

Дуговые Печи Постоянного Тока Универсальные Нового Поколения – ДППТУ-НП

Дуговые Миксеры Постоянного Тока Универсальные – ДМПТУ

Универсальные дуговые печи и миксеры
постоянного тока нового поколения
производства «НТФ «ЭКТА» -
гарантия высокого качества литья
независимо от качества сырьевой базы

**Применение ДППТУ-НП и ДМПТУ
для ЛОМОПЕРЕРАБОТКИ,
включая рециклинг алюминия**



Экология

Конструирование

Технологии

Автоматика

www.ntfecta.ru

Применение универсальных дуговых печей и миксеров постоянного тока нового поколения разработки «НТФ «ЭКТА» для ломопереработки, включая рециклинг алюминия

Малиновский В.С. к.т.н; Малиновский В.Д., Власова И.Б. (ООО «НТФ «ЭКТА» г. Москва)

Считается, что плавку алюминиевых сплавов нельзя проводить в дуговых печах как постоянного, так и переменного тока, поскольку под электрическими дугами реализуется острый перегрев металла, который совершенно недопустим.

Этот недостаток дугового нагрева устранен в созданных Научно-технической фирмой «ЭКТА» дуговых печах постоянного тока универсальных нового поколения (ДППТУ-НП) (патент № 2104450 [1], рис.1а), 1б) и рис.10), где введена **система** технических решений, одним из элементов которой является организация принципиально нового способа электромагнитодинамического (МГД) перемешивания расплава (Рис.2). После создания ДППТУ-НП практически нет доводов для выбора других типов плавильных печей. МГД перемешивание и другие разработанные специалистами «НТФ «ЭКТА» технические решения позволили создать вид плавки, которому нет альтернативы по возможностям.



Рис.1 а). Печной агрегат ДППТУ-6АГ. Переплав шлаковых отходов и алюминиевой стружки.



Рис.1 б). Печной агрегат ДППТУ-0,5АГ (Эстония). Плавка алюминия

от дуги в расплав, снимает ограничения в уровне подводимой мощности и обеспечивает высокую скорость плавления металла и нагрева расплава, что при переработке алюминиевого лома создает возможность не очищать его от стальных и прочих приделок, которые опускаются на подину печи, не успевая раствориться в алюминиевом сплаве.

ДППТУ-НП – универсальны.

В них можно плавить любые черные и цветные металлы – медь, сталь, алюминий и т.д. Печи работают с полным сливом расплава, что позволяет организовать график работы в 1, 2 или 3 смены, а также отключать печь на выходные дни. Снятие ограничения по температуре расплава, а также интенсивное его перемешивание создают возможность в ДППТУ-НП производить с высокой рентабельностью любые лигатуры и раскислители, различные материалы и модификаторы.

В ДППТУ-НП при плавке алюминия целесообразно применять магнезитовую футеровку, которая не смачивается ни алюминием, ни его окислами и поэтому не зарастает в процессе длительной эксплуатации, а имея высокую теплостойкость – 1720 °С, снимает ограничения по температуре расплава. Магнезитовую футеровку нельзя использовать ни в индукционных, ни в отражательных печах, поскольку она требует высокую температуру сварки.

На первой нашей печи для плавки алюминиевых сплавов на «КЭМЗ» г. Ковров (20 лет назад) мы провели сварку футеровки, расплавив и перегрев в печи чугун, с тех пор футеровка используется без замены - до настоящего времени.

В процессе плавки алюминиевых сплавов в ДППТУ-НП проходит интенсивная термодиффузия, в результате которой из образовавшихся капель металла уходят растворенные в них газы и неметаллические включения.

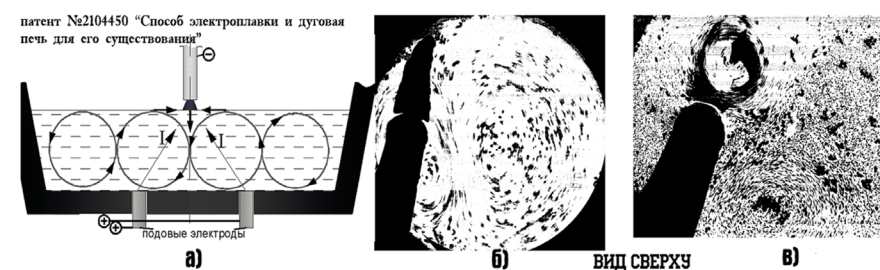


Рис.2. Схема МГД перемешивания в ДППТУ-НП:

- а) Схема МГД перемешивания в поперечном сечении расплава.
- б) Система МГД перемешивания включена.
- в) Система МГД перемешивания отключена.

В процессе расплавления твердой шихты в ДППТУ-НП металл невозможно перегреть, поскольку образовавшиеся на поверхности металла капли расплава немедленно стекают. При МГД перемешивании расплава металл с высокой скоростью подтекает к пятну дуги, и, не успевая перегреваться при коротком времени контакта анодного пятна дуги с металлом, с большой скоростью уходит вглубь расплава. Управляемое МГД перемешивание обеспечивает гомогенность температуры и химического состава расплава, а также эффективный теплоперенос

Таким образом, глубокое **рафинирование металла является результатом самого метода плавки, что позволяет отказаться от использования экологически вредных хлорофторосодержащих флюсов.**

При расплавлении шихты в ДППТУ-НП немедленно развивается высокая температура печных газов, подавляется газообмен печной среды с окружающим воздухом, отходящие из печи газы с высоким содержанием углеводов и окислом углерода воспламеняются и догорают до простых соединений, не загрязняя окружающую среду. Это **позволяет использовать для плавки в ДППТУ-НП любую загрязненную шихту без специальной ее подготовки** (в т.ч. стружку с песком, СОЖ и маслами). Причем, переплав стружки происходит практически без потерь легирующих элементов.

В ДППТУ-НП применяются два вида дуговых разрядов – **колонный и спиралевидный**, которые так же, как и МГД перемешивание, являются элементами системы технических решений, запатентованных специалистами НТФ «ЭКТА», – см. рис. 3 (а) и 3 (б); 4(а), 4(б) и 4(в). Управление формами дуговых разрядов позволяет оптимизировать режимы плавления шихты и нагрева расплава.

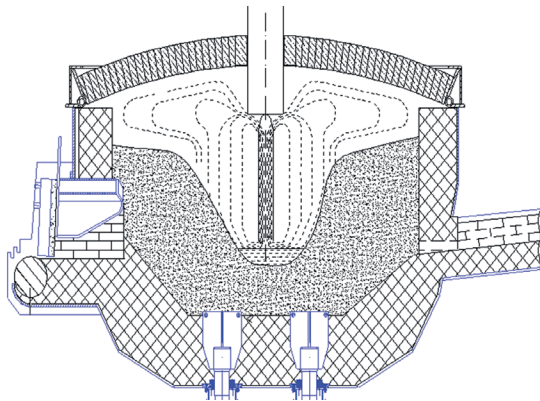
Первый режим. Режим плавления с восстановлением окисленной шихты колонным разрядом. Колонный разряд (см. рис.3(а) и 3(б)) характеризуется тем, что пандеромоторные силы закачивают печные газы в прикатодную область дуги. Газы проходят через дугу и выходят из нее в районе анода, что позволяет развить циркуляцию печной атмосферы и ее быстрый нагрев. При этом с поверхности металла идет интенсивное испарение различных органических и других примесей. А высокая температура печных газов не позволяет образоваться диоксидам, фуранам и другим печным выбросам. За счет стабилизации мощности дуги предотвращается подсос воздуха в печную атмосферу. При организованном выходе из печи печные газы воспламеняются и догорают до простых окислов CO_2 и H_2O .

Таким образом, **режим начала плавки является лучшим способом очистки металла шихты от примесей – СОЖ, влаги, масел, и т.д.**

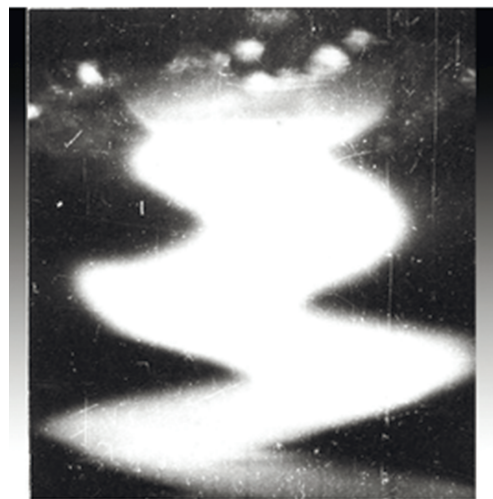


Рис. 3 а) - вид колонной дуги

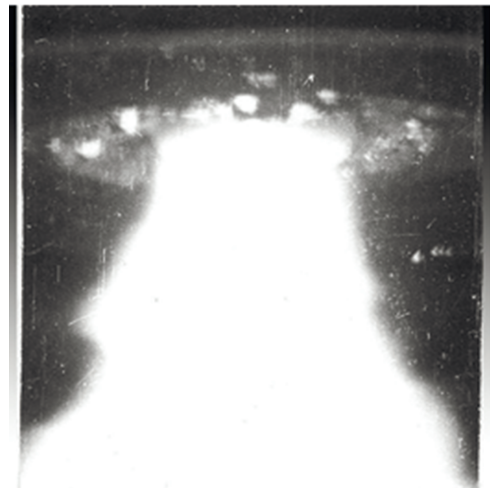
Рис. 3 б) - движение газов при горении колонной дуги в ДППТУ-НП



продольным магнитным полем, формируемым изменившейся формой дуги. Этот режим позволяет быстро провести расплавление основной части шихты без перегрева футеровки и обеспечить максимальную теплопередачу энергии из дуги в расплав.



а)



б)

Рис. 4 (а) и 4(б) - Дуговой разряд спиралевидной формы:

4(а) – действительная форма разряда, выявляемая при скоростной фотосъемке;

4(б) – форма разряда при визуальном наблюдении.

Третий режим – доплавление шихты и нагрев расплава. Третий режим подобен второму, но при этом напряжение источника питания снижается, а ток дуги увеличивается (рис.5). При этом доля энергии дуги, передаваемая непосредственно в расплав, увеличивается до 80-90%. Система МГД перемешивания позволяет получить развитые процессы тепломассопереноса расплава шлака и металла, и между ними; выполнять любые требования технологов по качеству металлов.

*Стадии восстановительной плавки третьего периода
Ток-54А Напряжение-330В*

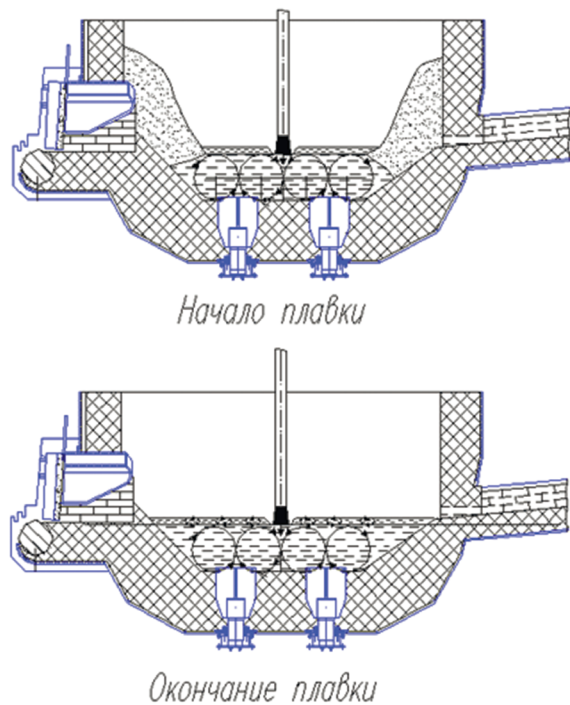


Рис. 5. Третий режим – доплавление шихты и нагрев расплава.

В ДППТУ-НП достигнуты следующие возможности:

- устранен локальный перегрев металла;
- значительно улучшены показатели качества металлов и сплавов;
- сокращен угар металлической части шихты, включая содержащиеся в ней легирующие элементы, даже при переплаве стружки;
- высокое, без потерь усвоение легирующих элементов в процессе плавки;
- не изменяется хим.состав исходного сырья шихтовых материалов;
- отказ от экологически вредных хлоро- и фторосодержащих флюсов;
- экономия энергетических затрат;
- повышение производительности труда;
- сокращение до минимума вредных выбросов в атмосферу, что исключило необходимость строительства мощных дорогостоящих систем пылегазоочистки.

В ДППТУ-НП нет ограничений по виду переплавляемой шихты, это могут быть, как конструкционные детали, так и стружка, шлаковые отходы алюминиевых производств и т.д. Фото - примеры шихты – см. Рис. 6,7,8,9.



Рис.6. Пример шихты (алюминиевая банка).



Рис.7. Пример шихты (алюминиевые отходы, лом).

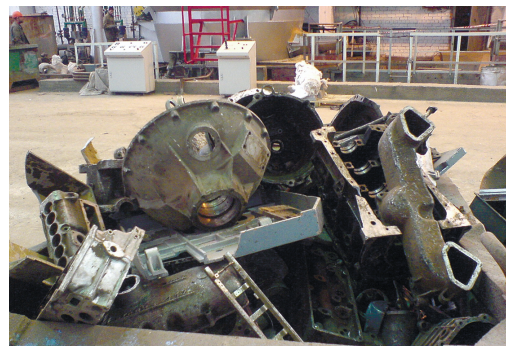


Рис.8. Пример шихты (металлолом).

При переплавке шлаковых отходов и стружки в ДППТУ-НП (см. рис. 9, 10.) производится отгонка из шлаков фторохлоросодержащих элементов и дожигание вредных газов - углеводородов, СО и т.д. (без них возможно использование шлаков, например, в сталеплавильном производстве). Система плавки позволяет предотвратить образование цианидов, фуранов, диоксинов, СО в газовых выбросах.



Рис. 9. Пример переплавляемой шихты (стружка с высоким содержанием СОЖ и масел).



Рис 10. Плавка металлов в ДППТУ-НП с организованным дожиганием отходящих газов при плавке сильно загрязненной шихты (Рис. 9).

Расход электроэнергии при переплаве лома всего на 10-15% выше теоретической энергии, необходимой на расплавление металла шихты. Другие источники нагрева в ДППТУ-НП не применяются. В то же время в процессе плавки можно провести глубокое рафинирование расплава и удаление газов и неметаллических включений из него.

Кроме дуговых печей постоянного тока ДППТУ-НП «НТФ ЭКТА» использует свою разработку – дуговые миксеры постоянного тока ДМПТУ. Сочетание ДППТУ-НП и ДМПТУ создает широкие возможности для создания новых технологий производства.

Вместимость миксера определяется объемом металла, который должен быть слит из одной плавки. Вместимость плавильной печи может быть в 3-5 раз меньше вместимости миксера. При этом установленные мощности источников электропитания печи и миксера – одинаковые.

Такая комбинация оборудования особенно эффективна при переработке легированного стального лома, сплавов на основе Al и Cu.

Например, можно установить плавильную печь ДППТУ-0,5 (вместимостью по алюминию до 400 кг) с длительностью плавления 8-10 минут, мощность источника питания 840 кВА, и дуговой миксер ДМПТУ-6 (вместимостью 6 тонн) мощность источника питания также 840 кВА. Плавильная печь позволяет провести быстрое расплавление шихты, ее очистку от растворенных газов, неметаллических включений, стальных и прочих приделок, масел, СОЖ, песка и т.д., провести химический анализ расплава с целью определения его пригодности для получения конечного сплава, далее переливают металл в миксер. В миксере ведут накопление расплава и доведение его химического состава до товарных требований.

Плавильная печь в такой установке позволяет провести качественную сортировку лома с точ-

ным определением его химического состава, принять решение о возможности использования расплава для приготовления конкретного сплава в миксере. Металл с большими отклонениями от требований хим.состава сплава отливается в шихтовую болванку и используется для подшихтовки сплавов в миксере, химический состав которых соответствует составу шихтовой болванки.

Печи поставляются в стандартной комплектации: источник питания, автоматическая система управления процессом плавки (АСУ-плавка) и автоматическая система технологическим процессом (АСУ ТП), плавильная емкость; и в агрегатном исполнении (ДППТУ-АГ) с двумя плавильными емкостями. В ДППТУ-АГ можно последовательно и параллельно вести переплав различных металлов, например, алюминия, меди, стали. Емкости в агрегатной установке могут отличаться друг от друга вместимостью, например, одна из них может выполнять роль плавильной печи, с функцией сортировки лома, другая – функцию миксера.

Предприятия, оснащенные оборудованием ДППТУ-НП, ДППТУ-АГ и ДМПТУ способны производить широкий сортамент высококачественного литья из лубой шихты, в том числе низкого качества, и эффективно проводить переработку вторичного лома.

Оборудование ДППТУ-НП, ДППТУ-АГ и ДМПТУ-НП разработки ООО «НТФ «ЭКТА» позволяет создавать металлургические предприятия с минимальными затратами основных средств, т.к. сокращает затраты на пылегазоочистку, подготовку шихты, установку оборудования внепечной обработки металла, на оборудование питающих электрических сетей.

Производство алюминиевых сплавов в ДППТУ-НП является высокорентабельным. Затраты на реконструкцию действующих предприятий с заменой индукционных или отражательных печей на ДППТУ-НП окупаются в срок –

значительно менее 1 года, при этом устраняются проблемы, связанные с экологией производства.

Плавка сплавов и лигатур на основе алюминия.

Оборудование ДППТУ-НП и ДМПТУ официально признано инновационным; достоверность результатов разработок ООО «НТФ «ЭКТА» подтверждаем примерами их промышленного освоения, которые приводим ниже.

Плавка в дуговых и плазменных печах алюминиевых сплавов – оборудование и технология была впервые успешно отработана в 1986-1987 гг. в СССР. (Разработка и исследование дуговой плавки алюминиевых сплавов. Отчет ВНИИЭТО 1986 г., научный и технический руководитель, к.т.н. В. С. Малиновский). В работе была поставлена цель - освоить производство качественного литья из вторичных алюминиевых сплавов. Поставленная цель была достигнута, и в настоящее время многие процессы, связанные с плавкой качественного литья, переработкой отходов алюминиевых сплавов, включая стружку, шлаковых съемов, шихты, содержащей стальные и др. приделки, выплавкой всевозможных лигатур на основе алюминия и раскислителей, успешно освоены в промышленности в ДППТУ-НП. Возможности плавки алюминиевых сплавов показал пример промышленной эксплуатации плавильных установок ДППТУ-0,5АГ. Прототипом печи была плазменная – дуговая печь ПСП-06/07, разработанная в процессе работ изложенных в упомянутом выше отчете. Она была установлена на предприятии КЭМЗ (г. Ковров) и заменила четыре печи ИАТ-0,4 благодаря высокой производительности. Срок службы набивной футеровки – более 20-ти лет, свод ремонтируют через 6-8 месяцев. Сквозной удельный расход электроэнергии на производство годного литья при применении четырех ИАТ-0,4 составлял 2800 кВт•ч/т и уменьшился до 800 кВт•ч/т после их замены на одну дуговую печь посто-

янного тока вместимостью 400 кг, не уменьшая при этом объемов производства. Сокращение расхода электроэнергии обеспечилось: резким снижением брака при производстве сложных отливок, значительным сокращением времени плавки, возможностью отключения оборудования в нерабочее время, низким 310-340 кВт·ч/т удельным расходом электроэнергии непосредственно при плавке в печи.

Плавка в ДППТУ-НП

обеспечивает высокое качество металла. Так, на ДППТУ-0,5АГ в «СМК» Ступино, серийно производился сплав АК7ч (литье автомобильных дисков из вторичного алюминия), который соответствует химическому составу и превосходит по механическим свойствам ГОСТ 1583-93. В литом термообработанном состоянии на отдельно отлитых в металлическую форму образцах предел прочности $\sigma_b \geq 216$ МПа, относительное удлинение $\delta \geq 2\%$, твердость по Бринеллю $HB \geq 60$. На образцах, вырезанных из тела отливки, получают $\sigma_b \geq 317$ МПа, $\delta \geq 9\%$, $HB \geq 94,9$, при этом содержание Si - от 6,15-7,15%, Mg - от 0,25 до 0,4%, Fe - от 0,1 до 0,3%; структура отличается повышенной дисперсностью неметаллических включений. Содержание водорода – 0,1-0,2 см³/100г металла, а пористость отливок всегда соответствует 1 баллу шкалы пористости по ГОСТ 1589-93.

Высокое качество алюминиевых сплавов можно показать также на примере АЛ9. Сплав подвергался четырехкратному переплаву и на последней плавке расплав выдерживался в течение 40 минут (миксерный режим). В процессе переплавов и выдержек химический состав сплава практически не изменился. Металл содержал: Si - 7,1-6,9%; 0,25-0,23 %; Fe – 0,43-0,41%. После 40 минут выдержки содержание Fe уменьшилось до 0,32 %. Никаких других мер повышения качества металла не принималось. Во всех случаях сплав АЛ9 отвечал требованиям ГОСТ 2685-75 и по механическим свой-

ствам и по химическому составу и отличался повышенной дисперсностью неметаллических включений. В литом состоянии $\sigma_b \geq 160$ МПа (16 кг/мм), $\delta \geq 2\%$, твердость $HB \geq 50$. Содержание водорода 0,2-0,4 см³/100г металла.

Так как печь ДППТУ-НП является единственным агрегатом, в котором в процессе расплавления идет интенсивное удаление водорода и неметаллических включений, в ней быстрое расплавление позволяет при переплаве алюминия, имеющего стальные приделки, получать расплав без насыщения железом. Переплав, всегда сопровождается получением пористости соответствующей 1 баллу шкалы пористости по ГОСТ 1589-93, а содержание водорода, как правило 0,1-0,2 см³/100 г металла, в литом состоянии ряда сплавов может достигать максимум 0,4 см³/100 г. Это позволяет при гораздо меньших затратах выходить на качественное литье при переработке вторичного алюминия. За счет исключения множества технологических операций, повышения качества сплавов, себестоимость технологического передела снижается: в 5 раз в сравнении с переделом в индукционных печах и в 15 раз в сравнении с переделом в газовых печах; при этом в разы сокращаются потери алюминия.

Печь ДППТУ-0,5АГ для «Aluminium Alloys of Estonia AS» (см. Рис.16) (АГ-установка в агрегатном исполнении – две плавильные емкости и один источник питания) - предназначена для производства сплавов алюминия из вторичного алюминия, в т.ч. стружки, шлака. Вместимость печи доведена до 1 т по алюминию. Кроме алюминиевых сплавов велось производство лигатур и раскислителей. Задачу облегчала футеровка подины, выполненная из магнезита, которая допускает нагрев расплава до 1720 °С. Освоен выпуск лигатур AlSi (10-60); AlFe (10-80); AlTi (5-70); AlSr, AlMn и других. Экономический эффект процесса плавки можно оценить на примере производства раскислителя FeAl

с содержанием Al – 20%. На момент производства 1 тонна шихтовой заготовки алюминиевого сплава составляла 1300 Евро, а стоимость 1т раскислителя = 1000 Евро.

В связи с получением в ДППТУ-НП высококачественных сплавов за счет управляемого МГД перемешивания, низкого содержания в расплаве газа и неметаллических включений, мелкозернистой структуры сплава, появляется возможность изготовления сложных и ответственных изделий с повышенными механическими и другими свойствами, в т.ч. герметичностью. Повышение качества заготовок также позволяет снизить брак после их механической обработки на 25-30 %.

Использование ДППТУ-НП обеспечивает снижение трудоемкости на 4-6 н.час/т, а экономия вспомогательных материалов достигает порядка 15-20 %. Так, например, в связи с высоким качеством расплавов, имеющих мелкозернистую структуру, содержащих в соответствии с ГОСТ минимальное количество газов ~0,15 г/см³, что соответствует первому баллу пористости, и неметаллических включений не более 0,17 мм²/см² по технологической пробе Добаткина, отпадает необходимость в дегазации, рафинировании и модифицировании сплавов. При приготовлении сплавов в ДППТУ-НП также отсутствует необходимость в использовании покровно-рафинирующих флюсов. Их использование, как показала практика, не оказывает влияния на качество выплавляемых алюминиевых сплавов, но оказывает отрицательное влияние на возникновение газо-выделений.

Дуговые печи постоянного тока нового поколения отличаются от всех других известных печей высокой экологичностью. При их использовании отсутствует необходимость в создании дорогостоящих систем пылегазоочистки. Использование ДППТУ-НП позволяет существенно улучшить экологические условия, как внутренние цеховые, так и внешние заводские - за счет умень-

шения пылегазовыбросов и отсутствия в ряде случаев выполнения операций дегазации и рафинирования с использованием различных солей с содержанием солей хлора, фтора и др. элементов, отрицательно влияющих на экологию окружающей среды.

Выпускаемые в настоящее время ДППТУ-НП и ДМПТУ имеют высокую стойкость футеровки, высоконадёжные конструктивные механизмы, печи и миксеры оснащены автоматизированной системой управления электрическими параметрами, контроля и регулирования режимами плавки.

Практикой установлено, что высокая надёжность работы ДППТУ-НП, простота их обслуживания, взрывобезопасность позволяют одной бригаде плавильщиков обслуживать две печи. Высокие технические показатели использования ДППТУ-НП имеют теоретические обоснования. Так, например, минимальный угар алюминиевых сплавов в пределах 0,5-1,5 % объясняется следующими факторами: отсутствием локального перегрева металла под дугой, обеспеченного управляемым магнитогидродинамическим (МГД) перемешиванием расплава, высокой теплоемкостью и теплопроводностью алюминия.

На низкое содержание в сплавах газа и неметаллических включений оказывает влияние высокая герметичность рабочей зоны печи, поэтому расплавленный металл в основном взаимодействует только с печной атмосферой, в которой содержатся пары аргона, графита, которые практически не взаимодействуют с жидким металлом, покрытым быстро образующейся защитной окисной пленкой алюминия. При быстром расплавлении верхних слоев алюминия, он стекает в нижележащие более холодные слои и кристаллизуется, при этом из сплава выделяется водород. Интенсивное МГД перемешивание происходит без замешивания окисной пленки, что способствует удалению ее из расплава. Несмотря на присут-

ствие в атмосфере паров углерода наличия в сплавах углерода в виде карбидов отмечено не было. Об этом свидетельствуют высокие отрицательные значения энергии Гиббса (ΔG°). Так, например, реакция с азотом с образованием нитрида алюминия идет при $P_{N_2} = 1,68 \cdot 10^{-16}$ МПа, а изменение энергии Гиббса при образовании карбидов ($\Delta G^\circ_{Al_4C_3} = -36,8$ кДж/моль), то практически они образуются в крайне ограниченных количествах $\sim 0,003$ %, что практически не оказывает влияния на свойства алюминиевых сплавов.

Анализ глубокой очистки металла от загрязнений в ДППТУ-НП позволяет сделать вывод о том, что на протяжении всего металлургического цикла плавления металла в связи с низкой активностью печной атмосферы за счет ее герметичности, отсутствия водяных паров, наличия нейтрального газа – аргона, химические процессы протекают с минимальным количеством образования новых веществ. Скорость диффузии газов в расплавленный металл минимальна ввиду пассивного состояния поверхности расплава за счет быстрого образования защитной пленки Al_2O_3 толщиной до 0,2 мкм. При переходе γAl_2O_3 в αAl_2O_3 при температуре выше $950^\circ C$ окисление сильно замедляется.

Все вышеизложенное убедительно доказывает, что печи и миксеры ООО «НТФ «ЭКТА» предельно эффективны при организации переработки вторичных металлов: стали, чугуна, сплавов на основе алюминия, меди, других металлов. Они позволяют переплавлять отходы практически без потерь, с минимальными затратами на защиту окружающей среды.

Многие освоенные в ДППТУ-НП процессы, например, плавку высококачественных алюминиевых сплавов и специальных высоколегированных сталей и сплавов, осуществить без потерь легирующих элементов стружки, в любых других плавильных печах мира невозможно.

Дуговые печи и миксеры постоянного тока разработки «НТФ «ЭКТА» (ДППТУ-НП и ДМПТУ) - в достаточной мере широко освоенный ряд промышленного оборудования для литейных и металлургических производств.

НТФ «ЭКТА» готова вести поставку ДППТУ-НП от 0,5т до 80т и ДМПТУ от 0,5 до 150т.

Результаты разработок «НТФ «ЭКТА» широко опубликованы, с ними можно ознакомиться на сайте www.ntfecta.ru.

Следует обратить особое внимание на высокий уровень патентной защиты технических решений, разработанных специалистами ООО «НТФ «ЭКТА».

В заключение:

Оборудование и технологии «НТФ «ЭКТА» по праву можно назвать продуктом высоких технологий, его широкие возможности создают потенциал любому предприятию, а высокое качество литья, технико-экономическая эффективность и экология обеспечивают безусловную конкурентоспособность.

Список Литературы:

* Патент № 2104450 «Способ электроплавки и дуговая печь для его осуществления».

** **Обращаем внимание на информацию по данной теме, изложенную в следующих публикациях, размещенных на сайте www.ntfecta.ru.** Порядковые номера нижеуказанных статей соответствуют их номерам на сайте:

8. В.С. Малиновский (ООО «НТФ «ЭКТА»), Л. В. Брежнев, С. А. Гаевский, А. С. Крюков («КЭМЗ», г. Ковров) «Опыт промышленной эксплуатации ДППТ для плавки алюминиевых сплавов в ДППТ». Литейное производство, № 5, 2001 г.

9. В.С. Малиновский, В.Д. Малиновский, М. А. Мешков, Л. В. Ярных «Плавка алюминиевых сплавов в дуговых печах постоянного тока. Статус и перспектива новой технологии». Metallurgia машиностроения, № 4, 2004 г.

10. В.А. Зыскин, С.И. Поздняков, В. С. Малиновский, В. Д. Малиновский «Выплавка алюминиевых сплавов в дуговых печах постоянного тока нового поколения». Труды VII Съезда Литейщиков России. Новосибирск, 2005 г.

11. В.С. Малиновский, В.Д. Малиновский, Л.В.Ярных, М.А. Мешков «Плавка алюминиевых сплавов в дуговых печах постоянного тока нового поколения», Metall. Оборудование, Инструмент. Январь-Февраль, 2004 г.

12. В.С. Малиновский, М. А. Мешков «Переработка лома и отходов алюминиевых сплавов в дуговых печах постоянного тока нового поколения».

13./31. В.А. Зыскин, С.И. Поздняков, В.С. Малиновский «Выплавка алюминиевых сплавов в дуговых печах постоянного тока нового поколения». Технология легких сплавов, № 1-2, 2006г.; «Цветные металлы», №10, 2006 г.

22. В.С.Малиновский, В.Д. Малиновский, И.Б. Власова «Переработка лома и отходов в универсальных дуговых печах постоянного тока нового поколения (ДППТУ-НП) ООО «НТФ «ЭКТА», ж. «Металл», Минск, 2006 г.

25. И.Б.Власова; к.т.н. В.С.Малиновский; В.Д.Малиновский (ООО «НТФ «ЭКТА») «Высокоэффективное оборудование для переработки вторичных металлов — универсальные дуговые печи и миксеры постоянного тока нового поколения», ж. «Рынок вторичных металлов», № 3, Москва, 2007г.

51. В.С. Малиновский к.т.н., И.Б. Власова, Д.Г. Маслов (ООО «НТФ «ЭКТА») «Применение универсальных дуговых печей и миксеров постоянного тока нового поколения для ломопереработки». Москва, Конференция Ruslom 2009.

54. К.т.н. Малиновский В.С., Власова И.Б. «Решена ли сегодня задача эффективного переplava лома в качественную сталь». Доклад на конференции «от лома до качественной стали». Москва, конференция МИСиС - март 2010г.

56. Результаты работы нового оборудования, внедренного в конце 2010 - начале 2011 г.г., А.С.Богдановский, И.Б. Власова, В.В. Долгополов, к.т.н. В.С. Малиновский, В.Д.Малиновский: «Универсальные дуговые печи и миксеры постоянного тока нового поколения «Научно-технической фирмы «ЭКТА». Минск, журнал «METALL Информ», октябрь, 2011г.

58. Малиновский В.С., Малиновский В.Д., Власова И.Б., Давыдов В.П., Каплун М.Я (ООО «НТФ «ЭКТА», г. Москва), Вальдберг А.Ю. (МГУИЭ, г. Москва) «**Особенности решения экологических вопросов** при выплавке металлов в дуговых печах постоянного тока нового поколения ООО «НТФ «ЭКТА» (версия для печати в ж. *Электрометаллургия, май-июнь 2012*).

2. В.С. Малиновский, Л.В. Ярных «Дуговые печи постоянного тока нового поколения» / Metallurgia машиностроения, 2001, №1, с.2-13.

21. В.С. Малиновский, В.Д. Малиновский, А.В. Афонаскин и др. «Сравнение характеристик дуговых печей постоянного тока нового поколения и индукционных печей» / Литейщик России, 2002, №1с.24-27.

61. М.А. Мешков. «Исследование и технология плавки алюминиевых сплавов в дуговых печах постоянного тока». Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. ЦНИТИ. Москва, 2002, с.148.

ТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДБОРКА МАТЕРИАЛОВ ПО ПУБЛИКАЦИЯМ
(в соответствии с Перечнем публикаций на сайте www.ntfecta.ru)

| | | Номер публикации в соответствии с «Перечнем публикаций» на сайте www.ntfecta.ru (см. ниже) |
|-----------|---|--|
| 1. | Технологии производства: | |
| 1.1. | Стали | 1, 3, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 27, 30, 32, 33, 35, 34, 35, 52, 53, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 60 |
| 1.2. | Чугуна | 1, 4, 5, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 23, 24, 26, 27, 30, 32, 36, 38, 42, 43, 45, 50, 54, 55, 56, 60 |
| 1.3. | Цветных металлов, в т.ч. алюминия и его сплавов | 1, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 24, 26, 30, 31, 36, 43, 45, 46, 48, 60, 61, 62 |
| 1.4. | Ферросплавов | 1, 15, 24 |
| 2. | Переработка отходов: | |
| 2.1. | Черных металлов | 1, 12, 15, 22, 25, 51, 54, 59, 60 |
| 2.2. | Цветных металлов, в т.ч. алюминия и его сплавов | 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 22, 25, 31, 48, 51, 59, 60, 61, 62 |
| 2.3. | Ферросплавов и др. | 51, 52, 59 |
| | | |
| 3. | Экология | 1, 2, 3, 4, 5, 11, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 54, 60, 58 |
| 4. | Экономика | 1, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 16, 20, 24 |
| 5. | Сравнение показателей ДППТУ-НП с показателями: | |
| 5.1. | ДСП (дуговых печей переменного тока) | 1, 2, 4, 5, 7, 8, 14, 23, 24, 35, 47, 53, 54, 55, 56, 58 |
| 5.2. | ИП (индукционных печей) | 1, 9, 21, 56 |
| 6. | Миксеры | 1, 2, 23, 24, 25, 27, 56, 60 |
| 7. | Конструкция печей, электропитания, системы управления, организация процесса плавки | 1, 2, 5, 6, 14, 15, 18, 19, 20, 23, 24, 39, 47 |
| 8. | Системные решения плавильных участков | 1, 15, 16, 17, 18, 19, 23, 53, 56 |

Россия, 115193, г. Москва, ул. Петра Романова 7
Тел.: (495) 679-48-43, 679-48-81; 679-15-50
Факс: (495) 679-48-43, 679-15-50
Сайт: www.ntfecta.ru
E-mail: info@stf-ecta.ru, ecta2@yandex.ru



Экология

Конструирование

Технологии

Автоматика