МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ

РОБОЧА ПРОГРАМА,
методичні вказівки та індивідуальні завдання
до вивчення дисципліни
«Металургія важких металів»
для студентів заочної форми навчання
за освітньо-професійною програмою
«Технології та обладнання виробництва металів і сплавів»
підготовки здобувачів вищої освіти
за першим (бакалаврським) рівнем
зі спеціальності 136 «Металургія»
(Профіль: *МЕ06 «Металургія кольорових металів»*)

Дніпро НМетАУ 2016

УДК 669.71
Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання до вивчення дисципліни «Металургія важких металів» для студентів заочної форми навчання за освітньо-професійною програмою «Технології та обладнання виробництва металів і сплавів» підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем зі спеціальності 136 «Металургія» (Профіль: *ME06* «*Металургія кольорових металів*») / Укл.: Г.А. Поляков, С.М. Підгорний, Г.М. Трегубенко, В.С. Ігнатьєв, Ю.О. Бубликов – Дніпро: НМетАУ, 2016. – 8с.

Наведені робоча програма дисципліни з методичними вказівками, рекомендованою літературою і питаннями для самоперевірки за окремими темами, а також індивідуальне домашнє завдання.

Призначена для студентів заочної форми навчання за освітньо-професійною програмою «Технології та обладнання виробництва металів і сплавів» підготовки здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем зі спеціальності 136 «Металургія» (Профіль: *ME06* «*Металургія кольорових металів*»).

Укладачі: Г.А. Поляков, ст. викладач
С.М. Підгорний, ст. викладач
Г.М. Трегубенко, д-р техн. наук, проф.
В.С. Ігнатьєв, канд. техн. наук, проф.
Ю.О. Бубликов, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний за випуск М.І. Гасик, д-р техн. наук, проф.

Рецензент Л.В. Камкіна, д-р техн. наук, проф. (НМетАУ)

Підписано до друку _____. Формат 60х84 1/16. Папір друк. Друк плоский.
Облік.-вид. арк. ____. Умов. друк. арк. _____. Тираж 100 пр. Замовлення № ___

Національна металургійна академія України
49600, м. Дніпро-5, пр. Гагаріна, 4

Редакційно-видавничий відділ НМетАУ

1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

За навчальним планом дисципліна «Технологічні особливості виробництва важких металів» вивчається на 4 курсі. Мета дисципліни – вивчення властивостей, застосування рудної сировини та технології виробництва найбільш важливих важких металів – міді, нікелю та свинцю.

Аудиторні навчальні заняття для студентів денної форми навчання складають 40 годин лекції, а для студентів-заочників – 16 годин лекції і 4 години практичних занять. Студенти заочної форми навчання виконують також індивідуальне домашнє завдання.

Основною літературою з даної дисципліни є:

1. Металургія кольорових металів: Навчальний посібник для вищих навчальних закладів / О.В. Рабінович, Ю.В. Садовник, В.С. Ігнатьєв, Г.М. Трегубенко, Ю.О. Бубликов. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2009. – 154 с.

2. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. – М.: Интермет инжиниринг, 2000. – 442 с.

3. Худяков И.Ф., Кляйн С.З., Агеев Н.Г. Металлургия меди, никеля, сопутствующих элементов и проектирование цехов. – М.: Металлургия, 1993. – 431 с.

4. Шифрин В.М., Горобец А.П. Практическая металлургия тяжелых цветных металлов. Часть 1. Металлургия меди и никеля: Учебное пособие. – Днепропетровск: Системные технологии, 1999. – 79 с.

2. РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ І МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ТЕМ

Тема 1. Металургія міді

1.1. Програма

Властивості та застосування міді та її сплавів. Сировина для одержання первинної міді і принципова схема її виробництва.

Окислювальне випалення мідних концентратів. Плавка на штейн. Конвертація мідних штейнів. Вогняне рафінування чорнової міді. Електролітичне рафінування міді. Автогенні процеси у виробництві міді.

1.2. Література

[1], С. 77-100; [2], С. 112-186; [3], С. 8-41.

1.3. Методичні вказівки

Мета вивчення теми – засвоєння основ технології виробництва міді.

У цій темі необхідно уяснити властивості та галузі застосування міді, рудну сировину і технологічну схему виробництва міді.

Вивчивши тему, студент повинен:

- знати основи технології виробництва міді;
- вміти обгрунтувати галузі застосування міді та її сплавів.

1.4. Питання для самоперевірки

1. Назвіть основні властивості міді та галузі її застосування.
2. Які основні сплави міді та їх призначення?
3. Назвіть типи руд і мінералів міді , які існують у природі.
4. Яка технологічна схема отримання міді із сульфідних руд?
5. Чим відрізняються «штейн» від «шлаку»?
6. Які види рафінувальних процесів використовують при одержанні товарної міді?
7. Які процеси називаються автогенними?

Тема 2. Металургія нікелю і феронікелю

2.1. Програма

Властивості та галузі застосування нікелю. Сплави нікелю. Сировина для одержання нікелю. Загальні технологічні схеми переробки нікелевої сировини. Одержання вогняного нікелю з окисних руд. Виробництво феронікелю з окисних руд. Одержання нікелю з сульфідних руд.

2.2. Література

[1], С. 186-227; [3], С. 8-41.

2.3. Методичні вказівки

Мета вивчення теми – засвоєння основ технології виробництва нікелю.

У цій темі необхідно уяснити властивості та галузі застосування нікелю, рудну сировину і технологічну схему виробництва нікелю.

Вивчивши тему, студент повинен:

- знати основи технології виробництва нікелю;
- вміти обгрунтувати галузі застосування нікелю.

2.4. Питання для самоперевірки:

1. Назвіть властивості та галузі застосування нікелю та його сплавів.
2. З якої сировини отримують нікель?
3. Яка технологічна схема переробки окисних нікелевих руд?
4. Яка технологічна схема переробки сульфідних мідно-нікелевих руд?

5. Що таке нікелевий файнштейн?
6. Які особливості виробництва та рафінування чорнового феронікелю?

Тема 3. Металургія свинцю

3.1. Програма

Властивості свинцю та галузі його застосування. Сировина для одержання свинцю. Шахтна плавка свинцевих концентратів. Переробка шлаків свинцевої плавки. Реакційна плавка свинцю. Пірометалургійне рафінування чорнового свинцю. Електролітичне рафінування свинцю.

3.2. Література

[2], С. 227-255.

3.3. Методичні вказівки

Мета вивчення теми – засвоєння основ технології виробництва свинцю.

У цій темі необхідно уяснити властивості та галузі застосування свинцю, рудну базу і технологічну схему виробництва свинцю.

Вивчивши тему, студент повинен:

- знати основи технології виробництва свинцю;
- вміти обгрунтувати галузі застосування свинцю.

3.4. Питання для самоперевірки:

1. Назвіть властивості та галузі застосування свинцю.
2. З якої сировини отримують свинець?
3. Яка технологічна схема пірометалургійної переробки сульфідних свинцевих концентратів?
4. Яка мета шахтної плавки свинцевого агломерату?
5. Який принцип реакційної плавки свинцю?
6. Яка технологія вогневого рафінування чорнового свинцю?

3. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

По дисципліні передбачається для студентів-заочників 4 години практичних занять, присвячених виконанню розрахунків процесів виробництва міді і нікелю, а також сплавів на їх основі [4].

Практичні заняття проводяться в аудиторії під керівництвом викладача і є підготовкою до виконання домашнього завдання.

4. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

Індивідуальне завдання присвячено розрахунку шихти для виплавки бронзи з відходів в індукційній печі.

Бронзи – це сплави на базі міді, в яких головними легуючими добавками є олово, алюміній, свинець та інші елементи. Бронзи, які мають високу міцність, пластичність, корозійну стійкість та інші цінні якості, застосовують у багатьох галузях промисловості, побутовій техніці та мистецтві (художнє литво). Позначають бронзи двома буквами – Бр, далі ставлять перші літери головних легуючих елементів та цифри, які відображають їх відсотковий вміст. В цьому індивідуальному завданні розрахунок шихти для усіх варіантів виконається для бронзи марки Бр03Ц7С5Н1, вимоги до складу якої та хімічний склад наведені нижче, % мас.

	Sn	Zn	Pb	Ni	Sb	Fe	Si
Граничні значення	2,5-4,0	6,0-3,5	3,0-6,0	0,5-2,0	≤0,5	≤0,4	≤0,02
Прийняті до розрахунку	3,0	8,0	5,0	1,0	≤0,5	≤0,4	≤0,02

Решта – мідь.

Склад шихтових матеріалів наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Склад шихтових матеріалів

Компоненти шихти	Позначення	Хімічний склад % мас						
		Легкі елементи				Домішки		
		Sn	Zn	Pb	Ni	Sb	Fe	Si
Повернення Бр03Ц7С5Н1	X_1	3,1	7,5	4,0	1,5	0,4	0,3	0,01
Відходи Бр010Ц2	X_2	9,5	2,5	-	-	0,2	0,1	0,01
Відходи Бр05Ц25	X_3	5,0	-	26,0	-	0,2	0,2	0,02
Відходи ЛЦ42	X_4	-	43,0	-	-	0,1	0,1	0,01
Відходи МН15Ц20	X_5	-	21,0	-	14,0	0,01	0,5	0,15
Мідь катодна	X_6	-	-	-	-	0,2	0,1	-

** В усіх матеріалах Си – решта; в катодній міді 99% Си.*

Метою розрахунку є визначення кількості кожного компонента шихти для забезпечення одержання бронзи вищенаведеного складу.

Розрахунок виконуємо на 100 кг готового сплаву. Для розрахунку приймаємо наступні умови:

- кількість власного повернення (X_1) приймаємо згідно з варіантом (табл. 4.2);

- решту шихти становлять відходи бронзи Бр010Ц2(X_2) та Бр05Ц25 (X_3), латуні ЛЦ42 (X_4), нейзильберу МН15Ц20 (X_5) та катодна мідь (X_6);

- втрати при плавці усіх елементів, крім цинку, приймаємо згідно з варіантом (табл. 4.2);

- втрати цинку становлять для усіх варіантів 13% від маси матеріалу.

Таблиця 4.2

Варіанти вихідних даних (1–64)

Втрати елементів при плавці, %	Повернення відходів бронзи Бр03Ц7С5Н1							
	46	47	48	49	51	52	53	54
1,6	1	2	3	4	5	6	7	8
1,7	9	10	11	12	13	14	15	16
1,8	17	18	19	20	21	22	23	24
1,9	25	26	27	28	29	30	31	32
2,1	33	34	35	36	37	38	39	40
2,2	41	42	43	44	45	46	47	48
2,3	49	50	51	52	53	54	55	56
2,4	57	58	59	60	61	62	63	64

Як приклад, виконуємо приблизний розрахунок для 50% власного повернення відходів бронзи Бр03Ц7С5Н1 та 2% витрат при плавці усіх елементів, крім цинку.

Складаємо шість балансових рівнянь.

Баланс по олову:

$$X_1 * 3,1/100 + X_2 * 2,5/100 + X_3 * 5,0/100 = 3,0 \text{ кг.} \quad (4.1)$$

Баланс по цинку:

$$X_1 * 7,5/100 + X_2 * 2,5/100 + X_4 * 43/100 + X_5 * 21/100 = 8,0/0,87 = 9,2 \text{ кг.} \quad (4.2)$$

де 0,87 – коефіцієнт, який ураховує витрати цинку у розмірі 13%.

Баланс по свинцю:

$$X_1 * 4,0/100 + X_3 * 26/100 = 5,0 \text{ кг.} \quad (4.3)$$

Баланс по нікелю:

$$X_1 * 1,5/100 + X_5 * 14/100 = 1,0 \text{ кг.} \quad (4.4)$$

Загальний баланс шихти:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 100/0,98 = 102,04 \text{ кг,} \quad (4.5)$$

де 0,98 – вихід придатного з урахуванням 2% втрат усіх матеріалів.

Частка повернення сплаву, що виплавляється, становить 50%, тобто

$$X_1 = 50\text{кг.} \qquad (4.6)$$

Тоді з *рівняння (4.3)* маємо:

$$X_3 = (5–X_1*4/100) * 100/26 = (5\text{-}50*4/100) * 100/26 = 11{,}54 \text{ кг.}$$

З *рівняння (4.4)* маємо:

$$X_5 = (1\text{-}X_1*1{,}5/100) * 100/14 = (1\text{-}50*1{,}5\backslash 100) * 100/14 = 1{,}79 \text{ кг.}$$

З *рівняння (4.1)* маємо:

$$X_2 = (3\text{-}X_1*3{,}1/100\text{-}X_3*5{,}0/100) * 100/9{,}5 = (3\text{-}50*3{,}1/100\text{-}$$
$$\text{- } 11{,}54*5/100) * 100/9{,}5 = 9{,}19 \text{ кг.}$$

З *рівняння (4.2)* маємо:

$$X_4 = (9{,}2\text{-}X_1*7{,}5/100\text{-}X_2*2{,}5/100\text{-}X_5*21/100) * 100/43 =$$
$$= (9{,}2\text{-}50*7{,}5/100\text{- } 9{,}19*2{,}5/100\text{-}1{,}79*21/100) * 100/43 = 11{,}27 \text{ кг.}$$

З *рівняння(4.5)* маємо:

$$X_6 = 102{,}04\text{-}(X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5) = 102{,}04 -$$
$$\text{- } (50+9{,}19+11{,}54+11{,}27+1{,}79) = 18{,}25 \text{ кг.}$$

Перевіряємо вміст домішок у готовому сплаві.

Кількість сурми складає:

$$50*0{,}004+9{,}19*0{,}002+11{,}54*0{,}002+11{,}27*0{,}001+1{,}79*0{,}0001+18{,}25*0{,}002=$$
$$= 0{,}291 \text{ кг або } 0{,}29\%, \text{ що менше за допустимі } 0{,}5\%.$$

Кількість заліза складає:

$$50*0{,}003+9{,}19*0{,}001+11{,}54*0{,}002+11{,}27*0{,}001+1{,}79*0{,}005+18{,}25*0{,}001=$$
$$= 0{,}22 \text{ кг або } 0{,}22\%, \text{ що менше за допустимі } 0{,}4\%.$$

Кількість силіцію складає:

$$50*0{,}001+9{,}19*0{,}0001+11{,}54*0{,}0002+11{,}27*0{,}0001+1{,}79*0{,}0015=$$
$$= 0{,}12 \text{ кг або } 0{,}012\%, \text{ що менше за допустимі } 0{,}02\%.$$

Таким чином, вміст всіх домішок в розрахованій шихті менше допустимих.

Склад шихти на 100 кг готового сплаву складає:

- Повернення бронзи Бр03Ц7С5Н1……50 кг:
- Відходи бронзи Бр010Ц2……9,2 кг;
- Відходи бронзи Бр05Ц25……11,5 кг;
- Відходи латуні ЛЦ42……11,3 кг;
- Відходи нейзильберу МН15Ц20……1,8 кг;
- Мідь катодна……18,2 кг;

Усього……102 кг.