

# ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ И МИКСЕРОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ЛИТЕЙНОГО И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.

Малиновский В.С.(ООО «НТФ «ЭКТА»),  
Власова И.Б. .(ООО «НТФ «ЭКТА»),  
Афанаскин А.В. (ОАО «КУРГАНМАШЗАВОД»),  
Самсонов Н. А. (ESTEL)

В настоящее время дуговые печи постоянного тока ДППТУ-НП перешли из разряда перспективных в достаточно широко освоенный ряд промышленного оборудования литейных и металлургических производств.

В ДППТУ-НП **освоено производство**: различных марок стали, в том числе углеродистых, высоколегированных, инструментальных, штамповых, азотосодержащих, конструкционных и других сплавов ответственного назначения; любых марок чугунов (с десульфурацией), включая синтетические; сплавов на основе алюминия, меди, никеля, кобальта, свинца, титана и других металлов; ферросплавов, раскислителей и других материалов; любых, сложных по составу, видов лигатур и переплав отходов перечисленных металлов.

Промышленное внедрение ДППТУ-НП осуществляет "НТФ "ЭКТА". Освоение предприятиями этого оборудования позволило создавать новые технологии и совершенствовать действующие, обеспечило быструю окупаемость затрат. Заложенные в ДППТУ-НП возможности опираются на новые технические и технологические разработки ООО "НТФ "ЭКТА", которые запатентованы и имеют эксклюзивные права на применение [10-14]. Оборудование, производимое ООО "НТФ "ЭКТА", сертифицировано РОССТАНДАРТОМ, имеет РАЗРЕШЕНИЕ ГОСГОРТЕХНАДЗОРА на разработку и применение.

ДППТУ-НП принципиально отличаются от других дуговых печей, включая дуговые печи постоянного тока, по конструкции, способу плавки, техническим и технологическим возможностям. Реализованные в промышленности универсальные возможности печей производства ООО "НТФ "ЭКТА" позволяют называть их дуговыми печами постоянного тока **НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**. Их **достоинствами** являются:

- Экологичность металлургических процессов (низкий уровень пыле-газовыбросов)
- Новый принцип магнитогидродинамического (МГД) перемешивания расплава
- Новые электрические режимы расплавления шихты, нагрева и рафинирования расплава
- Низкий расход электроэнергии
- ДППТУ-НП обеспечивает значительное повышение качества производимых металлов и сплавов без использования дополнительного оборудования для шихтоподготовки и внепечной обработки, с применением дешевых шихтовых материалов
- Широчайший диапазон номенклатуры выплавляемых металлов и сплавов
- Возможность вести плавку из дешевого сырья - за счет ведения активных технологических процессов
- Высокая надежность, взрывобезопасность работы оборудования
- Высокая производительность
- Низкий угар шихтовых материалов, графитированных электродов

Все вышеуказанные достоинства **ПОДТВЕРЖДЕНЫ** опытом промышленной эксплуатации оборудования.

Обоснованно следует вывод, что в металлургическое и литейное производства пришел новый высокоэффективный вид плавильного оборудования [1-9]. Запатентованные специалистами ООО "НТФ "ЭКТА" дуговые печи постоянного тока нового поколения **синтезируют уникальные технологические возможности**.

Для комплектации печей по техническим требованиям ООО "НТФ "ЭКТА" ведущими предприятиями России и за рубежом разработаны серия современных источников электропитания и система интеллектуального управления режимами плавки, реализующие выполнение единой энерготехнологической концепции печей и технологических процессов.

В поставке печей ДППТУ-НП участвуют: ОАО «Сибэлектротерм», ОАО «Новозыбковский завод «Индуктор», ОАО «РЭТК», ОАО «УралЭлектротяжмаш» и другие квалифицированные соисполнители. В частности, надежным поставщиком силового оборудования является фирма «Estel pluss AS» (г. Таллин), которая ведет разработку и производство электротехнического оборудования.

По техническим требованиям НТФ «ЭКТА» фирма Estel освоила выпуск источников питания серии AP для дуговых печей постоянного тока. Источники представляют собой мощные тиристорные выпрямители со стабилизацией тока нагрузки. Параметры силовой схемы и алгоритм управления выпрямителями определяются технологическими режимами эксплуатации. Источники питания обеспечивают режимы работы, обусловленные технологией процессов плавки. Параметры источников приведены в таблице 1.

Таблица 1

Источник	AP-200Э	AP-840Э	AP-2200Э	AP-4300Э	AP-10000Э
Параметр					
Емкость печи, т.	0,16	0,50	3,00	6,00	20,00
Мощность, кВт	180	840	2200	4300	10000
Ток кА / напряжение В					
Режим 1	1,0 / 150	2,0 / 420	4,6 / 480	6,0 / 720	9,0 / 1200
Режим 2	2,0 / 90	6,0 / 140	12,0 / 180	18,0 / 240	18,0 / 600
Режим 3	-	-	-	-	36,0 / 300

Источники питания позволяют вести расплавление шихты и технологические операции на полной мощности в течение всей плавки и обеспечивают высокие технико-экономические показатели печей и качества металла.

В состав источников питания входит следующее оборудование: силовой трансформатор; тиристорные выпрямители; сглаживающие реакторы; устройства защиты от перенапряжений; теплообменники системы водяного охлаждения.

Все источники имеют микропроцессорную систему управления фирмы FASTWEL. Это контроллер, изготавливаемый в России по американской лицензии. Управление источниками возможно с местного пульта управления, необходимое, прежде всего, при пуско-наладочных работах, и дистанционного пульта – пульта плавильщика – при штатной работе.

Система управления производит отработку заданных алгоритмов управления и обеспечивает стабилизацию тока дуги с точностью 2% при быстродействии 12 – 16 мс.

Система управления Источниками питания согласована с микропроцессорной системой автоматического управления технологического процесса, разработанной совместно с ОАО «ТЯЖПРЕССМАШ».

Печная установка имеет надежную систему защиты и сигнализации, препятствующую развитию аварийных ситуаций.

Дуговые печи постоянного тока (ДППТУ-НП) эффективны при использовании системы технических решений, разработанных и запатентованных ООО "НТФ "ЭКТА", в состав которых, наряду с использованием дуги постоянного тока, входят специальные режимы плавания и нагрева расплава, МГД перемешивание расплава, специальные технологии. Без взаимодействия элементов системы дуговые печи не эффективны [10-14].

Базовые параметры стандартного ряда плавильных печей ДППТУ-НП приведены в табл.2

## Базовые параметры стандартного ряда оборудования

Табл.2

Типы печей	Номинальная вместимость, т	Мощность источника питания, *(быстрая / медленная печь), МВА	Ориентировочное время расплавления под током *(быстрая / медленная печь), мин.		Угар шихтовых материалов, %	Угар Графитированных электродов, кг /т
			Сталь, чугун, сплавы на основе Co, Ni и другие	Сплавы на основе Al, Cu и другие		
ДППТУ-0,2	0,2	- /0,2	- /40-45	- /30-35	0,2-1,5	До 1,5
ДППТУ-0,5	0,5	- /0,84	- /25-30	- /15-20		
ДППТУ-1,0	1,0	- /1,0	- /35-40	- /25-30		
ДППТУ-1,5	1,5	2,2/1,0	25-30/50-55	15-20/35-40		
ДППТУ-3	3,0	4,3/2,2	20-25/50-55	15-20/35-40		
ДППТУ-6	6,0	4,73/4,3	40-45/55-60	25-30/35-40		
ДППТУ-12	12,0	10,79/-	40-45/-	25-30/-		
ДППТУ-25	25,0	2x10,79/10,79	45-50/85-90	-		
ДППТУ-50	50,0	3x10,79/2x10,79	70-75/90-95	-		

Примечание:

\* Быстрая / медленная печь – время расплавления: менее 40...50 мин. /до 60 и более мин., соответственно.

Расход электроэнергии на расплавление 1,10 - 1,20 от теоретического расхода энергии на расплавление.

Расход электроэнергии на доводку металла – 1,10-1,15 от теоретических энергозатрат на технологические операции.

Низкий угар элементов – 0,2-1,5 %, отсутствие теплопотерь с первичным шлаком и низкая энергоемкость отходящих печных газов, высокая скорость плавления и проведения технологических процедур объясняют рекордно низкий расход электроэнергии.

Как правило, для работы ДППТУ-НП не требуется дополнительного введения системы пылегазоочистки, достаточно применения внутрицеховой вытяжной вентиляции.

Высокие температура газа внутри печи и концентрация в нем монооксида углерода, подавление газообмена с окружающей средой, низкий угар шихты, практическое отсутствие азота и кислорода в печном пространстве устраняют возможность образования диоксинов, фуранов, окислов азота, цианидов. При выходе из печи в систему вентиляции горячие печные газы воспламеняются и догорают до простых окислов CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O. Это позволяет не проводить очистку шихты перед плавкой.

Магнитогидродинамическое перемешивание обеспечивает идеальную гомогенность температуры и химического состава расплава, устраняет возможность его локального перегрева. МГД перемешивание позволяет вести технологические операции с высокими скоростями и глубиной.

Футеровка печи выполняется из традиционных огнеупорных материалов без специальных требований. За счет изменения формы футеровки емкость печи может быть увеличена до 20 % от номинальной.

Реконструкция плавильного производства с внедрением ДППТУ-НП окупается обычно в течение 3-х–15-ти месяцев, в зависимости от сортамента выплавляемого металла и необходимой производительности.

Установка традиционного оборудования, предлагаемого отечественными и зарубежными фирмами, на предприятиях России обеспечивает, в лучшем случае, их существующий мировой уровень технико-экономических показателей. Тогда как установка ДППТУ-НП позволяет мировой уровень существенно превзойти, опираясь на развитую отечественную базу шихтовых, футеровочных материалов, производство печей, силовой и управляющей электроники, классическую теорию металлургических процессов; а также значительно

### **сократить затраты на экологию.**

Высокие технико-экономические результаты и показатели печей ДППТУ-НП, производства НТФ «ЭКТА» взяты за основу рекламы своей продукции другими фирмами. Но эта реклама является не добросовестной, т.к. рекламируемые показатели не подтверждены практически и предполагают нарушение патентных прав НТФ «ЭКТА».

При организации производства ДППТУ-НП обеспечивает самые низкие затраты по сравнению с затратами на производство с применением других типов печей, вследствие снижения или исключения расходов по опциям, включающим оборудование для подготовки шихты, внепечную обработку, обеспечение экологичности технологического процесса, электро- и водоснабжение. ДППТУ-НП – не имеют альтернативы в плане реализации решений комплекса задач, позволяющих обеспечить показатели качества металла, трудно достигаемые на других типах печей. При этом можно использовать любые рядовые дешевые шихтовые материалы.

### **Новые технологические возможности ДППТУ-НП**

- **Миксеры.** Типоряд ДППТУ-НП лег в основу разработки миксеров (ДМПТУ) с расширенными технологическими возможностями, в частности, ДМПТУ впервые созданы для производства стали.

Новым направлением работы НТФ "ЭКТА" явилась разработка технологических комплексов, включающих в себя плавильные печи малой емкости и миксеры, превышающие емкость печи в несколько раз. Печи, в этом случае, предназначены для быстрого расплавления шихты (стали, чугуна, сплавов на основе алюминия, меди и т.д.), их сортировки по химическому составу при переплаве вторичного лома и заливки расплава в миксер. Кроме обычных задач, **миксеры** постоянного тока нового поколения (ДМПТУ) обладают расширенными технологическими возможностями. В миксере проводится накопление расплава до заданной массы, получение готового металла с возможностью проведения полного цикла технологических операций. Так, для стали – десульфурация, дефосфорация, науглероживание, обезуглероживание, рудный или кислородный кип, легирование, раскисление, рафинирование, дозированная раздача (полный или частичный слив расплава). Кроме нагрева жидкой заварки миксер обладает возможностью плавки твердой шихты. Оборудование позволяет при небольшой единичной мощности печей получать высококачественный металл для производства отливок с широким диапазоном по массе; легко переходить с одной марки стали на другую или на производство чугуна; отбраковывать металл с большими отклонениями по примесям. При реконструкции цехов с действующими ДСП возможен вариант с их переводом в ДППТУ-НП - без изменения емкости и в миксеры - с увеличением массы слива в 2-4 раза.

Упрощенный вариант реконструкции (позволяет значительно повысить качество выплавляемого металла, выход годного, производительность оборудования; снизить в разы количество расходных материалов, угар... и т.д.) предусматривает заливку миксера из действующих плавильных печей. Так, на Ярославском моторном заводе (ЯМЗ) запущен миксер ДМПТ-12, питание расплавом чугуна которого ведется из вагранок. Его параметры: емкость 12 т, установленная мощность источника электропитания 4,3 МВА, производительность при перегреве 100 °С – 40 т/ч.

Типоряд дуговых универсальных миксеров постоянного тока (ДМПТУ) для черных и цветных металлов емкостью 0,5 – 150,0 т выполнен по ТУ 3442-002-46438196-2005 и включает в себя следующий стандартный ряд: ДМПТУ-0,5; 1,5; 3,0; 6,0; 12,0; 25,0; 50,0; 100,0; 120,0; 150,0.

\* **Агрегаты.** Необычайно **широкие возможности** для плавки металлов имеют дуговые печи постоянного тока нового поколения в агрегатном исполнении.

Установки включают в себя один силовой источник электропитания и две плавильные емкости. Плавильные емкости могут:

- иметь одинаковую или различную вместимость, что позволяет увеличить коэффициент использования оборудования;
- футероваться разными футеровочными материалами для ведения кислого и основного процессов;

- использоваться для плавки разных материалов, например, в одной - сталь, в другой - медь;
- Отличаться по назначению.

Одна емкость предназначена для быстрой плавки с дегазацией металла, очисткой от неметаллических включений, отделения от стальных и прочих приделок при плавке алюминиевых отходов, дефосфорации и десульфурации (при плавке стали), науглероживания (при производстве синтетического чугуна), точного определения химического состава металла по его пригодности для производства конкретного сплава во второй емкости. Вторая емкость используется в качестве миксера, накопителя металла, его легирования и рафинирования, приготовления конкретных сплавов. Эти возможности также уникальны при производстве алюминиевых сплавов из вторичного сырья.

В заключение можно еще раз констатировать: опыт промышленной эксплуатации ДППТУ-НП показал, что невозможно, за редкими исключениями, обосновать целесообразность использования других типов печей для производства различных марок металлов при наличии оборудования и технологий ДППТУ-НП.

ДППТУ-НП является наиболее эффективным оборудованием для реконструкции действующих машиностроительных и металлургических предприятий и создания новых.

## Список литературы:

1. А.В. Афонаскин, И.Д. Андреев, В.С. Малиновский и др. "Результаты первого этапа освоения дугового плавильного агрегата постоянного тока нового поколения на ОАО "Курганмашзавод". Литейное производство, № 11, 2000 г.
2. А.М. Володин, А.С. Богдановский, В.С. Малиновский "Результаты работы печи постоянного тока ДППТУ-20 на АООТ "Тяжпрессмаш". Литейное производство, №11, 2004 г.
3. М.К. Закомаркин, М.М. Липовецкий, В.С. Малиновский "Дуговая сталеплавильная печь постоянного тока емкостью 25 т на ПО "Ижсталь". Сталь, № 4, 1991 г.
4. А.В. Афонаскин, И.Д. Андреев (ОАО "Курганмашзавод") Доклад на семинаре "Дуговые печи постоянного тока". г. Рязань, АООТ "Тяжпрессмаш", 2004 г.
5. Н.С. Овсов (ОАО "Костромской завод "Мотордеталь"), В.С. Малиновский, Л.В. Ярных (ООО "НТФ "ЭКТА") "Первый этап освоения агрегата дуговых печей постоянного тока нового поколения для плавки чугунной стружки"
6. 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.
7. 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.
8. Зыскин В.А., Поздняков С.И., Малиновский В.С., Малиновский В.Д. «Выплавка алюминиевых сплавов в дуговых печах постоянного тока нового поколения». Труды VII Съезда Литейщиков России. Новосибирск, 2005 г.
9. Афонаскин А.В., Андреев И.О., Князев Д.В., Малиновский В.С., Малиновский В.Д. «Об эффективности работы дуговых печей постоянного тока нового поколения при выплавке чугуна и стали». Труды VII Съезда Литейщиков России. Новосибирск, 2005 г.
10. В.С. Малиновский "Способ плавки металла в дуговой печи постоянного тока". Патент РФ № 21090773.
11. В.С. Малиновский "Дуговая печь постоянного тока". Патент РФ № 2045826.
12. В.С. Малиновский "Способ электроплавки и дуговая печь для его осуществления". Патент РФ № 2104450.
13. В.С. Малиновский "Подовый электрод электропечи". Патент РФ № 2112187.
14. В.С. Малиновский "Дуговая печь постоянного тока". Патент РФ № 1464639.