

МЕТАЛЛ MetalRussia

апрель 2011

Производство
титанового порошка
с низкими затратами

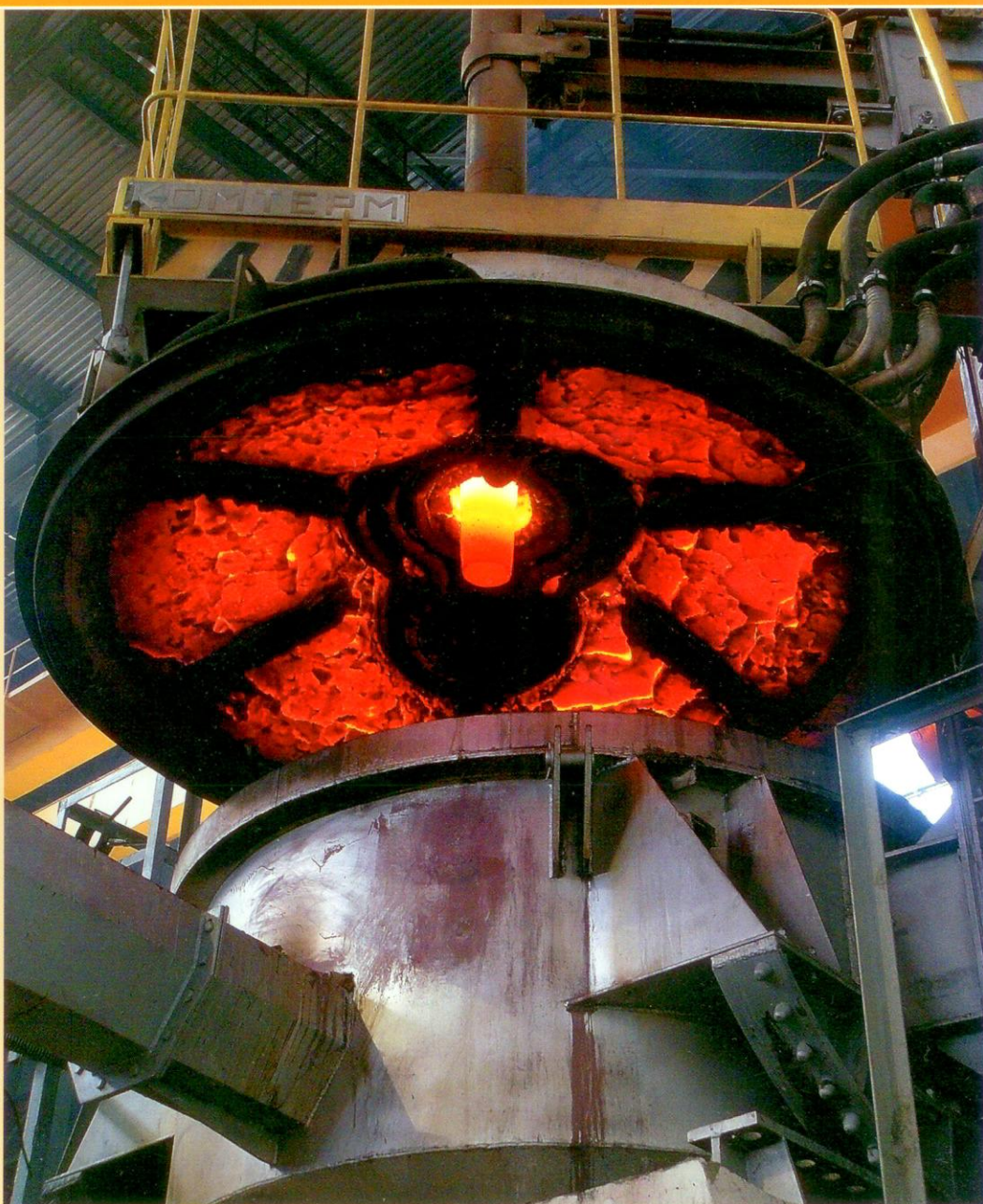
Форсуночные
клапаны SVC
для удаления окалины



Олег Дерипаска:

*«Месторождения
Красноярского края
не рассматриваются
нами как источник сырья
для производства
алюминия»*

Новая технология
изготовления
огнеупорных труб



Многофункциональные дуговые печи малой ёмкости

Многофункциональные дуговые печи малой ёмкости для литейных производств и исследовательских центров



РИС. 1. Общий вид печи ДП-2 с комбинированным сводом

В настоящее время, из-за сложившейся в отрасли мелкосерийного литейного производства ситуации наличия у одного производителя широкой номенклатуры заказов, большое значение приобретает оснащение заводов многофункциональными плавильными агрегатами, имеющими широкие возможности по реализации различных технологических процессов и большую гибкость при переходе с одного технологического процесса на другой. В то же время научно-исследовательские и учебные институты и центры ощущают острый недостаток в экспериментальных и опытно-промышленных установках для проведения научных работ в разных отраслях черной и цветной металлургии.

Данным тенденциям в научной и производственной сфере в полной мере соответствует разработанный фирмой «Научно-производственной фирмой «КОМТЕРМ» ряд многофункциональных дуговых печей емкостью от 0,1 до 6 тонн.

Производственно-инжиниринговая компания ООО «НПФ КОМТЕРМ» создана на базе отдела дуговых печей Всесоюзного Научно-исследовательского института электротермического оборудования и ведет свою историю с 1992 года. Основным направлением деятельности компании является разработка и поставка дуговых электропечей и печей спецметаллургии. В составе ООО «НПФ КОМТЕРМ» работают заслуженные сотрудники, доктора и кандидаты наук, авторы многочисленных патентов и публикаций в сфере электротермического оборудования, а также молодые студенты, выпускники и аспиранты ведущих технических ВУЗов России — НИУ «Московский Энергетический институт», НИТУ «Московский институт стали и сплавов», МГТУ им. Н.Э. Баумана и др. Фирма во главу угла ставит инновационный путь развития, и именно поэтому в процессе работы над проектами используются самые современные инструменты в виде лицензионных программных продуктов SolidWorks (пакет твердотельного моделирования и выпуска конструкторской документации), Eplan (пакет разработки документации на электрическую часть проекта), Primavera (пакет управления проектом и жизненным циклом изделий). Применение данных программных средств позволяет уже на этапе разработки проекта отследить основные взаимосвязи и исправить большинство ошибок, что в итоге приводит к повышению качества конечного продукта, а также к уменьшению конечных сроков разработки.

Предлагаемый размерный ряд печей 0,1–6 т был разработан специально

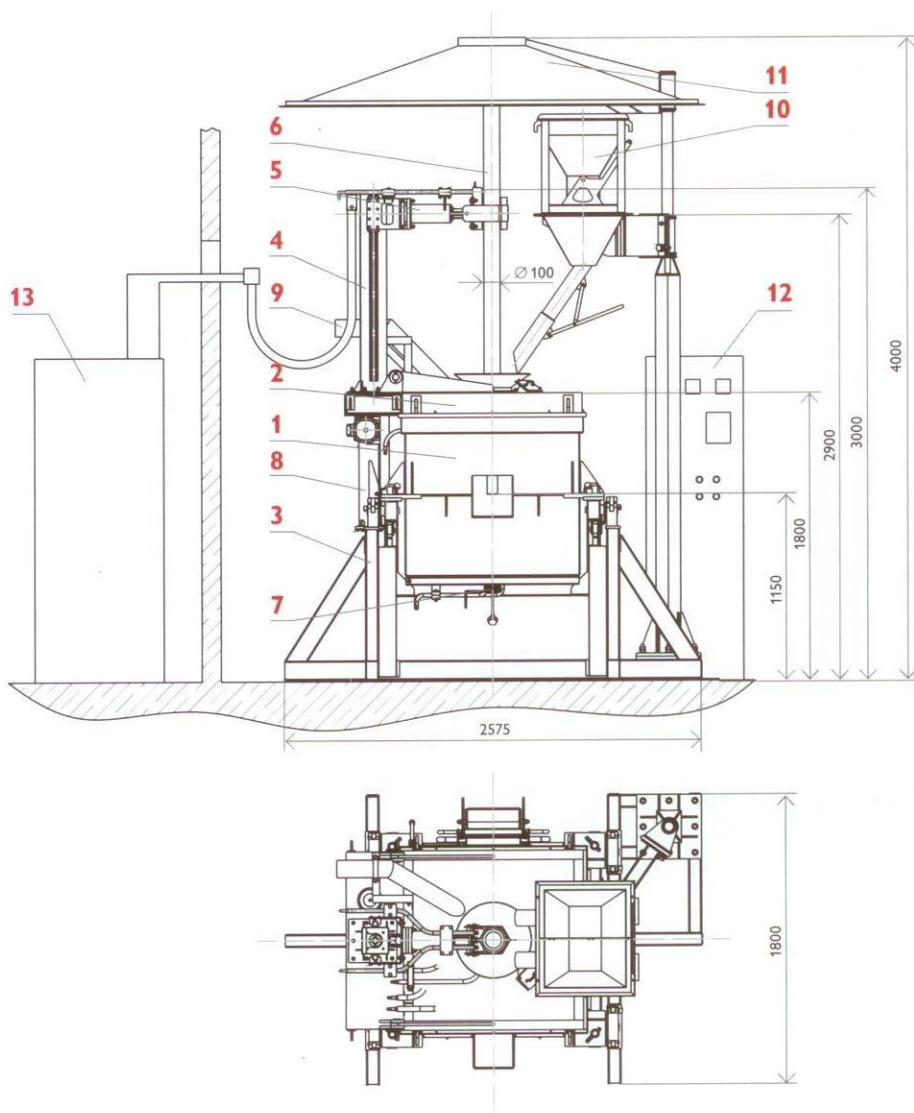


РИС. 2. Общий вид печи ДП-0,1

1 — Ванна печи, 2 — свод печи, 3 — механизм наклона печи, 4 — механизм перемещения электрода, 5 — электрододержатель, 6 — электрод сводовый, 7 — электрод подовый, 8 — механизм подъема и отворота свода, 9 — патрубок газоотсоса, 10 — механизм загрузки, 11 — зонт, 12 — шкаф управления, 13 — источник питания

ТАБЛИЦА 1

Характеристики печей постоянного и переменного тока

тип печи	ДП-0,1 ÷ 0,25	ДП-0,5	ДП-1,5	ДП-3 (ДП-2)	ДП-6
Мощность источника питания, кВА	400	630	1600	2500	4000
Тип преобразователя для печи постоянного тока (печь переменного тока комплектуется специализированным трансформатором)	Транзисторный	Транзисторный	Транзисторный	Транзисторный	Транзисторный
Напряжение питающей сети, кВ	0,38; 6; 10	0,38; 6; 10	0,38; 6; 10	0,38; 6; 10	0,38; 6; 10
ПАРАМЕТРЫ ПЕЧЕЙ ПРИ ПЛАВКЕ СТАЛИ И ЧУГУНА					
Номинальная ёмкость печей, т	0,1 ÷ 0,25	0,5	1,5	3,0 (2,0)	6,0
Удельный расход электроэнергии на расплавление, кВт·ч/т	605 ÷ 661	560	540	530	500
Время расплавления, мин.	20 ÷ 40	32	36	46	50
ПАРАМЕТРЫ ПЕЧЕЙ ПРИ ПЛАВКЕ АЛЮМИНИЯ					
Номинальная ёмкость печей, т	30 ÷ 70	0,5	1,0	2,0	5,0
Удельный расход электроэнергии на расплавление, кВт·ч/т	475 ÷ 455	450	400	410	420
Время расплавления, мин.	9 ÷ 12	16,5	19	27	36

для нужд исследовательских центров и мелкосерийных литейных производств. Особенностью малых печей является модульность компоновки и технологическая универсальность, которая отражается в многообразии выплаваемых продуктов. В дуговых печах постоянного тока конструкции ООО «НПФ КОМТЕРМ» могут проводиться следующие технологические процессы:

- Плавка стали.
- Выплавка чугуна, в том числе синтетического высокопрочного.
- Плавка алюминия и алюминиевых сплавов.
- Переплав медных отходов.
- Плавка медных сплавов.
- Выплавка ферротитана с использованием титановых отходов.
- Безотходная переработка шлаков, содержащих алюминий, никель, медь и другие металлы.
- Выплавка низкоуглеродистого феррохрома.
- Выплавка силикокальция.
- Выплавка малоуглеродистого ферромарганца и металлического марганца.
- Выплавка феррованадия.

По сравнению с индукционными печами дуговые печи обладают следующими технологическими и эксплуатационными преимуществами:

- В дуговых печах возможно использование горячего активного шлака для десульфурации, дефосфорации и других металлургических процессов, а в индукционных печах шлак всегда холоднее металла, т.к., исходя из физического принципа действия, в индукционных печах мощность выделяется только в расплаве металлов.
- В дуговых печах менее жесткие требования по используемой шихте, ее влажности, фракционному и химическому составу, индукционные

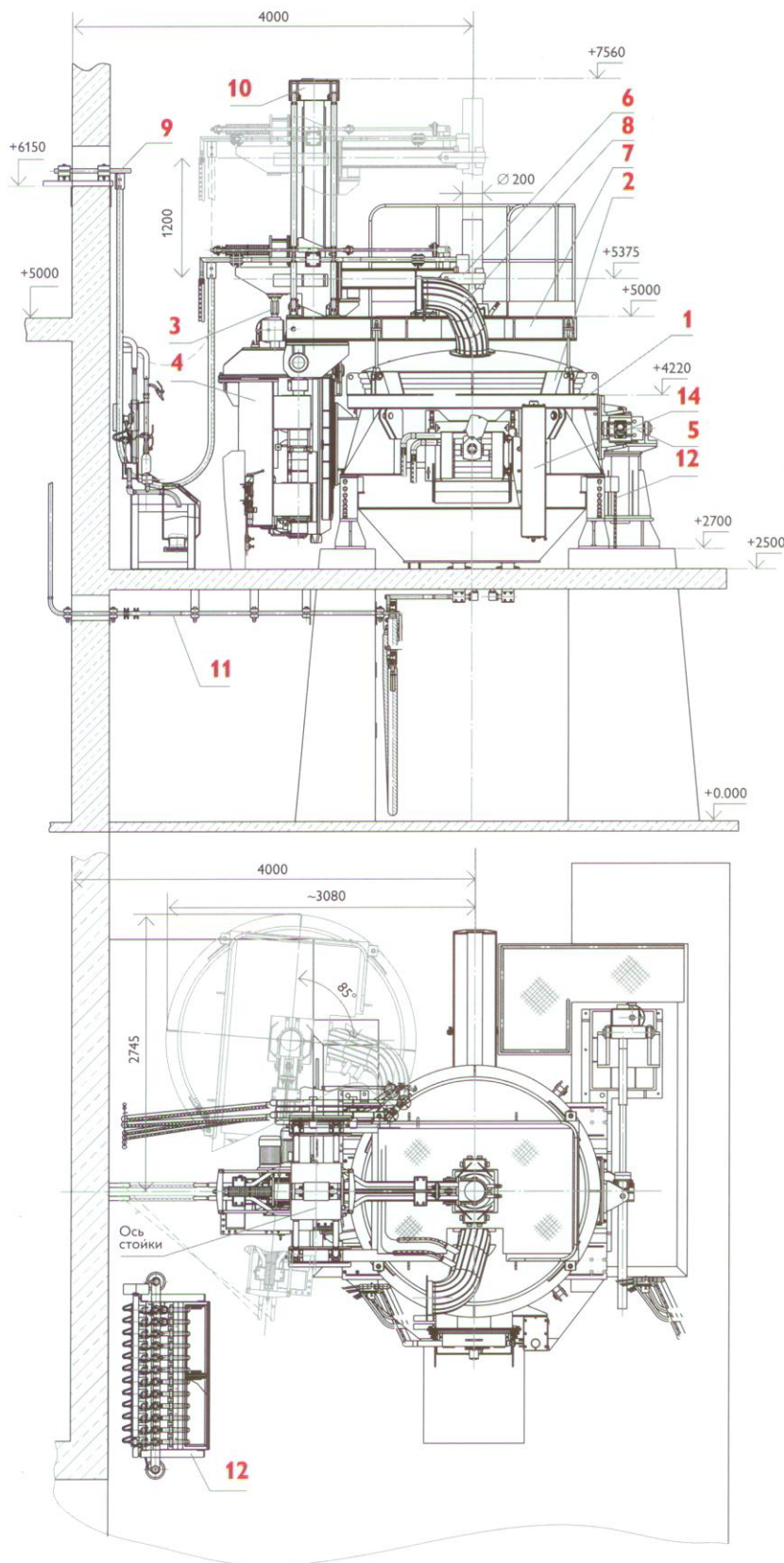


РИС. 3. Общий вид дуговой печи ДП-2 (ДП-3)

1 — кожух, 2 — свод, 3 — механизм перемещения электрода, 4 — механизм подъема и поворота свода, 5 — механизм наклона, 6 — электрододержатель, 7 — портал, 8 — установка газоотсоса, 9 — шинопровод, 10 — установка стойки, 11 — установка подовых электродов, 12 — система водоохлаждения, 13 — узел разводки электропроводов по печи, 14 — окно рабочее

печи требуют специального подбора и укладки шихты.

- У дуговых печей выше тепловой и электрический коэффициент полезного действия (около 90%), коэффициент мощности, ниже удельный расход электроэнергии.
- У дуговых печей более высокая стойкость футеровки, срок службы подины, водоохлаждаемого свода и стеновых панелей — 2000 плавок и более.

К основным недостаткам дуговых печей можно отнести более высокую стоимость, чем индукционных, при одинаковой номинальной емкости.

Источник электропитания печи может быть выполнен как на постоянном, так и на переменном токе. Основные характеристики печей представлены в табл. 1.

Используя собственные запатентованные инновационные решения, при разработке и производстве малых печей было достигнуто снижение стоимости печи постоянного тока до уровня стоимости печи переменного тока за счет замены общепринятого тиристорного источника питания на транзисторный. С учетом большого числа технологических и экономических преимуществ печей постоянного тока, таких как сокращение расходов на электроэнергию за счет более полного использования установленной мощности электрооборудования (до 15%), снижение потребления реактивной мощности за счет работы с $\cos\varphi=0,95$, сокращение расхода электродов до 1,5 кг/тонну жидкой стали (в литейных печах переменного тока утар электродов составляет 6–7 кг/тонну жидкой стали), существенное снижение затрат на легирующие компоненты на 15–20%, на шихту, раскислители и модификаторы на 2–5% за счет меньшего утара, снижения пылегазовыбросов из печи и уровня шума [1–5], печи постоянного тока с транзисторным источником питания обретают большую привлекательность в глазах потенциального покупателя из-за более короткого срока окупаемости. Кроме того, транзисторные источники питаются не от традиционных относительно дорогих печных трансформаторов, а от обычных сетевых и значительно более дешёвых трансформаторов, благодаря чему существенно снижается стоимость печей, и сокращаются сроки их изготовления. Стоит отметить, что при установке печи с транзисторным источником питания дополнительно экономится до 10% капитальных затрат на электрооборудование высоковольтных подстанций, так как для печей данного типа отсутству-

ет необходимость установки фильтро-компенсирующих устройств. Кроме того, в дуговой печи постоянного тока с несколькими подовыми электродами имеется возможность организовать регулируемое интенсивное электромагнитное перемешивание расплава, что важно для быстрого растворения присадок в расплав и ускорения реакций на границе металл-шлак.

При достигнутом ООО «НПФ КОМТЕРМ» равенстве цен на электродуговые печи постоянного и переменного тока именно печь постоянного тока становится наиболее рациональным приобретением.

Конструктивно дуговая печь постоянного тока близка к печи переменного тока. Основное конструктивное отличие — наличие одного сводового и одного или нескольких подовых электродов. Футеровка печи выполняется из материалов, аналогичных применяемым на переменном токе, единственное принципиальное отличие — необходимость более строгого контроля качества выполнения футеровки подины и работ по её текущему обслуживанию, особенно в районе подовых электродов.

Для всей линейки печей ООО «НПФ КОМТЕРМ» разработан ряд комбинированных сводов, сочетающих в себе такие преимущества водоохлаждаемого свода, как увеличенная стойкость и простота футеровки (свод заливается огнеупорным бетоном на шаблоне) с преимуществами футерованного «теплого» свода: меньшими тепловыми потерями, чем у чисто водоохлаждаемого свода, активным отражением тепла, дающим дополнительный прогрев металлической ванны и шлака. Работа водоохлаждаемого свода на печи ДП-2 показана на рис.1. На приведенном рисунке видно, что в своде сочетаются прогретые и водоохлаждаемые зоны, такое распределение температурных зон и обуславливает все перечисленные выше преимущества.

Отметим основные особенности ряда печей, предлагаемого ООО «НПФ КОМТЕРМ».

Дуговая печь ДП-0,1 является самой младшей в линейке печей и имеет номинальную емкость по стали 100-250 кг в зависимости от исполнения. Общий вид печи представлен на рис.2. Печь задумана как гибкий, многофункциональный агрегат для решения широкого спектра практических, научно-исследовательских и учебных задач. К основным конструктивным особенностям данной печи можно отнести следующие: печь оснащена сменными кожухами (ваннами), позволяющими проводить в одной печи различные процессы, требующие раз-



РИС. 4. Общий вид печи ДПА-1,5

личных футеровок, при этом переход с одной футеровки на другую осуществляется простой заменой ванны печи; печь может выполняться как для плавильных, так и для руднотермических процессов; в зависимости от технологического процесса на печи возможно использование электродов диаметром от 75 до 150 мм, смена электрода производится без переналадки печи, механизм зажима электрода снабжен системой центровки электрода относительно оси печи; печь оснащается системой бункерной подачи сыпучих материалов. Модульность конструкции печи позволяет гибко настраивать ее на решение различных конкретных задач. Печь ДП-0,1 была поставлена в ФГУП «ЦНИИЧермет им. И.П. Бардина», где используется в качестве опытно-промышленной для отработки технологий по получению ферросплавов и переработке техногенного сырья.

Дуговая печь ДП-2 (ДП-3) предназначена для получения малотоннажных отливок, одним из применений такой печи может быть работа совместно с небольшой литейной линией. Особенностью такой печи является использование двух подовых электродов, позволяющих организовать интенсивное перемешивание расплава. Печь оснащается комбинированным или футерованным сводом по выбору заказчика, все механизмы выполняются электромеханическими на основе современных решений в области электропривода. Печь ДП-2 (ДПС-2) поставлена литейной компанией ООО «ВКМ-Сталь» (г. Саранск), где используется для отработки технологии плавки стали и сертификации литья заготовок железнодорожного назначения. Общий вид печи представлен на рис. 3.

Печь ДП-3 (ДПА-1,5) была поставлена ОАО «Волгоятсквторцветмет» (Нижний

Новгород), где сначала использовалась для переплавки алюминиевых отходов, а затем была усовершенствована для получения высокочистого ферротитана марки ФТи35С5 ГОСТ 4761-91 из рутилового концентрата методом алюмотермии. Общий вид печи представлен на рис. 4.

На весь ряд печей ООО «НПФ КОМТЕРМ» получено разрешение на применение Ростехнадзора.

Таким образом, дуговые печи малой емкости разработки ООО «НПФ КОМТЕРМ» являются многофункциональными агрегатами для эффективного решения широкого круга задач, оснащенными самыми современными источниками питания и системами автоматизированного управления.

к.т.н. Елизаров К.А., к.т.н. Нехамин И.С.,
ООО «НПФ КОМТЕРМ», Г. МОСКВА

Литература

1. Электродуговые печи постоянного тока. Попов А.Н., Крутянский М.М., Долгов В.В., Филиппов А.К. // Электротехнология. -1998. -№2. -С.11-15.
2. Линчевский Б.В., Зайцев В.М., Маслов Д.Г. Сравнение показателей работы дуговой печи переменного и постоянного тока в ОАО «Тяжпрессмаш» // Электротехнология.-2008.-№8.-С.20-22.
3. Филиппов А.К., Крутянский М.М., Фарнасов Г.А. Использование электропечей постоянного тока в металлургии // Сталь.-2002.-№1.-С.33-41.
4. Нехамин С.М., Крутянский М.М., Стомахин А.Я., Тимошенко С.Н., Черняк А.И. Пути улучшения показателей выплавки стали в малотоннажных дуговых печах // Электротехнология.-2007.-№7.-С.2-7.
5. Елизаров К.А., Крутянский М.М., Нехамин С.М., Черняк А.И. Сравнительные показатели дуговых сталеплавильных печей постоянного и переменного тока для литейных производств // Электротехнология.-2011.-№1.-С.9-15.