

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА МЕТАЛУРГІЙНА АКАДЕМІЯ УКРАЇНИ**



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання курсового проекту з дисципліни
«Технологічне проектування підприємств в кольоровій металургії»
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

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологічне проектування підприємств в кольоровій металургії» 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») / Укл.: Г.А. Поляков, С.М. Підгорний, Г.М. Трегубенко, В.С. Ігнат'єв, Ю.О. Бубликов – Дніпро: НМетАУ, 2016. – 21с.

Наведені методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологічне проектування підприємств в кольоровій металургії».

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: *МЕ06 «Металургія кольорових металів»*).

Укладачі: Г.А. Поляков, ст. викладач
С.М. Підгорний, ст. викладач
Г.М. Трегубенко, д-р техн. наук, проф.
В.С. Ігнат'єв, 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 60x84 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. ВИХІДНІ ДАНІ

Курсовий проект на тему «Проектування цеху електролізу алюмінію заданої продуктивності» виконується студентами спеціальності 7.05040102 – «Металургія кольорових металів» в IX семестрі при вивченні дисципліни «Технологічне проектування в кольоровій металургії».

Курсовий проект вміщує такі основні розділи:

- 1) вибір типу електролізерів;
- 2) розрахунок розмірів електролізерів;
- 3) розрахунок кількості електролізних ванн, серії і корпусів;
- 4) об'ємно-планувальні рішення електролізного цеху;
- 5) вибір засобів механізації даної операції обслуговування електролізерів;
- 6) вибір системи газозуловлювання і очистки газів електролізерів.

Як вихідні дані для курсового проекту для кожного варіанта задані:

- 7) річна продуктивність електролізного цеху;
- 8) сила струму електролізерів;
- 9) середня напруга на ванні;
- 10) вихід по струму;
- 11) операція обслуговування електролізерів, яку треба механізувати.

В таблиці 1.1 наведені варіанти індивідуальних завдань на курсовий проект. Для усіх варіантів прийнято, що напруга підстанції постійного струму 800 В, фактичний час роботи електролізерів на рік – 350 діб.

Таблиця 1.1
Варіанти індивідуальних завдань на курсовий проект

№ варіанта	Продуктивність цеху, тис.т/рік	Сила струму електролізерів, кА	Середня напруга на ванні, В	Вихід по струму, %	Операція обслуговування електролізерів*
1	2	3	4	5	6
1	50	60	4,2	86	1
2	60	70	4,25	87	2
3	70	80	4,3	88	3
4	80	90	4,35	89	4
5	90	100	4,4	90	5
6	100	110	4,45	88	1
7	110	120	4,5	88	2

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6
8	120	130	4,55	89	3
9	130	140	4,6	89	4
10	140	150	4,65	90	5
11	150	160	4,4	90	1
12	160	170	4,45	91	2
13	170	180	4,5	91	3
14	180	190	4,55	92	4
15	190	200	4,6	92	5
16	200	210	4,65	93	1
17	210	105	4,4	93	2
18	220	115	4,45	92	3
19	230	125	4,5	92	4
20	240	135	4,55	93	5
21	250	145	4,6	93	1
22	260	155	4,5	94	2
23	270	165	4,55	94	3
24	280	175	4,6	94	4
25	290	185	4,65	94	5

*1 Позначення операцій: 1) подача в ванну глинозему; 2) контроль і коректування складу електроліту; 3) регулювання міжполюсної відстані; 4) витяг з ванни алюмінію; 5) догляд за анодами.

Нижче наведені методичні вказівки до виконання основних розділів проекту.

2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ОСНОВНИХ РОЗДІЛІВ ПРОЕКТУ

2.1. Вибір типу електролізерів

Сучасні алюмінієві електролізери класифікують таким чином:

а) згідно з пристроєм анода – на електролізери з самообпалювальним анодом (СОА) і з обпаленим анодом (ОА);

б) згідно з конструкцією анодного струмопідводу – на електролізери з боковим (БС) і верхнім (ВС) струмопідводом, до якого відносяться також електролізери з ОА;

в) згідно з *потужністю* – на електролізери малої (до 50 кА), середньої (від 50 до 100 кА), великої потужності (від 100 до 180 кА) і надпотужні (від 180 кА і більше) електролізери.

Електролізери типу БС є на сьогодні застарілі, але за їх допомогою отримують ще близько 20% світового виробництва алюмінію. Одиначна потужність таких електролізрів складає 60-140 кА. Вони працюють з підвищеною густиною струму (0,7-1 А/см²) і найбільш високою витратою електроенергії (14 500 – 17 500 кВт·г/т).

Електролізери типу ВС забезпечують близько 60% світового виробництва алюмінію. Вони розраховані на силу струму 100-160 кА. Анодна густина знижена до 0,6-0,75 А/см², а питома витрата електроенергії складає 13 500 – 15 500 кВт·г/т.

Електролізери з обпаленими анодами типу ОА розраховані на силу струму до 300 кА. Вони працюють на густині струму 0,5-0,6 А/см² і з найменшою витратою електроенергії (13 200 – 14 500 кВт·г/т).

Для спрощення вибору типу електролізера можна прийняти наступне:

Тип електролізера	$I, \text{кА}$	$j_{\text{ан}}, \text{А/см}^2$	$j_{\text{ан}}, \text{А/см}^2$
БС	60-150	0,7-1,0	0,85
ВС	100-175	0,6-0,75	0,67
ОА	175-300	0,5-0,6	0,55

Схеми алюмінієвих електролізрів різних типів наведені на рисунку 2.1.

Найбільш перспективними є електролізери з попередньообпаленими анодами (рис. 2.1, в). Такі електролізери мають анодні вузли, які вміщують кілька анодів у вигляді вуглецевих і графітових блоків.

При виборі типу електролізера треба враховувати вперше дану силу струму. При цьому необхідно зважати на те, що електролізери з самообпалювальним анодом забезпечують здешевлення виробництва алюмінію, але негативно впливають на екологію. Електролізери з обпаленими анодами найбільш ефективні для сили струму більше 150 кА.

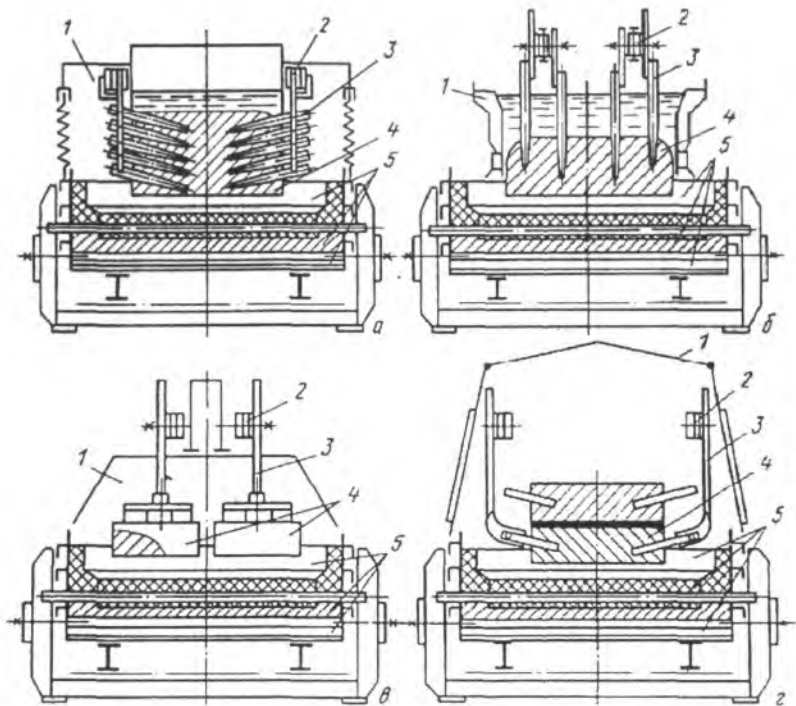


Рис. 2.1. Схеми алюмінієвих електролізерів різних типів:
 а – самообпалювальний анод, боковий струмовідвід; б – самообпалювальний анод, верхній струмовідвід; в – обпалені аноди;
 1 – сховище для вловлювання газів; 2 – анодна ошиновка; 3 – струмопідвідні штирі;
 4 – анод; 5 – катод

2.2. Розрахунок розмірів електролізерів

Розрахунок починається з визначення площини аноду S_A :

$$S_A = J/j_a, \quad (2.1)$$

де J – сила струму, А;

j_a – анодна густина струму, А/см².

Густина струму вибирається на основі даної сили струму і обраного типу електролізера згідно з графіком на рисунку 2.2. Видно, що для усіх типів електролізерів густина струму в аноді зменшується з підвищенням сили струму.

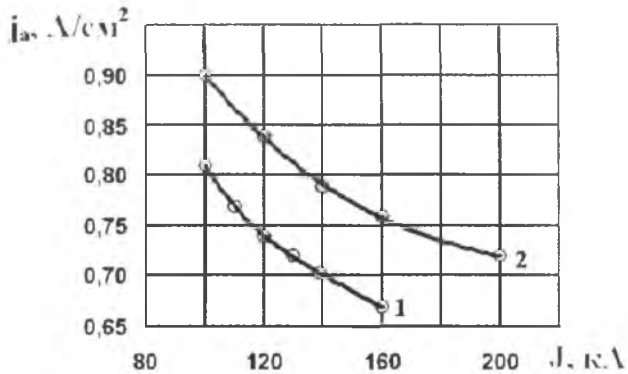


Рис. 2.2. Залежність анодної густини струму від сили струму для різних типів електролізерів:
1 – самообпалювальний анод; 2 – обпалені аноди.

Для електролізерів з самообпалювальним анодом приймають ширину анода $B_a = 260-280$ мм і визначають довжину анода A_a (см):

$$A_a = S/B_a. \quad (2.2)$$

Висота анода H_a (см) дорівнює сумі висот конуса спікання h_k і рівня рідкої анодної маси h_p :

$$H_a = h_k + h_p. \quad (2.3)$$

Для розрахунку необхідно прийняти $h_k = 90-110$ см і $h_p = 25-30$ см.

Для потужних електролізерів з обпаленими анодами анодний масив складається з блоків довжиною L_b , що дорівнює 145 см, шириною B_b , що дорівнює 260-360 см і висотою $H_b = 60$ см. Для таких електролізерів розраховується необхідне число анодів n_a :

$$n_a = S_a/(L_b \cdot B_b). \quad (2.4)$$

При цьому один блок витримує струм до 10кА.

Число анодів мусить бути парним, так як аноди розташовуються у два ряди. Після визначення числа анодів необхідно перерахувати густину струму.

Відстань між анодами по поздовжній стороні (а) складає 50 мм, а між рядами блоків (b) – 50 мм, якщо не передбачено АПГ, і 160-250 мм для розміщення системи АПГ. Тоді довжина (A_a) і ширина (B_a) анодного масиву складають (см):

$$A_a = 0,5 \cdot n_a \cdot B_6 + (0,5 n_a - 1) \cdot a; \quad (2.5)$$

$$B_a = 2 L_6 + b. \quad (2.6)$$

Внутрішні розміри шахти отримують на основі визначених розмірів анода (анодного масиву) і відстані до стінок бокової футеровки. Згідно з даними практики відстань від продольного боку анода до бокової футеровки складає: $c = 550 - 600$ мм, а від торцевого боку анода до бокової футеровки $d = 500 - 600$ мм. Тоді довжина $A_{ш}$ і ширина $B_{ш}$ шахти електролізера (см):

$$A_{ш} = A_a + 2 d; \quad (2.7)$$

$$B_{ш} = B_a + 2 c. \quad (2.8)$$

Глибина шахти визначається сумою рівнів рідкого алюмінію h_m , електроліту h_e і товщиною кірки h_k і складає $H_{ш} = 50$ см.

Для алюмінієвих електролізерів застосовують збірно-блочні подини. Катодні блоки мають висоту $h_6 = 40$ см і ширину $b_6 = 55$ см, число блоків визначається на основі довжини шахти $A_{ш}$ (см):

$$n_6 = 2 A_{ш} / (b_6 + 4), \quad (2.9)$$

де 4 – ширина шва між блоками, см.

Внутрішні розміри кожуха визначаються геометричними розмірами шахти і товщиною теплової ізоляції. Згідно з даними практики бокова футеровка виконується з вугільних блоків товщиною 20 см, а теплоізоляційний шар з шамотної крупки має товщину $h_{теп.} = 5$ см, тоді довжина $A_{кож.}$ і ширина $B_{кож.}$ катодного кожуха складають (см):

$$A_{кож.} = A_{ш} + 2 \cdot 25; \quad (2.10)$$

$$B_{кож.} = B_{ш} + 2 \cdot 25. \quad (2.11)$$

Подина шахти ванни набирається з катодних блоків висотою 40 см, вугільної подушки 3-5 см, теплоізоляційного шару з 5 рядів цегли по 6,5 см кожний і шамотної засипки товщиною 2-5 см, тоді висота кожуха $H_{кож.}$ складає 130 см.

Схема розрахунку електролізної ванни показана на рисунках 2.3 (а,б).

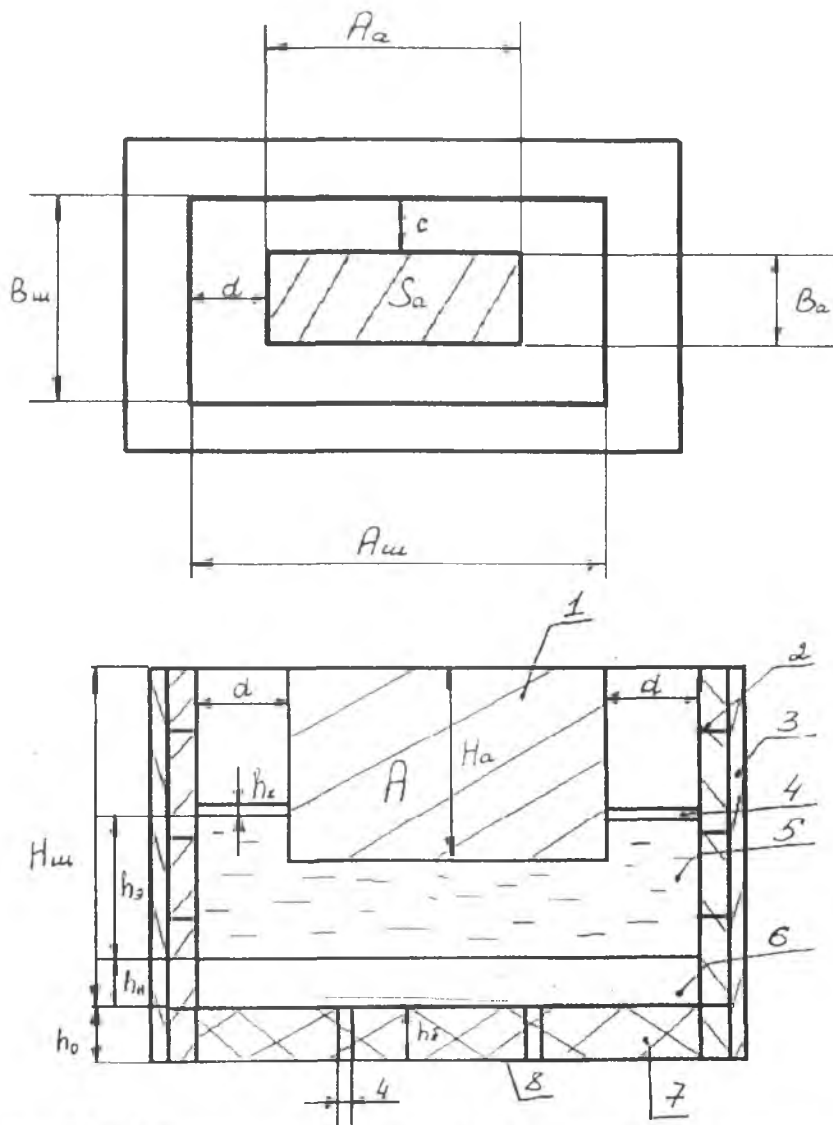


Рис. 2.3 а) Розрахункова схема електролізної ванни з самообпалювальним анодом (боковий і верхній струмовідвід):

- 1 – анод 5 – рідкий електроліт
- 2 – вуглецеві блоки бокові 6 – рідкий алюміній
- 3 – теплоізоляція 7 – вуглецеві катодні блоки
- 4 – кірочка електроліту 8 – сталевий кожух

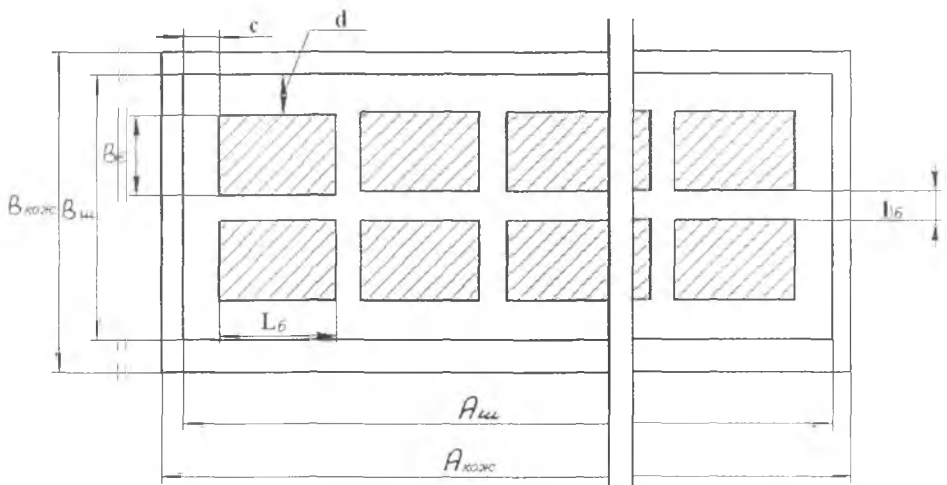


Рис. 2.3 б) Розрахункова схема електролізної ванни з обпаленими анодами

2.3. Розрахунок кількості електролізних ванн, серій і корпусів

Кількість електролізних ванн, які послідовно включені в серію, залежить від напруги впрямленого струму, який отримано на кремнієвій перетворювальній підстанції. Верхня границя напруги серії визначається умовами електробезпеки. В Україні максимальна напруга постійного струму для електролізних серій не повинна перевершувати 800 В.

Річна продуктивність одної ванни Π_p^0 :

$$\Pi_p^0 = J \cdot q \cdot \tau_{ф} \cdot \eta_i \cdot 10^{-3}, \text{ т/год}, \quad (2.12)$$

де J – сила струму на ванні, кА;

q – електрохімічний еквівалент металу, що одержується, г/А·ч ($q_{Al}=0,3355$);

$\tau_{ф}$ – фактичний час роботи ванни за рік, годин;

η_i – вихід по струму, долі одиниці.

Необхідна кількість робочих ванн у цеху n_p^0 :

$$n_p^0 = \Pi_{ц}^0 / \Pi_p^0, \text{ шт.}, \quad (2.13)$$

де $\Pi_{ц}^0$ – річна продуктивність цеху.

Необхідна кількість резервних ванн у цеху $n_{рез}^0$:

$$n_{рез}^0 = n_p^0 * 0,02, \text{ шт.}, \quad (2.14)$$

де 0,02 – коефіцієнт, який свідчить, що резерв електролізерів у випадку зупинки на капремонт складає 2% від числа робочих ванн.

Загальна кількість ванн у цеху n_3^0 :

$$n_3^0 = n_p^0 + n_{рез}^0, \text{ шт.} \quad (2.15)$$

Загальна напруга на усіх ваннах цеху U_3 :

$$U_3 = U_B \cdot n_3^0, \quad (2.16)$$

де U_B – напруга на ванні, В.

Необхідна кількість електролізних серій у цеху n_c :

$$n_c = U_3 / U_{пс}, \text{ шт.}, \quad (2.17)$$

де $U_{пс}$ – напруга, яку забезпечує підстанція, В.

Число серій треба округляти до найближчого цілого числа. Зазвичай електролізний цех складає 1–4 серії.

Серії розташовуються в кількох корпусах, довжина яких досягає 750 м. При цьому коротка серія (до 90 ванн) розташовується в одному корпусі, а серія, яка складає 140–180 ванн, – в двох корпусах.

Необхідна кількість електролізних корпусів n_k визначається за формулою:

$$n_k = n_3^0 / (2 * (L_k - B_{\Sigma} - 2w - l_{сл}) / (A_{кож} + l_{сл})), \quad (2.18)$$

де n_3^0 – загальна кількість ванн у цеху;

$A_{кож}$ – розрахована довжина кожуха електролізера, м;

L_k – довжина корпусу (600–750 м);

B_{Σ} – сумарна ширина проходів, проїздів та транспортного коридора (~20 м);

$l_{сл}$ – відстань між електролізерами в одному ряду, м;

w – відстань між електролізером і стіною.

Число корпусів цеху також треба округляти до найближчого цілого числа.

2.4. Об'ємно-планувальні рішення електролізного цеху

Цех електролізу алюмінію складається з кількох паралельних корпусів, що зв'язані між собою коридором, який перехрещує усі корпуси. Цей коридор використовується для зв'язку корпусів з ливарним відділенням і іншими службами (рис. 2.4).

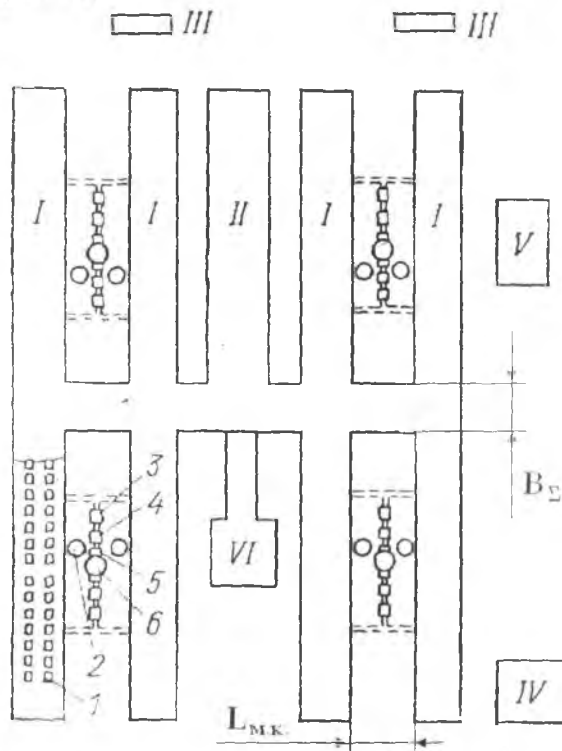


Рис. 2.4. План електролізного цеху:

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| I - електролізний корпус; | 1 - електролізер; |
| II - ливарне відділення; | 2 - бункер для глинозему; |
| III - підстанція постійного струму; | 3 - електрофільтр; |
| IV - відділення капремонту; | 4 - скруббер; |
| V - склад глинозему; | 5 - вентилятор; |
| VI - адміністративний корпус; | 6 - труба |

Відстань між двома рядками електролізерів в одному корпусі L визначається за формулою:

$$L = B_{\Sigma} + 2 \cdot B_{\text{кож}} / 2 + l_{\text{ед}}, \quad (2.19)$$

де $B_{\text{кож}}$ – розрахована ширина кожуха електролізера, м;
 B_{Σ} – сумарна ширина проходів, проїздів та транспортного коридора (~20 м);
 $l_{\text{ед}}$ – відстань між електролізерами в одному ряду, м.

Ширина корпусу:

$$B_{\text{к}} = L + 2 \cdot B_{\text{кож}} / 2 + 2 \cdot l_{\text{ед}}. \quad (2.20)$$

Ливарне відділення розташовується посередині між корпусами і призначено для переробки алюмінію, що виливається з електролізерів, в товарну продукцію. Для розливки алюмінію в чушки використовують ливарні конвейєри, а для отримання зливоків різного профілю – машини напівперервного литва. Для переплаву відходів і виплавки сплавів установлені індукційні тигельні печі. Ливарне відділення знаходиться в одно- або багато-прольотній будівлі, його розміри залежать від обсягу виробництва і видів продукції, що випускається.

Електролізери малої, середньої і великої потужності незалежно від виду струмопідводу розташовуються в корпусі продольно, тобто довга вісь електролізерів збігається з продольною віссю корпусу (рис.2.5). Потужні електролізери з ОА на силу струму більш 180 кА розміщують в один ряд поперек корпусу.

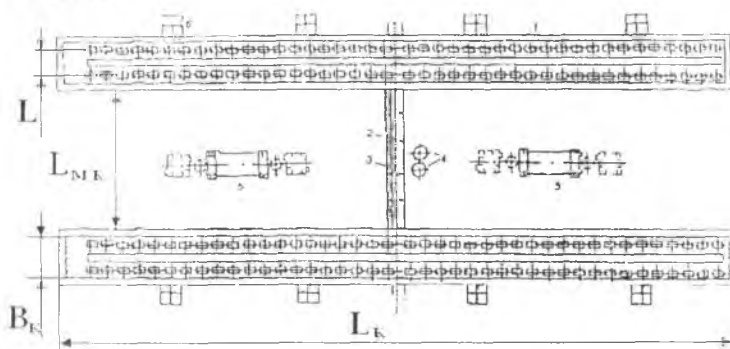


Рис. 2.5. План електролізного цеху з поздовжнім двоярядним розташуванням електролізерів:

- 1- корпус електролізера; 2 - з'єднувальний коридор; 3 - службові приміщення; 4 - башні для димлету; 5 - газоочисні блоки; 6 - санвузли, кімнати відпочинку

Сучасні будівлі електролізних корпусів роблять двоповерховими, при цьому електролізери розташовані на другому поверсі (рис. 2.6). Це дозволяє поліпшувати освітлення і організувати природну аерацію, так як більш холодне зовнішнє повітря входить скрізь віконні пройоми першого поверху, нагрівається під днищем електролізерів, проходить через підлогові решітки другого поверху і нарешті виходить через ліхтарі, що розташовані на даху корпусу.

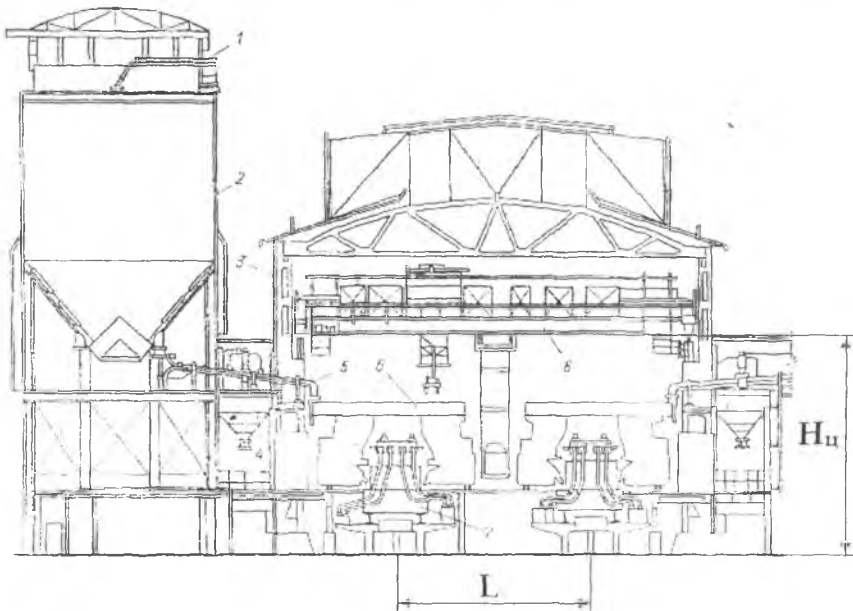


Рис. 2.6. Поперечний розріз електролізного двоповерхового корпусу:
 1 – магістральний трубопровід для глинозему; 2 – силосна башта для глинозему; 3 – стіна корпусу; 4 – бункер для глинозему; 5 – труба для подачі глинозему; 6 – напольно – рельсова машина; 7 – електролізер; 8 – мостовий кран

Висота двоповерхового корпусу складає $H_{ц} \sim 18$ м.

Ширина електролізного корпусу обумовлюється зручністю обслуговування електролізерів і умовами електробезпеки і складає 21-24 м. Відстань між рядом ванн і стіною повинна бути не менш 2,5 м, а між рядами

ванн – не менш 5 м. Відстань між електролізерами в одному ряду повинна бути не менш 3 м.

Для проходу обслуговуючого персоналу і проїзду машин, що обслуговують ванни, в кожному ряду електролізерів є проходи шириною 1 м і проїзди шириною 3 м. Транспортний коридор, який проходить поперек усіх корпусів, має ширину 8-16 м.

Довжина корпусу залежить від кількості розташованих у ньому ванн і складає 600-750 м.

Відстань між корпусами $L_{м.к.}$ повинна бути не менш 40 м.

З урахуванням указаних норм і розрахунків кількості ванн, серій, корпусів у проекті необхідно виконати ескіз плану електролізного корпусу даної продуктивності з зазначенням основних розмірів, а також поперечний розріз корпусу цеху з відмітками висоти. При цьому треба урахувати, що другий поверх корпусу знаходиться на відмітці + 4 м.

2.5. Механізація обслуговування електролізерів

Обслуговування алюмінієвих електролізерів включає наступні основні операції: 1) подача в ванну глинозему, 2) контроль і коректування складу електроліту, 3) регулювання міжполюсної відстані, 4) витяг з ванни алюмінію, 5) догляд за анодами. Ці операції забирають 40-50% загального часу роботи персоналу і залежать від конструкції електролізера і корпусу. Нижче наведені методичні вказівки до вибору засобів механізації основних операцій.

2.5.1. Подача в ванну глинозему

Необхідність подачі в ванну глинозему пов'язана з постійною його витратою при електрохімічних процесах. Нову порцію глинозему завантажують, як правило, не дочекавшись виникнення анодного ефекту, тобто не допускають зменшення концентрації Al_2O_3 нижче 1-2%. При цьому з допомогою пневматичної машини (молотка) пробивають кірку електроліту і прогрітій глинозем самопливом просипається в утворену дірку. На заново утворену кірку засипають свіжу порцію глинозему, яка знаходиться там до чергової заправки.

Доставка глинозему на ванни і його роздача на кірки практично повністю механізовані на усіх типах ванн. На електролізерах з ВС працюють системи автоматичної подачі глинозему (АПГ). Проводяться роботи по створенню АПГ для електролізерів з ВС. На електролізерах з ОА системи АПГ не тільки забезпечують живлення ванни глиноземом, але і регулюють концентрацію глинозему в електроліті, що знижує частоту анодних ефектів.

Для доставки глинозему на електролізери з ВС використовують саморозвантажуючі бункери, які краном доставляються на електролізери і автоматично розвантажуються в стаціонарні бункери ванни. На електролізерах з ВС немає стаціонарних бункерів, і глинозем поставляється безпосередньо на кірку електроліту за допомогою самохідних бункерів. Такі ж бункери використовують для доставки глинозему на електролізери з ОА.

Повністю механізована пробивка кірки електроліту на електролізерах усіх типів. Операція виконується пересувними машинами або стаціонарними засобами, які змонтовані на електролізерах (АПГ).

2.5.2. Контроль і коректування складу і кількості електроліту

Для підтримки заданого складу і кількості електроліту в нього вводять додаткові фториди NaF або AlF_3 в чергові порції глинозему.

2.5.3. Регулювання міжполюсної відстані

Міжполюсну відстань підтримують у межах 4,5-5 см і контролюють відповідно до напруги на ванні. Для його змінювання необхідно піднімати або опускати анод з допомогою системи автоматичного регулювання.

2.5.4. Витяг з ванни алюмінію

Сучасні електролізери виробляють за добу 500-1200 кг алюмінію. Зазвичай алюміній випускають один раз на 2-5 діб за допомогою спеціальних вакуум-ковшів. Для цього у кірці електроліту пробивають отвір, через який вводять забірну трубку під шар електроліту. За рахунок розрідження, яке створюється у ковші, метал засмоктується у ківці.

2.5.5. Обслуговування анодів

Обслуговування анодів визначається їх конструкцією. На ваннах з ОА воно складається з своєчасної заміни згорівших блоків.

Догляд за безперервними самообпалювальними анодами (ванни з БС і ВС) складається з наварювання кожуха, завантаження анодної маси, забивки або установки штирів і перемикання гнучких струмопідводячих шин до чергової групи штирів. Алюмінієвий кожух наварюють один раз на місяць, а анодну масу завантажують один раз на 7-10 днів.

Практично усі операції по перестановці штирів на ваннах з ОА механізовані. Однак на електролізерах з БС і ВС на цих операціях ще велика частка ручної праці. На електролізерах з БС найбільш трудомісткою операцією є витяг штирів з тіла анода, а на ваннах з ВС – перестановка анодних штирів.

З урахуванням вищенаведеного і рекомендованої літератури у проєкті необхідно вибрати засоби механізації заданої операції електролізу алюмінію, навести принцип дії пристрою, його схему та технічну характеристику.

2.6. Газоуловлювання і очистка газів

При електролізі алюмінію виділяється велика кількість шкідливих речовин (газів та пилу). В залежності від типу і потужності електролізера на 1 т алюмінію виділяється 8-12 кг фтористого водню, 9-12 кг твердих фторидів у вигляді пилу, 11-12 кг сірчистого ангідриду. Для електролізерів з БС і ВС, крім того, з поверхні анода виділяється значна кількість шкідливих летучих речовин. У повітрі робочої зони, крім пилу фторсолей, знаходиться пил глинозему фракції 1 мкм.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони регламентується такими гранично допустимими концентраціями (ПДК): фтористого водню $0,5 \text{ мг/м}^3$, пилу глинозему 6 мг/м^3 , пилу фтористого алюмінію та інших фторидів 1 мг/м^3 , оксиду вуглецю 20 мг/м^3 .

2.6.1. Системи пило- і газоуловлювання

На електролізерах з БС гази, що виділяються, збираються за допомогою штормного сховища, яке закриває весь електролізер. Системою

газовідсмоктування зовнішнє повітря просмоктується через штори, і разом з ним віддаляються шкідливі викиди. Норми відсмоктування залежать від потужності електролізера і визначаються з розрахунку 1200-1500 м³/год на кожні 10 кА. Ефективність шторного укриття складає 85-90%. Для електролізерів з ВС характерно утворення найбільшої кількості газів, які треба очистити.

Конструкція електролізерів з ВС не дозволяє здійснити їх повне укриття, і для вловлювання газів використовують газозбірник з допалованням СО. Обсяг газу, що відсмоктується, для цих електролізерів в 100 разів менше, ніж на електролізерах з шторним сховищем. Однак при обробці ванн усі шкідливі речовини переходять в атмосферу корпусу цеху. Крім того, у проміжках між обробками газу проходять крізь нещільності у секціях дзвону. Ефективність дзвінкового газуловлювання складає тільки 60-70%. Решта шкідливих речовин виносяться крізь ліхтарі, що розташовані на даху корпусу. Це є один з головних недоліків електролізерів з ВС.

Для електролізерів з ОА використовують легкознімне стулкове укриття. При заміні анода відкривають тільки одну стулку над ним, а при обробці ванн – половину укриття з одного поздовжнього боку.

Ефективність стулкового укриття вище, ніж у шторного, і складає 90-95%.

Величина викидів газу на електролізерах різного типу наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Викиди газу на електролізерах

Тип електролізера	Частка газу, який викидається в цех, %	Обсяг газу на очистку, 10 ³ м ³ /т Al
ВС	10-35	16-20
БС	20	240-280
ОА	1-5	90-140

2.6.2. Системи газоочистки

У відхідних газах алюмінієвих електролізерів присутні тверді частинки (С, Al_2O_3 , Na_3AlF_6 , AlF_3 , CaF_2) і гази (HF , CF_4 , C_2F_6 , SiF_4 , SO_2 , H_2S , CO_2 , CO , H_2O). В твердих частинках мають перевагу Al_2O_3 і фториди, а в газах – CO , CO_2 і фториди. Найбільшу небезпеку викликають фториди, головним чином, HF . Вміст шкідливих домішок у газах на вході в газоочистку для різних типів електролізерів наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Вміст шкідливих домішок в відхідних газах електролізерів

Тип електролізера	Вміст, кг/т Al		
	HF	пил	SO_2
BC	9-25	9-13	9-35
BC	11-16	27-68	11-44
OA	5-30	18-60	6-48

Для очистки газів від пилу використовують такі засоби сепарації частинок з газового потоку:

- 1) мокре пилловловлювання у скруберах і пінних апаратах, яке засновано на змочуванні частинок пилу краплями рідини. При мокрому вловлюванні гази очищаються особливо від крупних частинок (більш 3 – 5 мкм);
- 2) електрофільтри для відділення пилу в електростатичному полі. Засіб дозволяє уловлювати дисперсний пил (менш 1 мкм). Ефективність електрофільтрів досягає 99% навіть при очистці газів, що нагріті до 450-500°C;
- 3) тканеві фільтри, у яких частинки пилу затримуються на волокнах фільтрувальної тканини. При малих швидкостях газу ці фільтри забезпечують високий ступінь його сухої очистки від пилу і фторидів (до 99%).

Для очистки газів від фторидів використовують двоступінчасту систему: мокрий скрубер-електрофільтр (рис.2.6). Для вилловлювання газоподібних фторидів у воду скрубера додають сполуки кальцію і натрію. При добуванні ванна фтор переводиться у водорозчинний фторид кальцію за реакцією:



При використанні розчину кальцинованої соди протікає реакція:



Мокра газоочистка від газооподібних фторидів має ряд суттєвих недоліків: корозія апаратури, забруднення стоків.

Суха очистка газів заснована на адсорбції фтористого водню глиноземом. Адсорбційна здатність глинозему залежить від його питомої поверхні і від наявності активної модифікації глинозему (α - Al_2O_3). Кінцевим продуктом є глинозем, що містить фтор, який повертається у електролізер без переробки. Ступінь вловлювання HF складає 99-99,5%.

Як пиловловлювач при сухій очистці газів використовують рукавні фільтри з поліефірного волокна або електрофільтри. Очистка рукавних фільтрів від глинозему, що містить фтор, здійснюється імпульсною подачею повітря низького тиску.

На базі рекомендованої літератури в проекті необхідно обрати систему уловлювання та очистки газів для вибраного типу електролізера, навести схему і принцип дії системи, а також її технічну характеристику.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Уткин Н.И. Производство цветных металлов. – М.: Интермет инжиниринг, 2000. – 442 с.
2. Борисоглебский Ю.В., Галевский Г.В., Кулагин Н.М. и др. Металлургия алюминия. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – 438 с.
3. Ветюков М.М., Цыплаков А.М., Школьников С.Н. Электрометаллургия алюминия и магния. – М.: Metallurgia, 1987. – 320 с.
4. Троицкий И.А., Железнов В.А. Металлургия алюминия. – М.: Metallurgia, 1984. – 400 с.
5. Коркунов А.И. Механизация производственных процессов на алюминиевых заводах. – М.: Metallurgia, 1984. – 113 с.
6. Таненбаум Л.И., Беляев А.с., Капустин М.И. и др. Механизация производства алюминия. – М.: Metallurgia, 1982. – 136 с.
7. Гордон Г.И., Пейсахов И.Л. Пылеулавливание и очистка газов в цветной металлургии. – М.: Metallurgia, 1977. – 455 с.
8. Бородин М.Г., Вальдберг А.Ю., Мустафин Г.Ф. и др. Очистка технологических газов в цветной металлургии. – М.: Metallurgia, 1992. – 342с.

ЗМІСТ

1. Вихідні дані.....	3
2. Методичні вказівки до виконання основних розділів проекту	4
2.1. Вибір типу електролізерів	4
2.2. Розрахунок розмірів електролізерів	6
2.3. Розрахунок кількості електролізних ванн, серій і корпусів.....	10
2.4. Об'ємно-планувальні рішення електролізного цеху	12
2.5. Механізація обслуговування електролізерів.....	15
2.5.1. Подача в ванну глинозему.....	15
2.5.2. Контроль і коректування складу і кількості електроліту.....	16
2.5.3. Регулювання міжполюсної відстані.....	16
2.5.4. Витяг з ванни алюмінію.....	16
2.5.5. Обслуговування анодів.....	17
2.6. Газуодовлювання і очистка газів.....	17
2.6.1. Системи пило- і газуодовлювання.....	17
2.6.2. Системи газоочистки.....	19
Рекомендована література.....	20