

УДК 621.745.355:66.041:621.783

Найдек В. Л., Наривский А. В., Костяков В. Н., Волошин А. А.

### ПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ С ПЛАЗМЕННЫМ НАГРЕВОМ

Для научно-исследовательских целей и производства литых изделий из разных сплавов зачастую требуются небольшие объемы расплава. Приготовление малых объемов жидкого металла в существующих плавильных агрегатах является нецелесообразным, а в ряде случаев невозможным, из-за низкой стойкости футеровки в печах и больших потерь основных компонентов в легкоокисляемых сплавах.

Созданные во ФТИМС НАН Украины малогабаритные печи позволяют проводить плавку сплавов в вакууме или в контролируемой атмосфере, а также под избыточным давлением над расплавом. При необходимости металл в процессе плавления перемешивают магнитным полем.

Технические решения, которые использованы при разработке плавильного оборудования, защищены патентами Украины [1–5]. Плазменные печи позволяют получать качественное литье и композиты из разных сплавов. Для приготовления сплавов можно использовать оксидо- и металлосодержащие отходы, а также разные шламы с полным извлечением требуемых компонентов из них.

Целью работы являлось разработка малогабаритных плавильных агрегатов с плазменным нагревом.

Схемы и технические характеристики плазменных печей представлены на рисунках и в табл. 1.

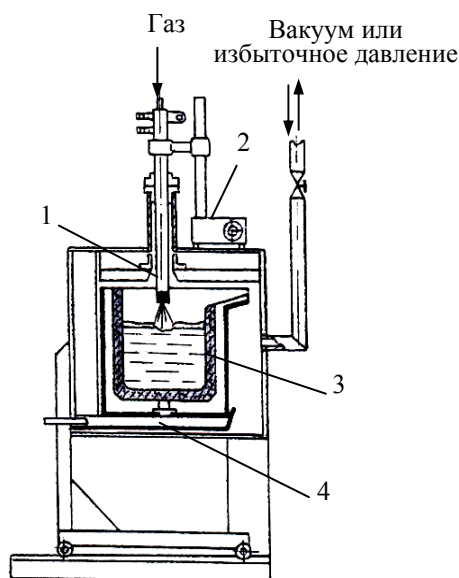


Рис. 1. Печь для плавки металла прямой плазменной дугой:

1 – плазматрон; 2 – привод для перемещения плазматрона; 3 – тигель; 4 – анод

Конструкция печи позволяет заливать металл в форму в атмосферных условиях или в вакууме. Такие установки эксплуатируются на предприятиях Китая и Египта при плавке оксидосодержащих материалов и сталей специального назначения.

Особенностью такой установки является крепление плавильного тигля на крышке печи. Заливку металла в форму осуществляют при открытой печи путем поворота тигля вокруг горизонтальной оси ручкой 4.

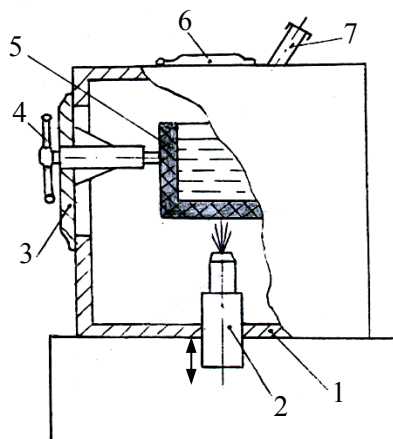


Рис. 2. Печь для плавки сплавов путем косвенного нагрева металла плазмой:

1 – корпус; 2 – подвижный электрод; 3 – крышка; 4 – ручка; 5 – тигель; 6 – люк для загрузки шихты; 7 – окно смотровое

Печь испытана в производственных условиях при переплаве отходов серебра и изготовлении золотых слитков из гальванических шламов.

Таблица 1

## Технические характеристики печей

№ пп	Наименование показателя, размерность	Рис. 1	Рис. 2
1.	Мощность плазмотрона, кВт	до 35	до 20
2.	Емкость тигля, кг	до 20	5–6
3.	Скорость плавления металла, кг/мин	0,5–1,5	~ 1,0
4.	Плазмообразующий газ	Аргон, азот, гелий или их смеси	
5.	Расход плазмообразующего газа, л/мин	3–8	0,5–1,0
6.	Расход электроэнергии, кВт·ч/кг	0,6–1,0	
7.	Расход воды на охлаждение, л/мин	≥ 5	≥ 2
8.	Габаритные размеры, мм	800 × 1000 × 1200	600 × 600 × 800

Эффективным способом увеличения производительности индукционных печей является применение дополнительного плазменного нагрева для плавки металла (рис. 3). При комбинированном плазменно-индукционном нагреве металла также повышаются жидкоподвижность и активность металлургических шлаков, которые в обычных печах практически не взаимодействуют с выплавляемыми сплавами.

Для электропитания плазмотронов используют серийно выпускаемые источники постоянного тока. Плазмообразующим газом являются аргон, азот и воздух, а также их смеси. Для решения отдельных технологических задач могут применяться и другие газы.

При плавке сплавов в плазменно-индукционных печах над расплавом создается инертная атмосфера, что позволяет устранить угар легирующих элементов в металле. За счет рафинирующего воздействия плазменной дуги на металл в инертной атмосфере снижается на 30–40 % концентрация газов в нем и уменьшается на 40–50 % содержание неметаллических включений в сплавах. При этом неметаллические включения диспергируются, приобретают компактную форму и равномерно распределяются в расплаве, который перемешивается индуктором печи. В результате этого существенно повышаются пластичность и ударная вязкость литого металла.

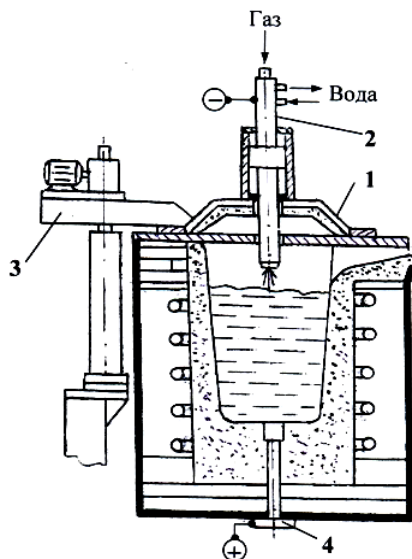


Рис. 3. Схема плазменно-индукционной установки ИСП-016:

1 – крышка водоохлаждаемая; 2 – плазмотрон с механизмом для его перемещения; 3 – поворотный механизм подъема крышки; 4 – анод

### ВЫВОДЫ

Во ФТИМС разработаны плазменные приставки к индукционным печам емкостью 0,16–10 т (табл. 2). Плазменные приставки прошли промышленную проверку на индукционных печах разной емкости в условиях предприятий Украины, России, Болгарии и Вьетнама.

Созданное оборудование отличается экологической чистотой процессов плавки, универсальностью, не требует больших площадей и специальных помещений для его монтажа.

Таблица 2

Технические характеристики плазменных приставок

Параметры	Тип печи				
	ИСТ			ИЧТ	
Емкость тигля, т	0,16–0,25	0,4–0,5	1,0	6,0	10,0
Подводимая мощность к плазмотрону, кВт	50	70	150	100	100
Параметры источника питания:					
– постоянный ток, А;	1000	1000	1600	1250	1250
– рабочее напряжение, В	230	230	300	230	230
Экономия электроэнергии на 1 т жидкого металла, кВт·ч	400	350	270	100	100

### ЛИТЕРАТУРА

1. Патент Украины № 69091, МКИ С22В9/04. – Оpubл., 2004, Б. И. № 8.
2. Пат. 69091А (Украина) МКИ С22В 9/04. Способ обработки жидкого металла / Найдек В. Л., Наривский А. В., Ганжа Н. С. и др. – БИ, 2004. – № 8.
3. Пат. 75166 (Украина). МКИ С21С 7/10, С22В 9/00. Вакуумно-плазменная установка для обработки металлических расплавов / Найдек В. Л., Наривский А. В., Ленда Ю. П. и др. – БИ, 2006. – № 3.
4. Пат. 75751 (Украина). МКИ Н05В 7/18. Погружной электродуговой плазмотрон / Наривский А. В., Найдек В. Л., Беленький Д. М. и др. – БИ, 2006. – № 5.
5. Пат. 75829 (Украина) МКИ С22В 9/00, Н05Н 1/26. Способ вакуумно-плазменной обработки сплавов / Найдек В. Л., Наривский А. В., Курнас В. И. и др. – БИ, 2006. – № 5.