Факс: (495) 366-32-34; тел.: (499) 748-95-65

Сайт: www.comterm.ru

e-mail: comterm@comterm.ru