

**Универсальные дуговые печи и миксеры постоянного тока
нового поколения
«Научно-технической фирмы «ЭКТА»**

А.С. Богдановский,
И.Б. Власова,
В.В. Долгополов,
В.Д. Малиновский,
к.т.н. В.С. Малиновский

Научно-техническая фирма «ЭКТА» г. Москва (президент – к.т.н. Малиновский В.С., генеральный директор – Малиновский В.Д.) успешно продолжает внедрение дуговых печей постоянного тока универсальных нового поколения (ДППТУ-НП) и дуговых миксеров постоянного тока (ДМПТ). Установка новых печей и миксеров позволила расширить технологические возможности предприятий различных отраслей и существенно повысить технико-экономические показатели их производства, а главное – обеспечить высокое качество выпускаемой продукции. С конструкцией и технологическими возможностями ДППТУ-НП и ДМПТ можно подробно познакомиться на сайте www.stf-ecta.ru в разделах «Публикации» и «Отзывы предприятий».

Печи ДППТУ-НП – универсальны, они позволяют производить высококачественное литье черных и цветных металлов (стали, включая высоколегированные, чугун, включая высокопрочный, литье на основе алюминия, меди и других металлов). В качестве шихты используется первичное сырье (рудные концентраты и др.), вторичное сырье (включая стружку, шлаковые отвалы, металлургическая пыль из газоочистных установок и др.). В печах производятся ферросплавы и различные модификаторы.

Процессы ведутся в соответствии с законами классической теории металлургических процессов, что позволяет производить высококачественное литье из шихты без специальных требований по качеству (в отличие, например, от индукционных печей, для которых требуется специально подготовленная шихта).

Результаты работы действующих печей подробно изложены на сайте НТФ «ЭКТА», результаты работы нового оборудования, внедренного в конце 2010 - начале 2011 г.г. изложены ниже.

ОАО «ГАЗ» г. Нижний Новгород. В конце 2010 года в литейном цехе №4 Металлургического производства ОАО «ГАЗ» продолжилась модернизация производства с внедрением дуговых печей конструкции и разработки ООО «НТФ «ЭКТА». В литейном цехе №3 этого завода с 2002 года успешно работает плавильная печь ДППТУ-12, которая позволяет с высокой рентабельностью производить синтетический чугун (экономия 3-4 тыс. рублей на 1 тонне), полностью соответствующий ГОСТ 1412-75. По сравнению с дуговыми печами переменного тока ДППТУ-12 делает процесс получения литья более эффективным за счёт: снижения расходов электроэнергии и графитовых электродов; уровня пылегазовыбросов и шума; потерь (угара) металла; повышения производительности; использования более дешёвых шихтовых материалов; возможности переплава низкокачественных металлоотходов. В результате производится чугун высокого качества за счёт использования активных шлаков на фоне эффективного управляемого магнитогидродинамического (МГД) перемешивания расплава. Использование активных процессов плавки позволяет, в числе прочего, снизить уровень газонасыщенности и неметаллических включений в металле. Внедрение ДППТУ-12 позволило значительно улучшить качество литья, условия труда, и культуру производства на предприятии.

Учитывая положительный опыт работы ДППТУ-12, в условиях отсутствия возможности остановки литейных конвейеров и дефицита времени, строго по графику совместно со специалистами «НТФ «ЭКТА» были запущены и сегодня активно эксплуатируются в промышленных условиях два дуговых миксера постоянного тока ДМПТ-12 вместимостью 12 тонн жидкого чугуна каждый (Фото 1). Миксеры ДМПТ-12 начали работу вместо остановленных и демонтированных дуговых печей переменного тока ДЧМ-3, успешно вписавшись в технологическую цепочку «вагранка-миксер-литейный конвейер». В ходе работы

достигнуты высокие показатели: удельный расход электроэнергии на кампанию – 111÷132 кВт·час/т; расход графитированных электродов – 0,32÷0,38 кг/т; удельный расход электроэнергии при перегреве чугуна на 100 град. – 25÷32 кВт·час/т; КПД миксеров 86÷96%.



Фото 1. Миксеры ДМПТ-12 (2шт.) - ОАО «ГАЗ», г.Нижний Новгород

Управляемое МГД перемешивание металла обеспечивает равномерность структуры и температуры по всему объему металла. По результатам исследований металлографической лаборатории на первых же отливках «клина фрикционного» СЧ25 были получены качественные показатели микроструктуры (с основой перлита, благоприятным размером и формой распределения графита).

Миксеры постоянного тока ДППТУ-12 позволяют различными вариациями тока и напряжения мобильно достигать необходимых температур и темпов нагрева чугуна. Темп нагрева металла при полном миксере достигает 18 градусов в минуту. Потери температуры расплава при отключении - около 2 градусов в минуту. Снизились шум и запылённость в рабочей зоне до уровня норм, а по шуму - ниже уровня. При этом на запылённость участка влияют расположенные по близости литейные конвейеры и индукционные печи соседнего цеха. Повысилась производительность при выдаче жидкого чугуна на конвейер. Улучшилась культура производства на плавильном участке цеха №4.

ЗАО «Невский завод» («Российский энергомашиностроительный холдинг», г. Санкт-Петербург. Создано литейное производство с использованием инновационных разработок этой отрасли. Используя разработку плавения металла в печах постоянного тока, в феврале 2011 г. на плавильном участке ЗАО «НЗЛ» совместно со специалистами «НТФ «ЭКТА» был произведен запуск двух плавильных печей (Фото 2 и 3): ДППТУ-0,5 (номинальной вместимостью 0,5 т) и ДППТУ-3 (номинальной вместимостью 3 т) для производства стали и чугуна (см. новости сайта www.nzl.ru «Возрождение металлургии на «Невском заводе»).



Фото 2. (слева) ДППТУ-0,5 и ДППТУ-3 - ЗАО «Невский завод» («Российский энергомашиностроительный холдинг» г. Санкт-Петербург.



Фото 3 (справа). Слив металла из ДППТУ-3 - ЗАО «Невский завод» г. Санкт-Петербург.

Приёмо-сдаточные испытания показали возможности печей постоянного тока при выплавке стали. Печи работают устойчиво как в ручном, так и в автоматическом режиме, с высокой производительностью оборудования при выпуске литья и слитков; достигнута высокая скорость получения расплава стали на обеих печах - 32 минуты; удельный расход электроэнергии на расплавление (холодная печь): в ДППТУ-0,5 - 515 кВт·час/т, в ДППТУ-3 - 454 кВт·час/т; расход графитированных электродов на плавку стали: в ДППТУ-0,5- 1,4 кг/т, в ДППТУ-3 - 1,5 кг/т; темп нагрева расплава – 9-10 градусов в минуту; эффективный нагрев и МГД перемешивание исключают использование плавикового шпата при выплавке рядовых марок стали и снижают его расход на ответственных марках; отмечен низкий уровень шума и запылённости в рабочей зоне; практически отсутствует негативное воздействие на систему электроснабжения. Полученные результаты полностью соответствуют заявленным параметрам. Эксплуатация печей постоянного тока ДППТУ-НП подтвердила, что они позволяют внедрять современные технологии производства с получением высокого качества отливок и слитков.

ОАО «Бобруйский машиностроительный завод», г. Бобруйск республика Беларусь. В начале июня 2011 г., впервые в республике Беларусь, в чугунолитейном цехе «Бобруйского машиностроительного завода» проведены промышленные плавки стали 25Л, чугуна СЧ20 и ИЧХ28Н2 на дуговой печи постоянного тока модели ДППТУ-6 вместимостью 6 тонн, разработки ООО «НТФ «ЭКТА» (Фото 4 и 5). В качестве шихты использовались рядовые шихтовые материалы, чугунная и стальная стружка, содержащая кварцевый песок, масло, СОЖ, влагу. Получены отливки для производства насосов. Стабильно высокая температура, гомогенное распределение химического состава, уменьшение неметаллических включений, газов во всём объёме расплава, достигнутые, в том числе, за счет эффективного управляемого магнитогидродинамического (МГД) перемешивания, позволили получить механические свойства СЧ20 выше, чем на вагранках. Чугун стал соответствовать СЧ25.



Фото 4.



Фото 5.

Фото 4 и 5. Слив металла из ДППТУ-6 - ОАО «Бобруйский машиностроительный завод» г.Бобруйск республика Беларусь

По сравнению с работающими на заводе дуговыми печами переменного тока ДСП-3 и ДСП-1,5 печь ДППТУ-6 показала следующие преимущества: снижен угар металла в 2,5-4 раза; расход графитированных электродов - в 5-7 раз; расход электроэнергии - в 2 раза; практически отсутствует негативное воздействие на систему электроснабжения; повысилась производительность оборудования при выпуске чугуна и стали; снизился уровень пыли в рабочей зоне на 25%; улучшилась культура производства.

ОАО «Сухоложский завод вторичных цветных металлов», г. Сухой Лог Свердловская обл. В 2007 году установка в агрегатном исполнении ДППТУ-6АГ (в состав которой входят 2 печи номинальной вместимостью 6 тонн каждая и один источник питания) была запущена для проверки возможности ведения новых технологий - переработки отходов металлургических производств: алюминиевых шлаковых отвалов, тонкой витой и дробленой мелкой стружки, загрязненной СОЖ, аккумуляторного и др. лома. Все инновационные

технологии были успешно опробованы, что показало принципиальную возможность перспективы их промышленного применения.

Большой спрос на запасные части горно-металлургического комплекса Урала послужил основой к расширению и более эффективной работе литейного производства предприятия. В настоящее время на ДППТУ-6АГ успешно осваивается производство качественного стального и чугунного литья низко- и высоколегированных марок (Фото 6). Metallургический цех наряду с переработкой клинкера осуществлял выпуск стального и чугунного литья; плавка проводилась на индукционных печах ИАТ-2 с длительностью порядка до 4-х часов и удельным расходом электроэнергии до 1300 кВт·час/т. В настоящее время параллельно с работой этих печей идёт промышленная эксплуатация установки в агрегатном исполнении ДППТУ-6АГ. Преимущества дуговой плавки на универсальных дуговых печах постоянного тока ООО «НТФ «ЭКТА» позволяют производить на них выплавку легированных марок стали, таких как 110Г13Л, с ведением окислительного процесса. В свою очередь это даёт возможность предприятию сделать ставку на производство износостойкой стали в условиях повышающегося спроса. При отработке базовых энерготехнологических режимов на ДППТУ-6АГ были проведены плавки стали 35Л (в августе 2011 г.); велась активная обработка металла шлаками, проводился рудный и кислородный кип. Получены следующие результаты: оборудование работает надёжно и устойчиво; удельные расходы электроэнергии: на расплавление – 420-450 кВт·час/т; на плавку – 600-650 кВт·час/т; расход графитированных электродов – 1,49-1,75 кг/т. МГД перемешивание металла обеспечивает равномерность химического состава и температуры по всему объёму расплава. Темп нагрева расплавленного металла 10 °С /минуту, темп остывания расплава при отключении печи - 1,5-2°С/мин. Сравнение ДППТУ-НП с индукционными печами, в числе прочих преимуществ, показало значительное увеличение производительности и мобильности оборудования ДППТУ-НП.



Фото 6. ДППТУ-6АГ - ОАО «Сухоложский завод вторичных цветных металлов» г.Сухой Лог Свердловская обл.

Как было сказано выше, на ОАО «Сухоложский завод «ВторЦветМет» впервые началось опробование технологий переработки лома цветных металлов в дуговых печах постоянного тока, в том числе - для переработки низкосортных отходов алюминия и его сплавов (в 2007 г.). Огромное количество отходов металлургии на Урале подвигло предприятие заняться поиском эффективной переработки шлаков, шламов, пыли, клинкера, анодных осадков, лома чёрных и цветных металлов, стружки, выгребов. В процессе многочисленных экспериментальных работ все преимущества плавки на ДППТУ-6АГ полностью подтвердились, а также стало возможным с хорошей экономией перерабатывать накопившиеся отходы производства. Так при переплаве рядового лома чёрных металлов со значительно меньшими затратами на электроэнергию, сырьё и материалы получены сталь и чугун. При переплаве алюминиевых бытовых отходов, банок и стружки расход электроэнергии на 1 тонну алюминиевого сплава составил: для лома – 290 кВт·ч/т, что в 2,5-3 раза меньше, а для лома с концентратом - 550 кВт·ч/т, что на 20-30% ниже, чем на действующих здесь же индукционных печах. Угар алюминия в ДППТУ-6АГ составил 1-1,5%, что значительно ниже угара на отражательных печах (~ 7%) и индукционных печах (~5%). Часть работ, выполненных в то время на ДППТУ-6АГ, нигде и никогда в мире не

проводилась. При производстве лигатуры «алюминий-медь» из лома расход электроэнергии не превысил 420 кВт·ч/т. Переплавление лома и мелкого концентрата алюминиевого шлака с высоким извлечением металлического алюминия возможен только в печи постоянного тока ДППТУ-НП с применением инновационных разработок и НОУ-ХАУ «НТФ «ЭКТА». Такой же вывод сделан и для плавки шлама, клинкера и анодного осадка меди. Было также опробовано производство ферросплавов при использовании различных отходов производства. В основе получения ферроникеля лежит переплавление легированных никелем сталей разных марок. При выплавке ферроалюминия ФА30, ФА35 используются шлаки алюминия, выгребка, стальной лом, коксик. Расход электроэнергии на физическую тонну продукта составляет около 950 кВт·ч/т. Ферросиликоалюминий ФСА23 получали из низкокачественного лома алюминия, стали, стружки и кремния с расходом электроэнергии 560 кВт·ч/т, вместо 780 кВт·ч/т – на индукционной печи. Прделанная работа позволяет сделать вывод о высокой эффективности производства ферросплавов в ДППТУ-НП.

В статье приводятся результаты введенных в 2011 году в промышленную эксплуатацию ДППТУ-НП и ДМППТУ различного назначения. Результаты предыдущих работ широко опубликованы и представлены на сайте «НТФ «ЭКТА»:

www.stf-ecta.ru.

Мы обращаем внимание читателей на то, что в ДППТУ-НП освоено промышленное производство более 500 марок высоколегированных сталей и сплавов, в том числе для авиационной промышленности; освоено производство высококачественного вагонного литья; производство практически всех марок чугуна, включая высокопрочные; эффективный переплавление отходов металлургического производства, включая переплавление без потерь стружки цветных и черных металлов. Многие из освоенных процессов невозможно осуществить на плавильных печах других типов.

Разработки ООО «НТФ «ЭКТА» защищены патентами; оборудование сертифицировано и имеет Разрешение Федеральной Службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на применение.

Список литературы:

1. В.С. Малиновский "Способ электроплавки и дуговая печь для его осуществления" Пат. РФ 2164450.
2. В.С. Малиновский и др. "Способ электроплавки и дуговая печь для его осуществления" Пат. РФ № 2048662.
3. В.С. Малиновский "Подовый электрод электропечи" Пат. РФ № 2112187.
4. В.С. Малиновский "Дуговые печи постоянного тока нового поколения для сталеплавильного производства». Труды пятого конгресса сталеплавильщиков, Москва, 1999 г., с 267-272.
5. В.С. Малиновский, И.Б. Власова «Универсальные дуговые печи постоянного тока нового поколения - средство эффективного решения проблем ресурсосбережения и экологии в литейном и металлургическом производствах», «Металл Информ», Беларусь, 2008, №5, с.46-50.
6. В.С. Малиновский "Технико-экономические результаты промышленного освоения дуговых печей постоянного тока нового поколения", Металлургия машиностроения, № 6, 2004 г.
7. В.С. Малиновский «Инновационные проекты плавильных участков на базе универсальных дуговых печей и миксеров постоянного тока нового поколения». Выступление на конференции «Печные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии и машиностроении», г. Санкт-Петербург, Ассоциация литейщиков, 21-23.05.08г.
8. В.С. Малиновский, В. Д. Малиновский, И. Б. Власова, А.С. Богдановский, Д.Г. Маслов «Производство металла высокого качества в универсальной дуговой печи постоянного тока нового поколения», Труды IX съезда литейщиков России, г. Уфа, 20-24 апреля 2009 г.
9. В.С. Малиновский "Технико-экономические результаты промышленного освоения дуговых печей постоянного тока нового поколения", Металлургия машиностроения, № 6, 2004 г.
10. К.т.н. В.С. Малиновский (ООО «НТФ «ЭКТА») «Организация процесса плавки стали в универсальных дуговых печах постоянного тока нового поколения». Металлургия Машиностроения, 2010г.