

В порядке обсуждения

УДК 669.187

Основные требования к дуговым печам, выплавляющим металл для производства литья

А.В. Речкалов, И.Ю. Зинуров, канд. техн. наук,
М.Г. Кузьмин, канд. техн. наук, А.К. Масалов,
А.М. Шумаков, С.Е. Малков

ОАО «СКБ «Сибэлектротерм», ООО НТП «Аконт»

ОАО «Сибэлектротерм», ОАО «Сиблитмаш»

E-mail: akont@chelgipromez.ru

Дана краткая характеристика дуговых печей, работающих в литейных цехах машиностроительных и металлургических заводов. Предложено с целью снижения себестоимости продукции увеличить на этих печах удельную мощность трансформатора, использовать водоохлаждаемые панели для увеличения стойкости стен, применять внепечную обработку металла. Отмечено, что применение основной футеровки расширяет технологические возможности дуговых печей. Целесообразность использования дуговых печей постоянного тока должна быть дополнительно обоснована.

Ключевые слова: дуговая печь, интенсификация плавки, мощность трансформатора, внепечная обработка, кислая и основная футеровка, водоохлаждаемые панели, перемешивание металла.

На российских машиностроительных и металлургических заводах находятся в эксплуатации ~360 дуговых печей (ДП) емкостью от 1,5 до 50 т, выплавляющих чугун и сталь для производства литья. Емкость дуговых печей, используемых в литейных цехах, определяется заданным объемом производства, а в некоторых случаях массой разовой отливки. Самые большие ДП для выплавки чугуна находятся в эксплуатации на АвтоВАЗе (три печи

емкостью по 40 т) и в металлургическом производстве КамАЗа (печи емкостью по 50 т).

В фасоннолитейных цехах Магнитогорского и Западносибирского металлургических комбинатов работают 25-т ДП, самые крупные на металлургических заводах.

Осознавая приоритет для литейных цехов логистики участка отливки, тем не менее следует рекомендовать по возможности применять дуговые печи большей емкости. С увеличением емкости печей снижаются удельные тепловые потери и расходы по переделу.

Значительный резерв по снижению себестоимости отливок кроется в выборе мощности трансформатора. На большей части действующих печей удельная мощность трансформатора колеблется от 300 до 600 кВ·А/т. Отсюда длительность периода плавления от 50 до 120 мин. По нашему мнению, для печей литейного производства удельная мощность трансформатора должна составлять 800—1200 кВ·А/т, а продолжительность плавления — 25—40 мин.

Большие возможности кроются в использовании внепечной обработки стали и чугуна для

отливков. Главные преимущества внепечной обработки: возможность получения низкого содержания серы, регулирование температуры металла в узких пределах, использование агрегата внепечной обработки в качестве буфера между ДП и участком литья, улучшение показателей работы дуговых печей, повышение качества отливок и снижение их себестоимости. Вполне реально в комплексе с дуговыми печами емкостью 6 т и более использовать для внепечной обработки агрегаты ковш-печь, при этом можно рекомендовать ДП с эркерным выпуском металла в ковш на сталевозе. Понятно, что при этом необходимо решить проблему с шибберным затвором в агрегате ковш-печь, чтобы обеспечить как минимум 50—60 операций по открытию и закрытию затвора. Хотя не исключается возможность работы с переливом металла после внепечной обработки в стопорный ковш.

Важным является вопрос выбора вида огнеупоров для ДП. В настоящее время в эксплуатации на машиностроительных заводах находится ~50% печей с кислой футеровкой и примерно столько же с основной. Главным преимуществом кислой футеровки является низкая стоимость. Цена диоксидных огнеупоров ~ в 4—5 раз ниже магнезитовых. Единственным технологическим преимуществом ДП с кислой футеровкой является возможность получения стали с пониженным содержанием газов (кислорода и азота). Однако если учесть, что на печах с кислой футеровкой невозможно проведение дефосфорации и десульфурации (а значит, требуется более качественная и дорогая металлошихта) и на этих печах также ограничено применение кислорода и высокой мощности, то становятся явными преимущества печей с основной футеровкой.

На ДП с оптимальной конструкцией цилиндрического кожуха емкостью 6—30 т может быть достигнута стойкость футеровки стен 500—600 плавок, а стойкость подины из сухих магнезиальных набивных масс может составлять 5000—6000 плавок. Практика работы металлургических заводов показала, что на ДП, выплавляющих металл для литья, могут использоваться стеновые водоохлаждаемые панели. Это позволит уменьшить расход огнеупоров и снизить

простои на горячих ремонтах. Увеличения расхода электроэнергии при этом не происходит, чего нельзя сказать о применении водоохлаждаемого свода. В случае доводки металла в печи с водоохлаждаемым сводом расход электроэнергии увеличивается на 10—12%, происходит захлаживание шлака и ухудшаются условия рафинирования стали. В связи с этим на дуговых печах, выплавляющих металл для литья, при отсутствии внепечной доводки не рекомендуется использовать водоохлаждаемый свод.

Из опыта работы ДП на металлургических заводах следует рекомендовать механизированную подачу шлакообразующих и легирующих через свод, тем более что в большинстве литейных цехов отсутствуют завалочные машины. Здесь необходимо поработать конструкторам и проектантам над созданием более компактных систем бункеров и весодозирования. Для большинства цехов в связи с малой высотой придется использовать наклонные или вертикальные конвейеры для подачи дозированных порций материалов к загрузочной воронке на своде.

По вопросам интенсификации плавки невозможно предложить общие рекомендации для всех печей. Если при выплавке стали можно применять стеновые кислородные фурмы, то вопрос использования газокислородных горелок для нагрева металлошихты должен решаться с учетом реальной ситуации в каждом конкретном случае. Для ввода углеродсодержащих материалов в ванну при выплавке чугуна рекомендуется использовать установку для дувания порошка кокса конструкции Аконт-Сибэлектротерм.

Обязательным, по нашему мнению, является использование при работе ДП в литейных цехах АСУТП, которая должна обеспечивать:

- управление механизмами печи;
- управление работой насосно-аккумуляторной станции;
- работу электрогидравлического регулятора мощности;
- управление высоковольтными выключателями и ПСН;
- управление системой отбора и очистки газов;
- учет расхода энергоносителей;

— документирование и введение паспорта плавки.

В последнее время большая дискуссия в печати ведется по поводу целесообразности использования на машиностроительных и металлургических заводах дуговых печей постоянного тока (ДППТ). Активные сторонники использования этих печей утверждают, что на печах постоянного тока удастся снизить расход электроэнергии, уменьшить угар металла, повысить стойкость футеровки, достигнуть серьезных технологических преимуществ и можно обойтись без системы газоудаления. Практика работы печей постоянного тока на металлургических и машиностроительных заводах показала, что эти надежды не оправдались.

Объективности ради следует сказать, что на ДППТ обеспечивается более низкий уровень шума (~ на 10–12 дБ), снижение фликер-эффекта в подводящих сетях и меньший расход электродов. Однако следует учесть, что капитальные затраты при введении в эксплуатацию ДППТ ~ на 30% выше, чем на дуговых печах переменного тока. Серьезной проблемой при применении большей части ДППТ остается подовый электрод. Расходы по переделу при производстве стали одинаковых марок на ДППТ выше, чем на печах переменного тока. Более подробно сравнительный анализ показателей работы дуговых печей постоянного и переменного тока был дан в статьях [1, 2]. К этому следует добавить, что к настоящему времени выведены из эксплуатации печи постоянного тока на Курганском машиностроительном заводе, металлургическом заводе «Ижсталь», на моторостроительном заводе в г. Тутаево и ГАЗе. Не были введены в свое время в эксплуатацию ДСППТ-12 на КамАЗе и УЗРМО (г. В. Уфалей). Серьезные трудности возникают при работе ДСППТ на ВКМ-Сталь (г. Саранск) и Бежицком сталелитейном заводе.

Среди многих преимуществ, о которых пишут разработчики ДППТ, есть одно, которое привлекает внимание технологов — это возможность перемешивания жидкого расплава в ванне при наличии двух или трех подовых электродов.

Однако на практике эффект перемешивания на ДППТ, введенных в эксплуатацию на металлургических и машиностроительных заводах России, технологами не был выявлен. Наиболее показательна в этом отношении практика работы ДППТ на Горьковском автомобильном заводе. Эта печь была построена с учетом рекламированных возможностей печей постоянного тока по перемешиванию для производства высокопрочного чугуна. После длительных испытаний добиться усвоения ванны углерода в нужном количестве на этой печи не удалось. Производство чугуна перевели на индукционные печи, а ДППТ вывели из эксплуатации.

Однако последние разработки показали, что на дуговых печах постоянного тока может быть обеспечено эффективное перемешивание ванны. Достигается это не путем установки нескольких подовых электродов, а за счет установки на печи индуктора, который обеспечивает взаимодействие магнитного поля постоянного тока с протекающим между катодом и анодом током, в результате чего возникают электромагнитные силы, перемещающие металл. При этом имеется возможность управлять как интенсивностью, так и характером перемешивания. В СССР большие достижения в этом направлении были достигнуты в свое время в Институте физики Латвийской Академии наук.

С использованием результатов этих работ в ОАО «СКБ «Сибэлектротерм» совместно с ООО НТП «Аконт» разработали проект дуговой универсальной печи постоянного тока емкостью 6 т (ДУППТ-6), оснащенной системой электромагнитного перемешивания металла, предназначенной для производства высокопрочного чугуна. Эта печь была изготовлена в ОАО «Сибэлектротерм» и в августе 2013 г. введена в эксплуатацию в ОАО «Сиблитмаш» (г. Новосибирск). На этой печи благодаря интенсивному массо- и теплообмену обеспечивается эффективное усвоение добавок углеродсодержащих материалов, что позволило выплавить серию плавок высокопрочного чугуна ВЧ-60. Взятые пробы показали не только удовлетворительный химический состав выплавленного чугуна, но и прошли все требуемые механиче-

ские испытания. Кроме выполнения основной задачи — эффективного распределения добавок в объеме ванны и выравнивания температуры, был отмечен ряд других положительных эффектов. Так, при включении устройства для перемешивания в конце периода плавления обеспечивается ускорение плавления остатков лома, что позволяет снизить расход электроэнергии. Изменяется также характер горения дуги, обеспечивается ее центрирование и исключается отклонение.

Малые габариты индуктора, отсутствие водоохлаждаемых элементов и небольшая электрическая мощность позволяют встраивать систему перемешивания в действующие печи постоянного тока без изменения конструкции кожуха, расположения подовых электродов и трассировки анодного токоподвода.

Новая дуговая печь постоянного тока, снабженная устройством для перемешивания, может быть успешно использована не только для производства высокопрочного чугуна, но и для выплавки высоколегированной стали. Быстрое усвоение и равномерное распределение легирующих элементов по ванне обеспечит возможность получения стали высокого качества.

Список литературы

1. Зинуров И.Ю., Гудим Ю.А., Галян В.С., Шумаков А.М. Дуговые печи постоянного тока в современном электросталеплавильном производстве // Электromеталлургия. 2005. № 10. С. 3—12.
2. Гудим Ю.А., Зинуров И.Ю., Шумаков А.М. К вопросу о рациональной технологии выплавки стали в дуговых печах постоянного тока // Электromеталлургия. 2009. № 9. С. 2—8.

ВНИМАНИЕ!

Уважаемый читатель, Вы получили номер журнала с голограммой на первой стороне обложки. Это означает, что этот экземпляр журнала является оригинальным, выпущенным научно-техническим издательством ООО «Наука и технологии». Если голограмма отсутствует, экземпляр журнала — контрафактный. В этом случае убедительная просьба сообщить в издательство, в какой фирме был приобретен этот экземпляр журнала, по телефону (495) 223-09-10, факсу (499) 164-47-74 или e-mail: market@nait.ru. Заранее благодарим за сотрудничество.