

## Особливості плазмової гарнісажної плавки, УП-109

*О. М. Мілевська, Г. О. Ремізов  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»*

*В даній роботі описуються особливості плазмової гарнісажної плавки, а також конструкція і принцип роботи плазмово-дугової ливарної установки УП-109. Описується теплообмін у робочому просторі плазмової гарнісажної установки, типи плазмових плавильних печей тощо.*

*В данной работе описываются особенности плазменной гарнисажной плавки, а также конструкция и принцип работы плазменно-дуговой литейной установки УП-109. Описывается теплообмен в рабочем пространстве плазменной гарнисажной установки, типы плазменных плавильных печей и т.д.*

*This paper describes the features of the plasma skull melting, as well as design and operating principle of plasma-arc casting machine UE-109. Describes the heat in the working space plasma skull installation, types of plasma melting furnace, etc.*

### **Вступ**

Плазмовий розряд, який характеризується високою стійкістю в різних газових середовищах і в широкому діапазоні їх тисків, забезпечує в металургійних процесах великі технологічні можливості. Це дозволяє задовольняти зростаючі вимоги до якості металу, безперервно розширювати сортамент сплавів, переробляти відходи низької кондиції, виробляти тонкодисперсні металічні порошки та їх сфероїдизацію, гранули, вирощувати монокристали, плавити кераміку.

Існує три основні типи плазмових плавильних печей:

- для плавлення кускової шихти в керамічному тиглі;
- для переплавлення в кристалізаторі;
- для плавлення в гарнісажі.

Печі для плавлення в гарнісажі призначено для одержання фасонного литва із сталей, жароміцних сплавів, тугоплавких і

високореакційних металів. Ці печі виготовляють для широкого діапазону тисків. Їх перевага – висока чистота металу, можливість плавки кускової шихти і відходів.

Вакуумна гарнісажна плавка дозволяє одночасно наплавити велику кількість металу та усунути його взаємодію з матеріалом тигля [1].

Під час плавлення металу в гарнісажній печі відбуваються взаємопов'язані металургійні, електричні, гідродинамічні й теплові процеси. Головна особливість – висока інтенсивність теплових процесів, які визначаються, з одного боку, параметрами плавки (утворенням гарнісажу, коефіцієнтом зливу металу, його температурою тощо), а з другого – залежать від вибору потужності плазмового розряду.

Утворення гарнісажу на поверхні тигля залежить в основному від інтенсивності охолодження тигля. Висока інтенсивність теплових процесів значною мірою впливає на стійкість гарнісажу. Відносно невеликі зміни режимів плавки або охолодження тигля призводять до оплавлення або росту гарнісажу. Друга особливість теплових процесів пов'язана з безперервним збільшенням об'єму рідкого металу в тиглі під час плавлення. Унаслідок цього температура металу в часі, тобто температурне поле ванни, нестаціонарні. Температура рідкого металу в гарнісажному тиглі зменшується в осьовому напрямку від дзеркала ванни до її дна, де температура поверхні гарнісажу дорівнює температурі кристалізації металу. Перепад температур виникає також у поперечних розрізах ванни. Підвищення інтенсивності перемішування металу сприяє вирівнюванню температури по об'єму ванни. При цьому одночасно збільшується інтенсивність тепловіддачі від рідкого металу до гарнісажу, що прискорює відведення теплоти перегрівання розплаву. Нестационарне температурне поле ванни, а також нестабільність гідродинамічних процесів призводять до безперервних змін товщини гарнісажу в процесі плавки. Основна умова сталості гарнісажу – сталість теплових потоків від рідкого металу до гарнісажу і від гарнісажу до стінки тигля. Зазначені особливості є однією з відмінностей теплового стану ванни гарнісажного тигля залежно від теплових умов, у яких знаходиться рідка ванна при дуговій плавці зливків тугоплавких металів.

На основі аналізу теплообміну в дугових плазмових гарнісажних печах можна виділити три цілі, які становлять найбільший інтерес, а саме:

- - дослідження теплових процесів у гарнісажному тиглі;
- вивчення розповсюдження теплоти у витратному електроді;

– визначення теплового балансу.

У рідкій ванні гарнісажного тигля теплота розповсюджується теплопровідністю й конвекцією.

Високі температури, конструктивні особливості гарнісажного тигля надзвичайно ускладнюють дослідження особливостей процесу та розробку методики розрахунків параметрів тигля, й режимів плавки. Можливості експериментального дослідження плазово-дугових процесів надто обмежені внаслідок того, що немає надійних методів виміру гідродинамічних параметрів ванн розплавлених тугоплавких металів, які характеризуються високою хімічною активністю. Тим часом усебічний аналіз великого об'єму експериментальних даних дозволяє скласти уявлення про фізичну суть процесу та отримати прості й придатні для інженерних практичних розрахунків формули.

### **Конструкції плазово-дугових гарнісажних печей (ПДГП)**

Плазову гарнісажну плавку можна виконувати як з витратним, так і без витратного електроду, тобто шихтою може бути губка, стружка, гранули, відходи виробництва та ін. [2]. При цьому ПДГП вигідно відрізняються від вакуумних дугових гарнісажних печей, оскільки в них немає жорсткого електричного зв'язку між шихтою, яка плавиться, і джерелом нагрівання. Це дозволяє витримувати необмежений час ванну рідкого металу для проведення технологічних операцій (легування, перемішування, відбору проб тощо).

Плазово-дугова гарнісажна ливарна установка УП-109, конструкції ІЕЗ ім. Є. О. Патона (схема установки представлена на рис. 1, технічні характеристики представлені в табл. 1) призначена для отримання фасонного литва з високолегованих сталей і сплавів. Вихідним матеріалом для переплаву є витратна заготовка. Енергетична частина установки-дугові плазмотрони, котрі можуть живитися як постійним, так і змінним струмом.

Установка УП-109 зібрана на базі герметичної плавильної камери 6, посередині камери встановлено поворотний ливарний стіл (карусель) 10 для розміщення на ньому ливарних форм 7. У плавильній камері розміщено поворотний гарнісажний тигель 5 та витратна заготовка 4, яка закріплена на вертикальному штоці 2, що через ущільнення входить у плавильну камеру 6. На сферичній частині зверху плавильної камери радіально в ущільнених вікнах встановлено три дугові плазмотрони 12 (типу ПДМ-13 РМ) з механізмом регулювання, що забезпечує їх повздовжнє переміщення. Повздовжнє переміщення плазмотронів здійснюється за допомогою гідравлічних механізмів, а кутове – вручну.

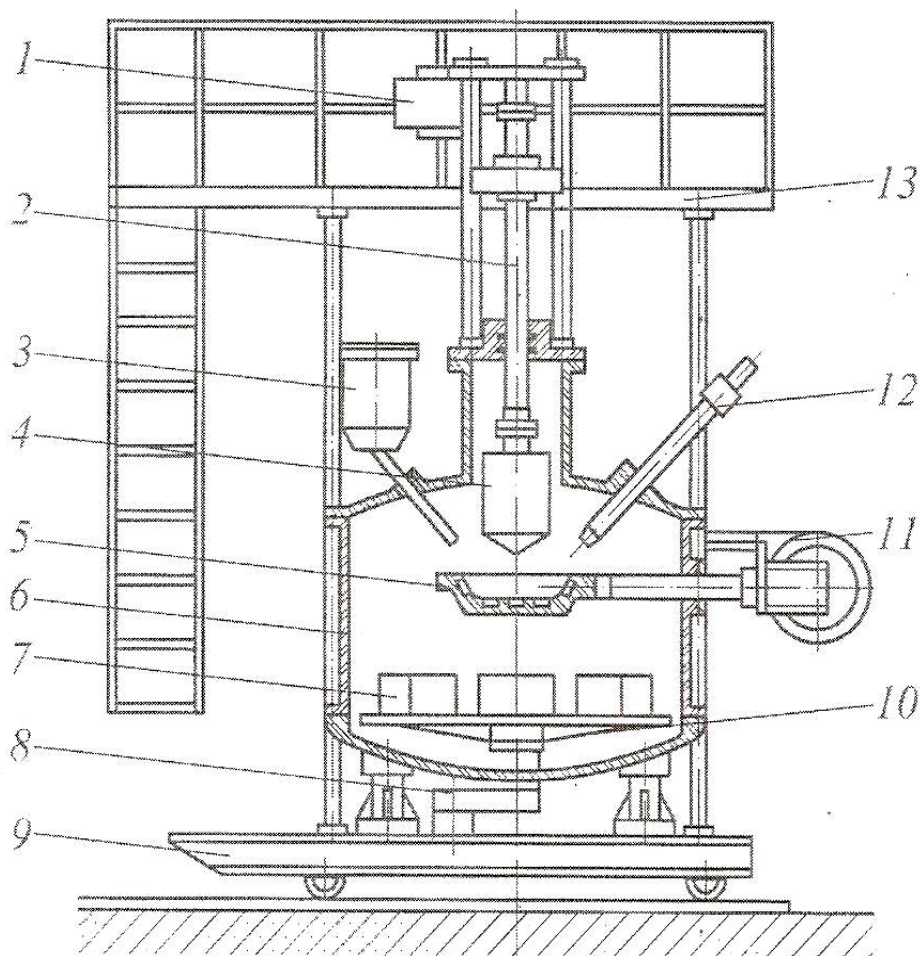


Рис. 1 Плазмово-дугова гарнісажна ливарна установка УП-109 (ІЕЗ ім. Є. О. Патона):

1 - привід переміщення витратної заготовки; 2 - шток механізму переміщення витратної заготовки; 3 – бункер з флюсом; 4 – витратна заготовка; 5 – гарнісажний тигель; 6 – плавильна камера; 7 – ливарні форми; 8 – механізм повороту ливарного столу; 9 – візок; 10 – ливарний стіл (карусель); 11 – механізм нахилу тигля; 12 – плазмотрон; 13 – площадка обслуговування

### Література

1. Неуструев А.А., Вакумные гарнисажные печи./А.А.Неуструев, Г.Л.Ходоровский-М.:Металлургия, 1977-275с.
2. Плавильні агрегати спеціальної електromеталургії, Атлас 4.2:Плазмово-дугові печі.Ремізов Г.О.; за ред. Б.Е.Патона, Д.Ф.Чернеги- К.:ІВЦ "Політехніка", 2004-114с.
3. Клюев М.М. Плазменно-дуговий переplав/ М.М. Клюев – М.: Металлургия, 1980.-152с.

**Таблиця 1** Технічні характеристики плазмової гарнісажної установки УП-109

Технічні показники	Величина
Разовий злив рідкого металу, кг	30
Максимальна маса, кг	20
Максимальні розміри ливарних форм, мм :	
довжина	400
ширина	250
висота	400
Кількість ливарних форм на каруселі, шт.	6
Розміри витратної заготовки, мм :	
діаметр	до 240
довжина	до 650
Максимальна маса витратної заготовки (по сталі),кг	230
Швидкість переміщення витратної заготовки, мм/хв.:	
робоча	4-44
маршова	260
Швидкість обертання витратної заготовки, об/хв.	6
Кількість плазмотронів, шт.	3
Загальна потужність плазмотронів, кВт	1000
Витрати плазмоутворюючого газу на один цикл роботи установки, м <sup>3</sup>	3
Загальні витрати води на охолодження, м <sup>3</sup> /год.	до 145
Живлення плазмотронів:	
змінний струм, джерело живлення А-1474, шт.	1
постійний струм, джерело живлення А-1458 з випрямним блоком А-1557,компл.	3