



The power sources of induction melting furnaces and arc furnaces of direct current are given.

С. П. ФРОЛОВ, Н. А. САМСОНОВ, Ю. М. ПЛЕШКОВ, Ю. В. МАТВЕЕВ,
Estel Electro AS, Таллинн

УДК 621.74

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ ИНДУКЦИОННЫХ ПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ И ДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Фирма Estel, являющаяся правопреемником научно-производственного объединения «Электротехника», разрабатывает и изготавливает различное электротехническое оборудование, в том числе и предназначенное для электротермии. Речь идет, прежде всего, об источниках питания для индукционных плавильных печей и дуговых плавильных печей постоянного тока. В первом случае это статические преобразователи частоты, во втором — управляемые выпрямители.

Таллиннский электротехнический завод «Электротехника» стоял у истоков освоения тиристорных преобразователей частоты в 60-е годы прошлого века. На предприятии накоплен огромный опыт по разработкам, изготовлению и эксплуатации полупроводниковых преобразователей. За прошедшие сорок лет изготовлено и запущено в эксплуатацию более 5 тыс. преобразователей.

Estel производит выпуск преобразователей как на основе собственных разработок, так и по техническим требованиям разработчиков технологической плавки. Последнее относится прежде всего к источникам питания для вакуумно-дуговых печей и дуговых печей постоянного тока открытого типа:

- источники для вакуумно-дуговых печей разработаны по техническим заданиям ВНИИЭТО;
- источники для дуговых печей постоянного тока открытого типа разработаны по техническим заданиям НТФ ЭКТА.

Источники представляют собой мощные тиристорные выпрямители со стабилизацией тока нагрузки. Параметры силовой схемы и алгоритм

управления выпрямителями определяются технологическими режимами эксплуатации.

Выпрямители для вакуумно-дуговых печей имеют выходные напряжения 50–70 В, токи нагрузки 10–35 кА, мощности 600, 800, 1200, 2000, 2500 кВт. Выпрямители включены по кольцевым схемам выпрямления, что снижает потери в силовых блоках и повышает к.п.д. источников. Питание, как правило, осуществляется от сети 380 В, но возможно подключение и к сети 6(10) кВ. В состав выпрямителей входит следующее оборудование: питающие трансформаторы; силовые выпрямители; сглаживающие реакторы; теплообменники типа «вода–вода».

Изготовленные ранее источники имеют аналоговую систему управления. Начиная с 2005 г. система управления — микропроцессорная. Источники успешно эксплуатируются в Ступинской металлургической компании, где применяются для плавки титана, на заводе «Красный Выборжец» — для плавки меди.

Источники питания для дуговых печей постоянного тока открытого типа по своим параметрам существенно отличаются от источников для вакуумно-дуговых печей. Это связано прежде всего с наличием нескольких технологических режимов плавки. В начале плавки работа происходит на длинную дугу, для чего требуется «высокое» напряжение выпрямителя. Основная же плавка ведется на короткой дуге при «малом» напряжении и большом токе.

Отличие напряжений и токов в указанных режимах составляет 3–4-кратное значение. Параметры источников приведены в таблице.

Параметр	Источник				
	AP-200Э	AP-840Э	AP-2200Э	AP-4300Э	AP-10000Э
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

К настоящему времени разработано, изготовлено и запущено в эксплуатацию три источника мощностью 180, 840 и 10 000 кВт, в

изготовлении находится источник мощностью 4300 кВт, в разработке — источник мощностью 2200 кВт.

В состав источников 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 пусконаладочных работах, и дистанционного пульта — пульта плавильщика. Система управления производит отработку заданных алгоритмов управления и обеспечивает стабилизацию тока дуги с точностью 2% при быстродействии 12–16 мл/с. Все переключения режимов происходят в бестоковом режиме. Контроллер имеет развитую систему защиты и сигнализации, препятствующую развитию аварийной ситуации.

Дуговые печи постоянного тока могут применяться для плавки практически всех известных сталей и сплавов черных и цветных металлов.

Рассмотренные источники используются для питания печей, применяемых для плавки стали на ОАО «Тяжпрессмаш» (г. Рязань) (АР-1000Э), алюминия — в Ступинской металлургической компании (АР-840Э) и т.д.

Как было отмечено выше, Estel много внимания уделяет изделиям собственной разработки. Безусловно, приоритетным направлением здесь является оборудование для индукционного нагрева, прежде всего тиристорные преобразователи частоты. В настоящее время выпускается четвертое поколение преобразователей, постоянно проводится модернизация, ведутся новые разработки.

В настоящий момент номенклатура тиристорных преобразователей частоты представлена генераторами базовых мощностей 160, 320, 800, 1600 кВт (при параллельном включении до 3200 кВт) с частотой 0,5; 1,0; 2,4; 4,0; 8,0; 10,0 кГц при выходных напряжениях 800, 1000 В. Освоен также выпуск транзисторного преобразователя частоты мощностью 130 кВт, частотой 16; 66 кГц при номинальном выходном напряжении 400 В.

Тиристорные преобразователи частоты работают на параллельный колебательный контур, образованный индуктором и компенсирующим конденсатором. При мощности свыше 1600 кВт напряжение на индукторе может достигать 2000 В.

Транзисторные преобразователи могут работать как на параллельный, так и последовательный колебательный контур.

Большинство выпускаемых до недавнего времени тиристорных преобразователей было собрано по принципиальной схеме параллельного инвертора тока. В настоящий момент разрабатывается резонан-

сный инвертор напряжения, что позволит отказаться от сглаживающего реактора, снизить тем самым массу и уменьшить габариты преобразователя.

Преобразователи частоты могут быть укомплектованы по выбору Заказчика двумя вариантами системы управления:

- аналоговым контроллером — в современном конструктиве с применением современных электрических компонентов;
- программируемым контроллером на базе микропроцессора Texas instrument.

Применение микропроцессорной системы управления повышает функциональные возможности преобразователей прежде всего за счет упрощения наладки, повышения надежности, а также возможности подключения к устройствам верхнего уровня.

В мощных преобразователях частоты в качестве полупроводниковых приборов используются тиристоры: в выпрямителе — сетевые тиристоры; в инверторе — быстродействующие с разветвленным управляющим переходом.

Все быстродействующие тиристоры — производства Estel. Исключение составляют только преобразователи мощностью 350–600 кВт, частотой 8 кГц, в которых применяются тиристоры английской фирмы WESTCODE. Во всех исполнениях исключено параллельное соединение тиристоров.

В последнее время разработана новая серия тиристоров с классом по напряжению более 22 и значительно сниженными потерями, что позволило отказаться от последовательного соединения тиристоров при мощностях до 320 кВт включительно и уменьшить блоки защиты от перенапряжений. В настоящий момент такая модернизация проводится на преобразователях мощностью 800 кВт. Упрощение силовой схемы значительно повышает надежность и облегчает эксплуатацию преобразователей.

Все источники имеют водяное охлаждение. Допускается применение воды заводской магистрали или оборотной воды. В последнее время все больший спрос находят водоводяные теплообменники, в которых контур охлаждения преобразователя заполняется дистиллированной водой. В настоящий момент выпускаются водоводяные теплообменники мощностью от 10 до 150 кВт отводимых тепловых потерь. Разработаны водоводяные теплообменники мощностью до 200 кВт с системой деионизации воды, а также водовоздушные теплообменники.

Конструктивно все источники питания (генераторы и выпрямители) выполнены в металлоконструкциях немецкой фирмы Rittal, отвечающих требованиям стандартов по электромагнитной совместимости в части излучения помех, а также соответствующих европейским стандартам в части размерных полей.

Estel может изготавливать преобразователи в конструктивных исполнениях по специальным требованиям Заказчика.