

УДК 669.187.56

## УСТАНОВКА ДЛЯ ЕЛЕКТРОШЛАКОВОЇ ПЛАВКИ І РАФІНУВАННЯ ВІДХОДІВ МІДІ ТА ЇЇ СПЛАВІВ.

*Рижикова К.В., Гнатушенко О.В., Волкотруб М.П.*

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», Інститут електрозварювання  
ім. Є.О. Патона НАН України*

*Запропоновано для переробки некомпактних відходів міді та сплавів на її основі використовувати електрошлакову тигельну плавку. Представлено основні конструктивні особливості електрошлакової установки, а також конструкцію плавильної ємності, в якій здійснюється процес.*

*Предложено для переработки некомпактных отходов меди и сплавов на ее основе использовать электрошлаковую тигельную плавку. Представлены основные конструктивные особенности электрошлаковой установки, а также конструкция плавильной емкости, в которой осуществляется процесс.*

*It is suggested for processing of incompact wastes of copper and alloys on her basis to use electro-slag tyhel' nu to plavku. The basic structural features of the electro-slag setting, and also construction of plavyl' noi capacity, a process is carried out in which, are presented.*

### **Вступ**

При плавці любого виду відходів різних металів основними задачами є досягнення високої продуктивності процесу при відносно незначних витратах енергоресурсів, максимальне збереження як основного металу, так і легуючих добавок, високий ступінь рафінування металу від неметалевих краплень та газів. Особливо це стосується відходів кольорових металів, зокрема міді та сплавів на її основі, серед яких окрему групу складають некомпактні відходи, такі як стружка і т.п. Вирішення цих питань багато в чому залежить від плавильного агрегату в якому здійснюється переробка даної сировини [1, 2].

На сьогодні для плавки некомпактних відходів міді та її сплавів використовують різні плавильні агрегати, в основному це стаціонарні і поворотні відбивні печі, електродугові печі, індукційні (каналні і тигельні) печі. Переробка стружки в таких плавильних агрегатах пов'язана

з окремими труднощами, так як вона має незначну насипну масу і дуже часто забруднена залишками мастильних матеріалів. Це, в свою чергу, призводить до значного вигару металу та низької якості кінцевої металопродукції [3-5]. У зв'язку з цим доцільним є використання інших, більш прогресивних, методів, здатних покращити як економічні показники процесу, так і якість отриманого металу.

Одним із таких способів є електрошлакова тигельна плавка, ведення процесу при якій здійснюється невитратним електродом [6-9]. Сутність способу наступна. Спочатку в футерованій плавильній ємності наводиться шлакова ванна і нагрівається до потрібної температури. Потім металева шихта поступово подається на шлакову ванну. Маючи більшу густину ніж шлак часточки шихти занурюються в нього де плавляться і в рідкому вигляді накопичуються на дні тигля. Особливістю такої технології є те, що розплавлення шихти відбувається в товщі рідкого шлаку, де виключається її контакт з навколишньою атмосферою. Це дозволяє суттєво знизити вигар металу. Крім того відбувається інтенсивне рафінування металу шлаком.

Для переробки відходів міді та її сплавів В ІЕЗ ім. Є.О Патона, використовують електрошлакову установку, створену на базі апарату А-550, схема і зовнішній вигляд якої приведені на рис. 1 і рис. 2 відповідно, а технічні характеристики в таблиці 1. Установка складається з наступних основних вузлів:

- колони (апарат А- 550);
- електродотримача;
- металевого невитратного електроду, що охолоджується, з графітовим наконечником;
- зварного візка з плавильною ємністю;
- джерела електричного струму і короткої мережі;
- системи охолодження і видалення димових газів (витяжної вентиляції);
- системи управління.

Апарат А-550 стаціонарно встановлений на робочому майданчику, складається з колони 2 з механізмом вертикального переміщення електроду, приводної каретки 3 з електродотримачем 4 і станини 13, усередині якої змонтована пускорегулююча електроапаратура. Переміщення електроду здійснюється гвинтовим приводом від електродвигуна постійного струму

Для розплавлення і нагрівання шлакової ванни використовується металевий електрод 6, що охолоджується водою, спеціальної конструкції, нижня робоча частина (наконечник) якого виготовлена з графіту. Розміри наконечника складають: діаметр - 100-150 мм, в залежності від внутрішніх

розмірів тигля, довжина - 100-250 мм. До електроду під'єднується один з силових кабелів, а також гумові шланги для підведення і відведення води.

Живлення установки здійснюється від зварювального трансформатора 5 марки ТШС 3000-1, що має п'ять ступенів регулювання напруги в діапазоні від 27 до 46 В. Для підведення струму використовується коротка мережа, що складається з двох водоохолоджуваних електричних кабелів 1, під'єднаних з одного боку до виводів по низькій стороні джерела живлення, а з іншої - до електроду та піддону.

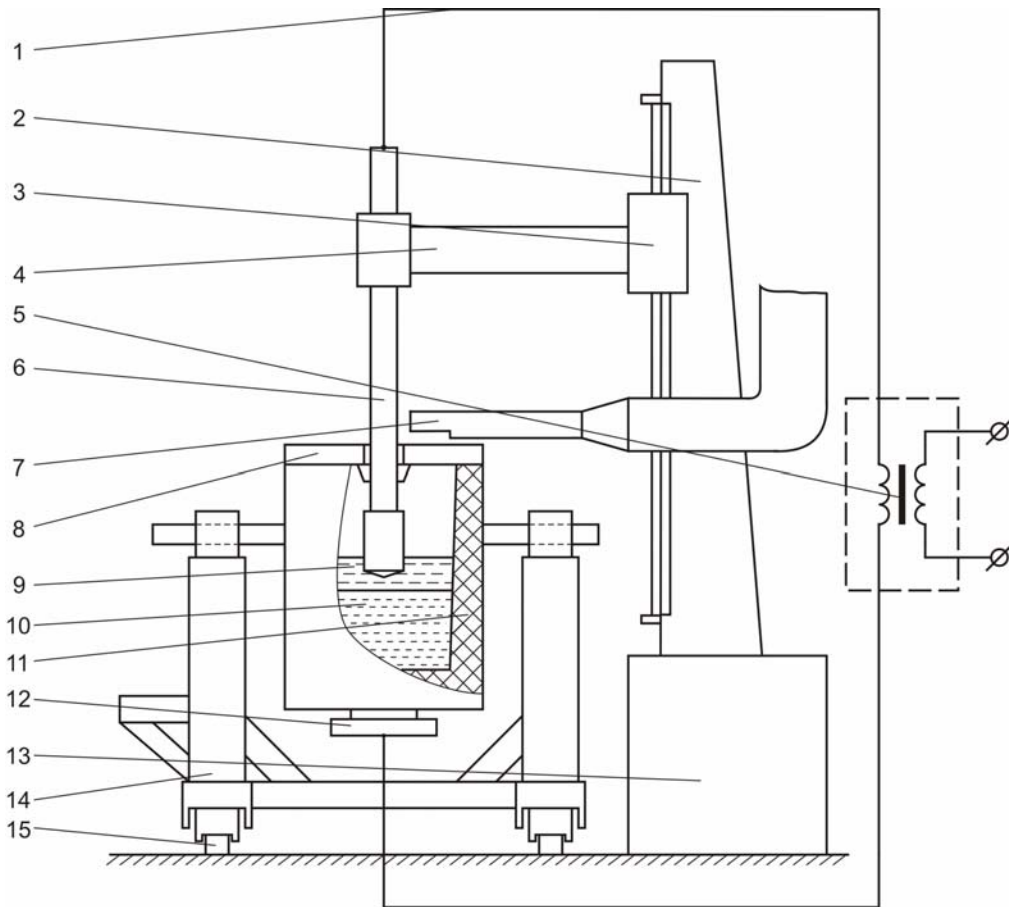


Рис. 1 Схема установки для електрошлакової плавки відходів міді та її сплавів.

1 - водоохолоджуваний електричний кабель; 2 - колона; 3 - приводна каретка; 4 - електродотримач; 5 - трансформатор; 6 - невитратний електрод; 7 - витяжна вентиляція; 8 - футеровані кришки; 9 - шлакова ванна; 10 - металева ванна; 11 - плавильна ємність; 12 - піддон; 13 - станина; 14 - зварний візок; 15 - рейковий шлях.

Плавильна ємність або тигельна піч 11, встановлена цапфами на зварному візку 14 на рейковому шляху 15, являє собою сталевий циліндр, футерований зсередини, вогнетривким матеріалом (детальний опис конструкції плавильної ємності приведений нижче). Під час плавки тигель накривається футерованою кришкою 8, що складається з двох розсувних частин, з отвором в центрі для проходу електроду і видалення димових газів. Одна з половин кришки відкривається для завантаження шихти в процесі плавки. Для підведення струму і охолодження нижньої частини плавильної ємності до неї під'єднано водоохолоджуваний піддон 12 до якого, у свою чергу, під'єднується один з силових кабелів. Для видалення димових газів установка оснащена витяжною вентиляцією 7.



Рис. 2. Зовнішній вигляд установки для плавки відходів міді та її сплавів

Таблиця 1

Технічні характеристики установки

№ п/п	Найменування параметра	Од. вим.	Величина параметра
1.	Об'єм тигля (макс.)	дм <sup>3</sup>	21
	Встановлена потужність трансформатора	кВа	138
2.	Робоча напруга	В	36 - 47
3.	Робочий струм	А	1200 - 1600
	Швидкість переміщення електроду	м/ч	0,8 - 10
4.	Хід каретки електротримача	мм	1000
	Розміри графітованого наконечника		
5.	довжина	мм	120 - 250
6.	діаметр	мм	100 - 150
7.	Вага флюсу на плавку	кг	10 - 20
	Витрата води, на охолодження	м <sup>3</sup> /ч	2
	Габаритні розміри установки		
8.	довжина	мм	2500
9.	ширина	мм	1500
10.	висота	мм	3000

При електрошлаковій тигельній плавці плавильна ємність безумовно є найважливішою конструктивною частиною установки, виходячи з тих міркувань, що в ній здійснюється розплавлення шихти, протікають фізико-хімічні процеси між контактуючими фазами - шлаком, металом, вогнетривкою футерівкою, і електродом. Крім того, в процесі роботи вона піддається великим тепловим навантаженням, а також повинна утримувати значні маси розплавленого металу і шлаку. Тому при розробці і конструюванні даної тигельної печі всі ці особливості були враховані.

Плавильна ємність для переробки відходів міді та її сплавів (рис. 3) розрахована на приготування до 150 кг рідкого металу. Складається із сталевого зварного корпусу 5 з цапфами 4, зливного носка 3. Основу вогнетривкої футерівки складає цілісний графітовий тигель 8. Простір між тиглем і внутрішніми стінками корпусу, включаючи також дно печі, заповнений теплоізоляційним матеріалом, що складається з азбестового картону 6 (у стінок корпусу і на дні) і подрібненого шамоту 7. Притиснення вогнетривкого тигля до дна здійснюється за допомогою металевого кільця 2. Воно також запобігає висипанню теплоізоляційної засипки під час повороту плавильної місткості.

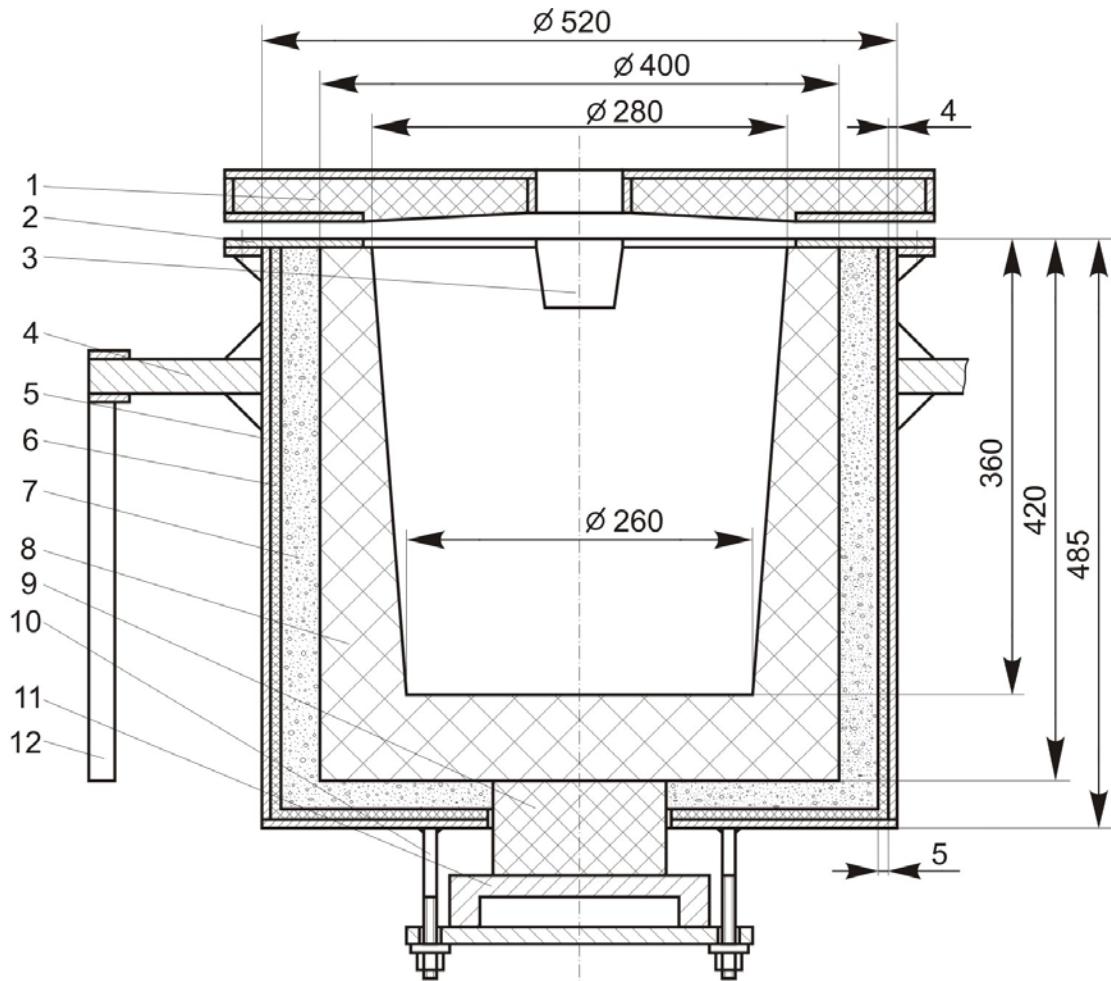


Рис. 3. Схема плавильної ємності для переробки відходів міді та її сплавів

1 - футерована кришка; 2 - металеве притискне кільце; 3 - зливний носок; 4 - цапфи; 5 - сталевий корпус; 6 - азбестовий картон; 7 - теплоізоляційна засипка; 8 - графітовий тигель; 9 - графітова вставка; 10 - шпильки; 11 - водоохолоджуваний піддон; 12 – важіль.

Підведення струму до дна графітованого тигля, що в даному випадку також є донним електродом, здійснюється за допомогою щільного притискання графітової вставки 9 і водоохолоджуваного піддону 11. Притиснення здійснюється за допомогою чотирьох шпильок 10, приварених до дна корпусу. Під час плавки, з метою зменшення теплових втрат випроміненням з поверхні шлакової ванни, плавильна ємність накривається футерованою кришкою 1. Нахил печі тигля при зливанні розплаву здійснюється вручну за допомогою важіля 12.

В процесі роботи установки, щоб уникнути передчасного виходу з ладу із-за перегрівання, передбачається примусове водяне охолодження деяких її елементів: піддону, електроду, трансформатора і силових кабелів. Система охолодження складається з гідроблоку, напірних і зливних

гумовотканинних рукавів. Тиск води на вході в колектор контролюється манометром.

Система управління установкою складається з пульта і шафи управління. На пульті управління розташовані наступні кнопки "пуск" і "стоп" - для включення і відключення, відповідно, джерела живлення, "вгору" і "вниз" - для переміщення електроду в необхідному напрямі і кнопка "стоп" - аварійного відключення. Контроль електричних параметрів здійснюється за допомогою амперметрів і вольтметрів, так само розташованих на пульті управління.

Для виміру температури шлаку і металу використовуються і вольфрам-ренієві термометри, приєднані до самописних приладів КСП4, з шкалами ВР5/2068-1 з діапазоном Т (0-180) x10.

Представлена і описана вище електрошлакова установка характеризується простотою в обслуговуванні, мобільністю, тобто, можливістю без особливих змін використовуватись для плавки іншої сировини. Крім того вона вимагає значно менших капітальних затрат при виготовленні та введенні в експлуатацію і може розташовуватись поблизу скупчення або збору матеріалу, що підлягає переробці.

### Література

1. Галдин Н.М. Использование отходов металлообработки в литейных цехах машиностроительных заводов // Литейное производство. – 1986 - №12. – С. 10-13.
2. Шевелев А.И. Создание комплекса по переработке лома и отходов цветных металлов // Металл и литье Украины. – 2004. - №3-4. – С. 45-46.
3. Шкляр М.С. Печи вторичной цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1978. – 216 с.
4. Худяков И.Ф., Доррожневич А.П., Карелов С.В. Металлургия вторичных тяжелых цветных металлов. – М.: Металлургия, 1987. – 470 с.
5. Производство отливок из сплавов цветных металлов. Учебник для вузов / А.В. Курдюмов, М.В. Пикунов, В.М. Чурсин, Е.Л. Бибилов – М.: Металлургия, 1986. – 416 с.
6. Биктагиров Ф.К. Применение электрошлакового процесса с нерасходуемыми электродами для плавки, рафинирования и обработки металлов. Сообщ. 2 // Современная электрометаллургия. – 2003. - № 1. – С. 5-9.
7. Биктагиров Ф.К., Крутиков Р.Г., Гнатушенко А.В. Электрошлаковая плавка некомпактных металлических и металлосодержащих материалов // Проблемы металлургии, материаловедения и сварки. Сборник научных трудов VII Междунар. научн.-техн. конф. – Тбилиси, 2002. – С. 347-353.
8. Шаповалов В.А., Биктагиров Ф.К., Гнатушенко А.В., Игнатов А.П. Электрошлаковый переплав стружки бронзы Бр. КН1-3 // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні. Тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ, 2005. – С. 524-526.