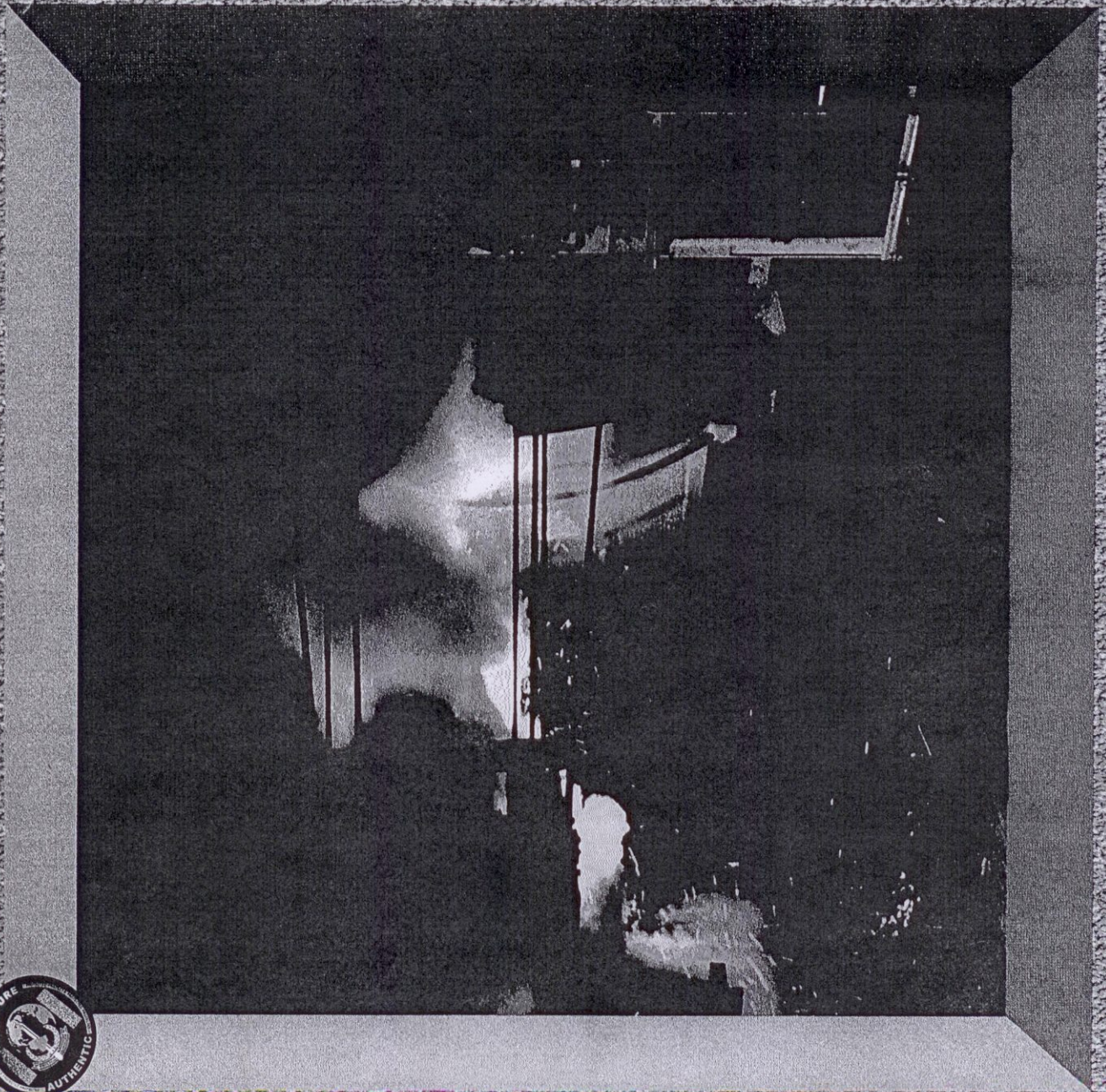


ISSN 1684-5781

ЭлектроМеталлургия

Ежемесячный
научно-технический,
производственный
и учебно-методический
журнал

1/2011



ЭлектроМеталлургия

Ежемесячный научно-технический, производственный и учебно-методический журнал

Издается с мая 1998 г.

Рекомендован ВАК для публикации результатов диссертаций
на соискание ученой степени кандидата и доктора технических наук

1/2011

Журнал переводит на английский язык и выпускает издательство «Pleiades Publishing Ltd.» в виде приложений к журналу «Russain Metallurgy (Metally)», распространение которого осуществляет издательство «Springer»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Белитченко А.К., Воробьев Н.И., Гонтарук Е.И.,
Дейнеко А.Д., Дуб А.В., Карабасов Ю.С.,
Карноухов В.Н., Островский Я.И., Павлов В.В.,
Снитко Ю.П., Тимофеев В.Н.,
Угаров А.А., Усачев А.Б., Шаманов Г.А.,
Шахпазов Е.Х., Шевцов А.З.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор журнала
д-р техн. наук **Уточкин Ю.И.**

Заместитель главного редактора
д-р техн. наук Семин А.Е.

Члены редакционной коллегии

Бигеев В.А., Богданов С.В., Григорович К.В.,
Григорян В.А., Дуб В.С., Дурьнин В.А.,
Егоров А.В., Жарницкий М.Д., Жучков В.И.,
Зинуров И.Ю., Ковалевский М.А.,
Кувалдин А.Б., Кудря А.В., Либерман А.Л.,
Лопухов Г.А., Макаров А.Н., Некрасов В.М.,
Парецкий В.М., Роцин В.Е., Смирнов Н.А. (отв.
секретарь), Соيفер В.М., Чердниченко В.С.,
Шевелев Л.Н.

Зарубежные члены редколлегии

Гасик М.И. (Украина),
Гелер К. (Германия),
Добровски Л. (Чехия),
Медовар Л.Б. (Украина),
Островский О.И. (Австралия),
Пройдак Ю.С. (Украина),
Савицки А. (Польша),
Смирнов А.Н. (Украина),
Фу Дзе (Китай)

При использовании материалов журнала
в любой форме ссылка на журнал обяза-
тельна.

За достоверность информации
и рекламы ответственность
несут авторы и рекламодатели.

Адрес редакции:

107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон/факс: (499) 269-52-97

E-mail: sokol@nait.ru

http://www.nait.ru

© ООО «Наука и технологии», 2011

СОДЕРЖАНИЕ

К 100-летию российской электрометаллургии

Тематическая подборка

Производство ферросплавов

*Заякин О.В., Жучков В.И., Избембетов Д.Д., Привалов О.Е.,
Косланов М.М.* Твердофазное карботермическое восстановление
компонентов хроморудного сырья 2

Воронов Ю.И., Карноухов В.Н., Акимов Е.Н. Особенности
выплавки низкоуглеродистого феррохрома с низким
содержанием фосфора. 4

*Фадеев В.И., Островский Я.И., Веселовский И.А.,
Афанасьев В.И., Заякин О.В., Жучков В.И.* Производство
передельного «чардж хрома» и его использование при выплавке
ферросиликохрома 7

Электротермическое оборудование

Елизаров К.А., Крутянский М.М., Нехамин С.М., Черняк А.И.
Сравнительные показатели дуговых сталеплавильных печей
постоянного и переменного тока для литейного производства. 9

Производство черных и цветных металлов

*Кузнецов М.С., Якушев Е.В., Кулагин С.А., Котельников Г.И.,
Семин А.Е., Ченгелия Р.К.* Влияние состава шихты на содержание
азота в металле при выплавке стали в ДСП на твердой завалке 16

Седых В.И., Тупицын А.А., Ножко С.И., Горковенко А.С.
Перспективы использования тетрафторалюмината натрия
в качестве корректирующей добавки в электролит алюминиевых ванн . . . 21

Шихтовые материалы сталеплавильного производства

Некрасов В.М. Ситуация на российском рынке вторичных черных
металлов, роль и задачи саморегулируемой организации в сфере
деятельности по заготовке, переработке и реализации лома
черных и цветных металлов 26

Экономические вопросы, проблемы инвестиций и рынок металлопродукции

Богданов С.В., Фролов Д.А. Перспективы развития российского
экспорта на мировом рынке стали 32

Методические материалы

Кувалдин А.Б. Компьютерное моделирование при изучении
и расчете индукционных установок 37

Информационные материалы

Лопухов Г.А. Плавка стали в дуговой печи при повышенном
расходе жидкого чугуна в шихте 46

К 75-летию Кувалдина Александра Борисовича 47

К 75-летию Лопухова Геннадия Алексеевича 48

УДК 621.365.2

Сравнительные показатели дуговых сталеплавильных печей постоянного и переменного тока для литейного производства

К.А. Елизаров, М.М. Крутянский, С.М. Нехамин, А.И. Черняк
ООО «НПФ КОМТЕРМ»

Рассмотрены конструктивные особенности, а также энергетические, технологические, экологические и экономические показатели дуговых печей переменного и постоянного тока. Сформулированы преимущества печей постоянного тока при их эксплуатации в литейных цехах машиностроительных заводов. Описаны принципы построения и структура современной системы автоматического управления, используемой в дуговых печах фирмы ООО «НПФ КОМТЕРМ».

Ключевые слова: дуговая печь постоянного тока, показатели работы, система автоматизированного управления, литейное производство.

В настоящее время в литейных цехах машиностроительных предприятий в качестве плавильных агрегатов широко используются электродуговые печи постоянного тока (ДППТ) и переменного тока (ДСП). Эти печи имеют аналогичные исполнения основных конструктивных элементов, одинаковые схемы загрузки шихты и слива металла, используют одни и те же огнеупорные материалы, позволяют применить одни и те же технологические процессы плавления и доводки металла.

Однако имеются и существенные различия в компоновке конструкции печей, характере ведения плавки и в составе оборудования, что вызвано различием в характере физических процессов в дугах постоянного и переменного тока, а также различием в характере взаимодействия электромагнитного поля постоянного и переменного тока с жидкометаллической ванной. Учет этих разли-

чий позволяет определить зоны наиболее эффективного применения печей ДППТ и ДСП.

В отличие от ДСП печь постоянного тока имеет один вертикально расположенный сводовый электрод, который закреплен в корпусе электрододержателя и через отверстие в центре свода введен в плавильное пространство электропечи. Это позволяет выполнять печи ДППТ более газоплотными, чем ДСП, а также обеспечивает более равномерный прогрев шихты и футеровки по периметру ванны (без локальных перегревов футеровки напротив электродов и более низкой скорости плавления на откосах в промежутках между электродами, как это имеет место в ДСП).

Электропитание ДППТ осуществляется от специализированного полупроводникового источника постоянного тока [1, 2], отрицательный полюс которого соединяется со сводовым электродом (катодом), а положительный полюс соединяется с конструкцией токоподвода к переплавляемому металлу (аноду).

Источник питания ДППТ представляет собой комплект оборудования, включающий силовой трансформатор, преобразователь постоянного тока, сглаживающие реакторы, теплообменник. При компактном объемно-планировочном решении по размещению такого источника в печном пролете сталеплавильного цеха на нулевой отметке устанавливается печной трансформатор, а над ним размещается преобразователь постоянного тока, сглаживающие реакторы и теплообменники.

Дуговые печи постоянного тока структурно оптимизированы по быстродействию. Так, преобразователь постоянного тока оснащен быстродействующим электронным регулятором с постоянной времени 6—10 мс [3], обеспечивающим высокую стабильность и независимое тонкое регулирование токового режима в широком диапазоне изменения напряжения печной дуги. Кроме того, в состав системы управления печью включен регулятор, обеспечивающий поддержание заданного уровня напряжения дуги путем осевого перемещения сводового электрода, при котором происходит изменение длины дуги, с постоянной времени около 300—1500 мс. В сталеплавильных печах переменного тока используется сравнительно «медленный» регулятор, использующий в качестве управляющего воздействия только перемещение электродов печи.

Электрический режим ДППТ, поставляемых Научно-производственной фирмой «КОМТЕРМ» обеспечивает снижение уровня колебаний напряжения дуги в период расплавления по сравнению с ДСП. Это достигается за счет удержания сводового электрода над уровнем шихты без заглубления в «колодец» и позволяет на 10—15% по сравнению с ДСП более полно использовать установленную мощность печного трансформатора [4].

Наличие двух независимо работающих регуляторов тока и напряжения печной дуги на печах ДППТ позволяет обеспечивать на них в период расплавления более высокую по сравнению с печами ДСП стабильность электрического режима. В них отсутствует воздействие токов дуг соседних фаз друг на друга с возникновением явлений переноса мощности. В трехфазных печах переменного тока несимметрию режимов по фазам можно снизить за счет использования выпускаемых фирмой ООО «НПФ КОМТЕРМ» современных регуляторов, но, тем не менее, полностью исключить несимметрию по фазам и электродам в ДСП нельзя. При хорошей герметизации и стабильности давления в печах ДППТ ликвидируется подсос воздуха в рабочее пространство, благодаря чему обеспечивается низкий по сравнению с печами ДСП угар шихты в период расплавления (не более 3% в печах ДППТ и не менее 9—10% в печах ДСП), снижаются пылегазовыбросы по сравнению с печами ДСП, значительно уменьшается и уровень шума. Так на печи ДППТ-12 зафиксирован средний уровень

шума 85 ДБА, а на рядом работающей печи ДСП-12 уровень шума составлял 105—110 ДБА [5].

Кроме того, независимо друг от друга работающие регуляторы тока и напряжения позволяют более эффективно по сравнению с печами ДСП дозировать тепловую нагрузку на футеровку во все периоды плавки.

Одним из основных элементов электропечи постоянного тока является конструкция токоподвода к шихте (конструкция подового электрода). Подовый электрод состоит из стальной головки, контактирующей с жидким металлом, и медного водоохлаждаемого корпуса. Зона водяного охлаждения вынесена за пределы корпуса печи, а для контроля за тепловым состоянием подовый электрод снабжен термопарами. На печах емкостью до 30 т специалистами ООО «НПФ КОМТЕРМ» накоплен многолетний опыт эксплуатации подины с электродами описанной конструкции. Эксплуатационная надежность и срок службы подины ДППТ с подовыми электродами, поставляемыми ООО «НПФ КОМТЕРМ», и подины ДСП по данным эксплуатирующих предприятий эквивалентны. Благодаря способности подовых электродов самовосстанавливаться в процессе плавки и возможности горячих межплавочных ремонтов подины ресурс непрерывной работы подовых электродов составляет 2—3 тысячи плавков, после чего подовый электрод проходит техническое обслуживание и устанавливается на печь для повторной эксплуатации. Тепловые нагрузки и геометрия подового электрода рассчитываются по специальной методике, разработанной в компании.

Напряжение дуги по ходу плавки самопроизвольно снижается от максимального уровня (вскоре после включения печи) до величин в 2—3,5 раза меньших (в конце периода расплавления шихты). Для поддержания вводимой в печь мощности на постоянном уровне снижение напряжения компенсируется соответствующим директивно задаваемым увеличением тока дуги. С этой целью в конструкцию источника электропитания заложены технические решения, обеспечивающие экономичную реализацию режимов максимальной близости вводимой в печь мощности к установленной мощности источника [1, 2]. Низкий уровень высших гармоник тока, генерируемых источником в питающую энергосистему, обеспечивается путем использования указанных режимов,

а также за счет применения многопульсных схем выпрямления (например, двенадцатипульсных).

Важным технологическим преимуществом печей ДППТ является эффективное электромагнитное перемешивание ванны металла полем проходящего через нее постоянного тока. Проведенные измерения и математическое моделирование показывают, что в печах емкостью от 0,5 до 25 т скорость движения жидкого металла в центральной части ванны составляет 0,12—0,35 м/с, т.е. реализуются режимы развитых турбулентных течений, при которых в ванне обеспечивается эффективное выравнивание полей температуры и концентрации вводимых в металл присадок. Использование электромагнитного перемешивания, наряду с созданием в печном пространстве восстановительной атмосферы, позволяет экономней расходовать ферросплавы. В ООО «НПФ КОМТЕРМ» была разработана математическая модель дуговой печи постоянного тока, на которой были решены вопросы, связанные с выравниванием температурных полей и концентраций примесей в ванне ДППТ вследствие электромагнитного перемешивания расплава. Результат расчета поля скоростей в ванне печи представлен на рис. 1.

В ДППТ расплавляемый металл контактирует только с анодным пятном электрической дуги, а в ДСП на металле попеременно располагаются анодное и катодное пятна. Поскольку плотность тока и удельный тепловой поток в анодном пятне на порядок ниже, чем в катодном, при плавке в ДППТ испаряется значительно меньше металла и шлака и образуется в 6—8 раз меньше пыли, чем при плавке в ДСП. Угар шихты в ДППТ меньше на 5—7%, а расход ферросплавов снижается на 20—30% [6—8].

Кроме того, при плавке в ДППТ значительной статьей экономии является снижение по сравнению с ДСП расхода графитированных электродов. В литейных цехах на печах ДСП удельный расход графитированных электродов составляет не менее

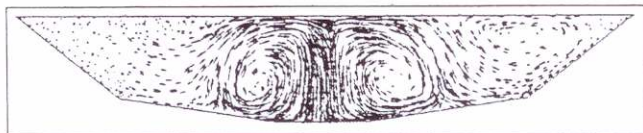


Рис. 1. Распределение поля скорости металла в вертикальной плоскости в печи с двумя подовыми электродами

6 кг на тонну выплавленной стали, в печах ДППТ этот расход не превышает 1,5 кг на тонну.

Особенно ярко преимущества ДППТ проявляются тогда, когда в период расплавления не используются газокислородные горелки, подрезка шихты кислородом и другие дополнительные источники химического тепла, загрязняющие окружающую среду парниковыми газами и создающие в рабочем пространстве печи окислительную атмосферу. Это актуально для большого числа литейных заводов в Российской Федерации, где отсутствует возможность интенсивного использования кислородных технологий и двухстадийного технологического процесса с доводкой металла до заданного химического состава и температуры в агрегате ковш-печь и других эффективных в «большой» металлургии методов.

Особенностью сталеплавильного производства в литейных цехах является то, что готовый металл для заливки форм раздают относительно мелкими порциями и в ритме, который диктует формовка. Вследствие этого в литейных цехах не используют ковши с шибберными затворами и в случае установка агрегата ковш-печь, работающего с шибберным затвором, появляется необходимость перелива металла из такого ковша в стопорный.

На перелив металла из ковша в ковш обычно не идут по технологическим и технико-экономическим соображениям, а следовательно, по-прежнему применительно к литейному производству востребованным остается классический двухшлаковый процесс в дуговой электропечи, которая в этом случае выполняет роль не только плавильного, но и технологического агрегата. Это накладывает свои требования на конструкцию дуговой печи и технологическое оформление цеха, заимствование которых из современных металлургических производств приводит к отрицательным последствиям.

Необходимо учитывать, что ДППТ дороже печей ДСП на 10—35% из-за затрат на полупроводниковый источник питания. Однако при использовании более мощной газоочистки на ДСП, а также использовании фильтрокомпенсирующих устройств для обеспечения заданного энергосистемой качества потребляемой электроэнергии капитальные затраты для обоих вариантов примерно одинаковы, а в некоторых случаях печи переменного тока оказываются дороже печей постоянного тока.

В каждом конкретном случае необходимо выполнить детальный технико-экономический анализ с учетом всех конструктивных и схемных особенностей ДППТ и ДСП, а также технологического процесса.

В ряде случаев по технико-экономическим показателям выбор типа агрегата практически predetermined. В случае если сеть электроснабжения дуговых печей достаточно слабая (мощность короткого замыкания менее чем в сто раз превышает мощность трансформатора), печь постоянного тока имеет явное преимущество перед ДСП. Выбор в пользу ДППТ не вызывает сомнений также в случае выплавки высококачественной стали (низкоуглеродистой или высоколегированной). Для особо низкоуглеродистой стали принципиальное значение имеет практическое отсутствие науглероживания металла материалом электрода. При выплавке переплавом высоколегированной стали важное значение имеет более низкий угар легирующих (ориентировочно на 20%) в печи постоянного тока. И в том, и в другом случае дополнительные затраты на полупроводниковый источник питания окупаются менее, чем за год.

Таким образом случаи подключения дуговых печей к маломощным сетям, а также выплавку высококачественной стали можно считать зонами предпочтительного применения печей ДППТ. Для стали более простых марок при наличии высокомошной питающей сети выбор между ДППТ и ДСП должен быть обоснован технико-экономическими расчетами.

Рассмотрим перспективы применения дуговых сталеплавильных печей постоянного тока в качестве плавильных агрегатов в литейных цехах.

ООО «НПФ КОМТЕРМ» имеет опыт реконструкции дуговой печи переменного тока емкостью 25 т, который показал, что в печах такого класса имеются большие резервы — замена гидравлических исполнительных механизмов на современные и внедрение автоматизированной системы управления процессом плавки привели к сокращению длительности цикла плавки и к снижению удельного расхода электроэнергии. Однако переход на современные исполнительные механизмы, автоматику и адаптивные алгоритмы управления имеют существенные ограничения, которые преодолеваются только в печах постоянного тока. ДППТ имеют дополнительный резерв улучшения по технико-экономическим по-

казателям, исходя из преимуществ данного класса печей. Целесообразным и перспективным следует считать реконструкцию и модернизацию устаревших печей ДСП с одновременным переводом их на постоянный ток, который позволит реализовать сочетание технологических преимуществ дуговых печей постоянного тока с достоинствами современных исполнительных механизмов и систем автоматизированного управления.

Оценили экономическую эффективность плавки стали в 12-т дуговой печи постоянного тока по сравнению с плавкой в печи переменного тока той же емкости. При этом принято, что при плавке стали в ДППТ экономится 5% твердой шихты по сравнению с плавкой в ДСП, т.е. на производство одной тонны жидкого металла в ДППТ расходуется на 50 кг шихты меньше, чем в ДСП, а также учитывается снижение расхода ферросплавов на 20%.

Расход и цены шихтовых материалов и ферросплавов при выплавке 1 т углеродистой стали на одном из предприятий региона Урала представлены в табл. 1 и 2 [9].

При стоимости металла шихты для производства одной тонны жидкой стали 4075,0 рублей экономия на шихте составит 203,75 руб. /т жидкого металла, на ферросплавах — 269,06 руб. /т.

Удельный расход графитированных электродов при плавке в печи постоянного тока составляет 1,5 кг/т стали, а в печи переменного тока малой и средней емкости в лучшем случае — 7,0 кг.

При средней цене графитированных электродов 45000 руб. /т экономия 5,5 кг электродов на тонну выплавленной стали при плавке в печи ДППТ составит 247,5 руб. /т.

При плавке каждой тонны металла шихты в печи переменного тока по сравнению с плавкой в ДППТ дополнительно окисляется 50 кг железа,

1. Расход и стоимость шихтовых материалов при выплавке 1 т углеродистой стали

Компоненты шихты	Расход на 1 т жидкой стали, т	Цена, руб. /т	Стоимость, руб.
Лом стальной углеродистый	0,604	5000,0	3020,0
Чугун передельный	0,100	10550,0	1055,0
Возвраты литейного производства	0,386	—	—
Итого:	1,090		4075,0

2. Расход и стоимость ферросплавов при выплавке 1 т углеродистой стали

Ферросплав	Расход на 1 т жидкой стали, т	Цена, руб. /т	Стоимость, руб.
Ферромарганец высокоуглеродистый ФМн78	0,008	46263,61	370,1
Ферросилиций ФС45	0,0081	29209,2	236,59
Ферросиликомарганец МнС12;17	0,0162	45593,36	738,61
Итого			1345,30

что сопровождается дополнительным выделением 59 кВт·ч химического тепла на каждую тонну выплавленной стали.

При средней цене электроэнергии 1,12 руб. за 1 кВт·ч стоимость этого тепла, составит 66,08 руб. на тонну стали. Стоимость этого тепла вычитается из общей экономии/т затрат при плавке стали в ДСП. В результате экономический эффект от использования печи постоянного тока по сравнению с печью переменного тока составит 654,23 руб. на тонну выплавленной стали. При годовом производстве 30 000 т жидкой стали в 12-т дуговой печи постоянного тока экономический эффект составит около 19,6 млн руб.

В настоящее время стоимость преобразователя постоянного тока для этой печи составляет около 10,8 млн руб. Таким образом, он окупается в течение первого года эксплуатации.

Научно-производственной фирмой «КОМТЕРМ», специализирующейся на разработке, изготовлении и поставке дуговых печей постоянно-

го тока, разработан стандартный модельный ряд печей различной емкости — от 100 кг до 50 т.

Ряд печей с основными параметрами представлен в табл. 3.

При проектировании механического оборудования дуговых печей фирмой используются высокопроизводительные графические станции с лицензионной системой автоматизированного проектирования, инженерного анализа и подготовки производства изделий *SolidWorks*.

Общий вид и компоновка оборудования типовой дуговой печи постоянного тока представлены на рис. 2.

В зависимости от емкости печи кожух может выполняться как с водоохлаждаемыми элементами, так и без них. Начиная с емкостей около 15 тонн для повышения стойкости футеровки ООО «НПФ КОМТЕРМ» рекомендует оснащать кожух печи водоохлаждаемыми стеновыми элементами, что позволяет на 40—50% сократить расход кирпича в футеровке стен и повысить срок ее службы.

Свод печи может быть выполнен кирпичным, водоохлаждаемым или комбинированным. НПФ КОМТЕРМ разработаны конструкции комбинированных сводов для всех типоразмеров печей, совмещающих в себе такие преимущества кирпичных и водоохлаждаемых сводов, как повышенная стойкость и более низкие тепловые потери. В комбинированном своде использованы водоохлаждаемые элементы в наиболее теплонапряженной и изнашиваемой части и огнеупоры в периферийной зоне. В центральной приэлектродной зоне используется литая керамическая вставка. Такое решение позволяет при минималь-

3. Основные параметры серии дуговых печей постоянного тока

Параметр	ДП-0,1	ДП-0,25	ДП-0,5	ДП-1,5	ДП-3,0	ДП-6,0	ДП-12	ДП-15	ДП-25	ДП-50
Номинальная емкость печей, т	0,1	0,25	0,5	0,5	3,0	6,0	12	15	25	50
Мощность источника питания, кВА	140	250	630	1600	2500	5000	9600	12800	18360	43200
Напряжение питающей сети, кВ	0,38	0,38	0,38; 6; 10	0,38; 6; 10	0,38; 6; 10	6; 10	6; 10	6; 10	6; 10; 35	10; 35
Диаметр сводового электрода, мм	75	100	100 или 150	200	200	250	300	400	500	555
Число подовых электродов	1	1	2	2	2	2	2	2	3	4
Расход электроэнергии, кВт·ч/т	735	660	560	540	530	500	495	480	405	380
Продолжительность расплавления, мин	40	40	32	36	46	50	60	55	45	36

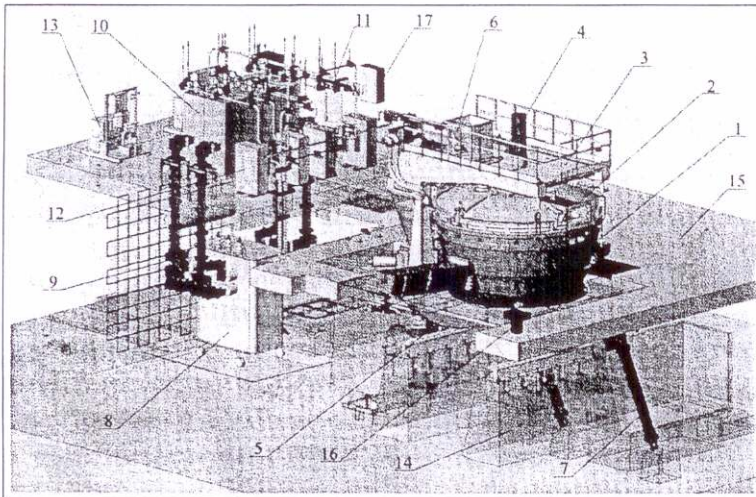


Рис. 2. Общий вид и компоновка оборудования дуговой печи постоянного тока:

1 — кожух печи с установленными подовыми электродами; 2 — свод печи; 3 — портал; 4 — сводовый электрод; 5 — люлька; 6 — загрузочное устройство; 7 — электрогидравлический механизм наклона печи; 8 — электропечной трансформатор; 9 — токоподвод переменного тока; 10 — выпрямитель; 11 — короткая сеть (токоподвод постоянного тока); 12 — реактор; 13 — теплообменник; 14 — фундамент печи; 15 — рабочая площадка; 16 — пульт наклона печи; 17 — комплект электротехнических шкафов и САУ печи

ных потерях тепла сократить расход огнеупоров за счет замены их водоохлаждаемыми элементами в центральной части, обычно лимитирующей стойкость свода в целом. Такой подход позволяет уменьшить расход сводового кирпича на 80—90%.

Загрузочное устройство (поз. 6, рис. 2) служит для подачи сыпучих шлакообразующих добавок в печь, позволяет автоматизировать подачу сыпучих материалов, сокращает время их подачи, приводит к более точному дозированию порций, сокращая и облегчая ручной труд плавильщиков. Особенностью данной системы является возможность включения ее в систему автоматизированного управления (САУ) печи с управлением с поста плавильщика, а также организации сбора и отправки данных в централизованную систему диспетчерского контроля.

Система автоматизированного управления печью построена на платформе автоматизации Siemens Simatic S7—300, что является надежным и проверенным временем решением. Блоки САУ размещаются в нескольких шкафах и пультах. Разработка электротехнической части проекта ведется с использованием лицензионного про-

граммного обеспечения *EPLANElectric P8*, позволяющего проводить весь цикл разработки — от принципиальных схем до компоновок электротехнических шкафов.

Структура САУ представлена на рис. 3. Функционально она разбита на два уровня. На нижнем уровне, основанном на программируемом логическом контроллере (ПЛК), выполняются задачи сбора и обработки информации от объекта управления посредством устройств связи с объектом (УСО), расчет и выдача управляющих воздействий на исполнительные механизмы объекта управления. Верхний уровень, базирующийся на промышленном компьютере (PC), предназначен для реализации функций интерфейса с оператором. На нем выполняются задачи отображения цифровых значений параметров процесса, анимированное отображение состояний узлов технологического объекта, подготовка программы плавки, архивирование технологических параметров и сообщений и т.д.

Аппаратная часть программно-технического комплекса автоматизированной системы управления дуговой печи постоянного тока включает:

контроллер *SIMATIC S7—317 2DP*;

устройства нормирования и гальванической изоляции аналоговых сигналов;

устройства сбора данных, размещенные на шине *PROFIBUS-DP*, например абсолютный энкодер *SIMODRIVE*, предназначенный для определения положения электрода, или электронная измерительная система *UMG-507*, предназначенная для измерения и индикации электрических параметров;

устройства сбора данных, размещенные на шине *K-BUS* контроллера;

промышленный компьютер;

сенсорный дисплей.

Общий вид пульта управления печью представлен на рис. 4. На цветных динамизированных мнемосхемах сталевару предоставляется вся актуальная информация, необходимая для контроля и управления технологическим процессом. Дружественный удобный интерфейс помогает сталевару эффективно управлять агрегатом в каждый момент плавки.

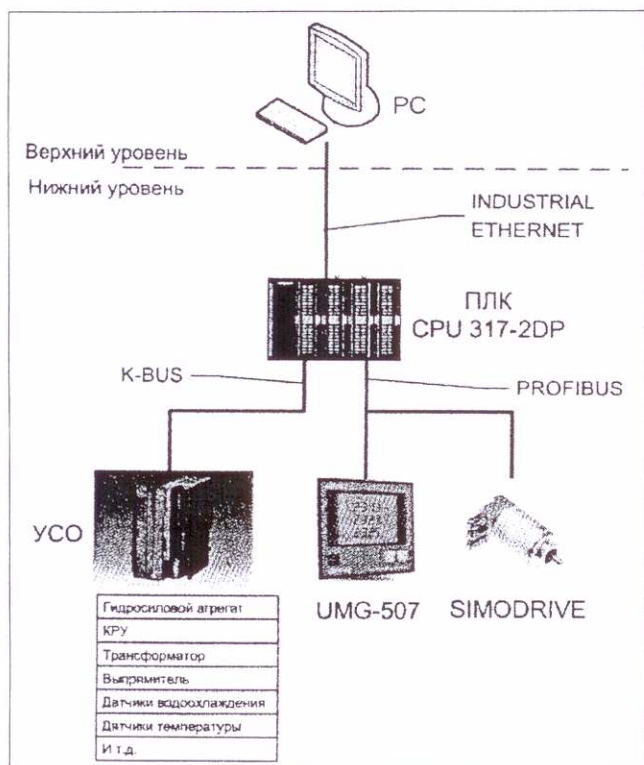


Рис. 3. Функциональная структура системы управления

Оснащение литейных производств современным сталеплавильным оборудованием — одна из ключевых задач машиностроения, влияющая на качество и себестоимость конечной продукции.

Модернизация действующих ДСП путем замены морально и физически устаревшего оборудования, в том числе автоматических регуляторов и исполнительных механизмов, дает результаты, по экономической эффективности проигрывающие варианту использования электропечей постоянного тока.

Заключение

Учитывая, что дуговые печи постоянного тока имеют ряд преимуществ по сравнению с печами переменного тока, их применение в литейных цехах машиностроительных заводов является более предпочтительным, особенно при выплавке высококачественной и низкоуглеродистой стали, а также при маломощной системе электроснабжения.

При выплавке стали рядовых марок и наличии высокомошной системы сети выбор типа дуговой печи необходимо проводить на основе технико-экономических расчетов.

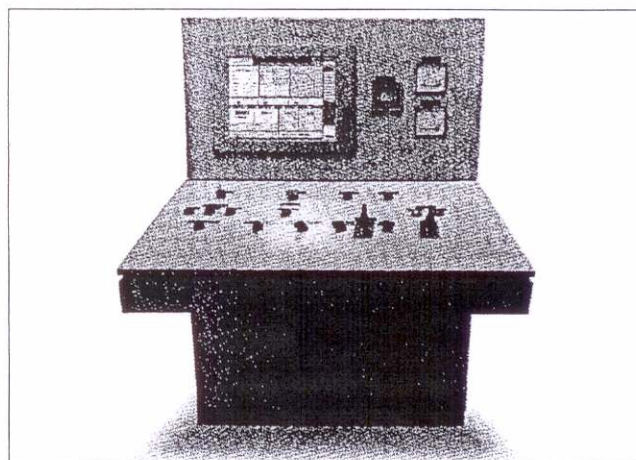


Рис. 4. Пульт управления печью постоянного тока

Список литературы

1. Пат. 2216883 РФ, МПК Н 02 М 7 / 162, Н 05 В 7 / 144. Источник питания дуговой печи постоянного тока / Нехамин С.М., Фарнасов Г.А., Филиппов А.К. и др. Оpubл. 20.11.2003. Бюл. № 32.
2. Пат. 2324281 РФ, МПК Н 02 М 7 / 02, Н 05 В 7 / 144, Н 02 М 7 / 162. Источник питания постоянного тока для дуговой печи (Его варианты) / Нехамин С.М., Мустафа Г.М. и др. Оpubл. 22.12.2006. Бюл. № 32.
3. Особенности построения силовой схемы и системы управления источника питания дуговой сталеплавильной печи постоянного тока. Гуткин В.Б. и др. Дуговые сталеплавильные электропечи / Сб. науч. трудов ВНИИЭТО. М.: Энергоатомиздат. 1991. С. 116—125.
4. Попов А.Н., Крутянский М.М., Долгов В.В., Филиппов А.К. Электродуговые печи постоянного тока // Электротехнология. 1998. № 2. С. 11—15.
5. Филиппов А.К., Крутянский М.М., Фарнасов Г.А. Использование электропечей постоянного тока в металлургии // Сталь. 2002. № 1. С. 33—41.
6. Никольский Л.Е., Зинуров И.Ю. Оборудование и проектирование электросталеплавильных цехов. М.: Металлургия. 1993. 272 с.
7. 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.
8. 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.
9. Куковякин Д.Н. Ж / Д поставка лома черных металлов за 2007 г.: цены и объемы / Вторичные металлы. 2008. № 1 / 2. С. 60—63.