

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

до лабораторної роботи

«ЕЛЕКТРОЛІТИЧНЕ РАФІНУВАННЯ АЛЮМІНІЮ»

Завдання

Алюмінієвий електролізер навантаженням I кА працює з виходом за струмом η_T % при середньорозрахунковій напрузі на ванні $U_{ел}$ В (таблиця 1). Машинний час роботи електролізера 0,96. Визначити річну продуктивність електролізера та питому витрату електроенергії на 1 т алюмінію.

Таблиця 1 – Вихідні дані до завдання

№ варі- анта	I , кА	η_T , %	$U_{ел}$, В	№ варі- анта	I , кА	η_T , %	$U_{ел}$, В
1	130	85	4,40	13	250	90	4,70
2	140	86	4,45	14	210	91	4,65
3	150	87	4,50	15	140	85	4,55
4	160	88	4,55	16	150	86	4,60
5	170	89	4,60	17	160	87	4,65
6	180	90	4,65	18	170	88	4,70
7	190	91	4,70	19	180	89	4,50
8	200	85	4,45	20	190	90	4,55
9	210	86	4,50	21	200	91	4,60
10	220	87	4,55	22	210	89	4,55
11	230	88	4,60	23	220	88	4,50
12	240	89	4,65	24	230	87	4,60

ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ТА ПРИКЛАДИ РОЗРАХУНКІВ

Електрохімічний еквівалент – теоретична кількість речовини, що повинна брати участь в електрохімічному процесі при проходженні через

електролізер одиниці кількості електрики:

$$\gamma = \frac{3600 \cdot M}{z \cdot F} = \frac{3600 \cdot M}{z \cdot 96500} = \frac{M}{z \cdot 26,8} \quad (2.3)$$

де M – молекулярна маса речовини, г.

Підвищення питомої витрати електроенергії на 1 тону металу, одержаного при електролізі, за рахунок появи анодних ефектів розраховують за формулою:

$$\Delta W = \frac{\Delta U}{\gamma \cdot \eta_T}, \quad (2.4)$$

де ΔU – підвищення середньої напруги на ванні за рахунок тимчасового підвищення напруги при анодних ефектах, В:

$$\Delta U = \frac{(U_{ae} - U_p) \cdot n \cdot \tau}{24 \cdot 60}, \quad (2.5)$$

U_{ae} – напруга на ванні при анодному ефекті, В;

U_p – напруга на ванні при нормальній роботі (робоча), В;

n – число анодних ефектів у добі;

τ – тривалість анодного ефекту, хв.

Продуктивність електролізера (з врахуванням втрат при переплаві металу) m_{el} визначають за формулою:

$$m_{el} = I \cdot \tau \cdot \gamma \cdot \eta_T \cdot f \cdot K, \quad (2.6)$$

де I – навантаження електролізера, А;

τ – тривалість роботи електролізера, год.;

η_T – вихід за струмом, частки;

f – машинний час роботи електролізера, частки;

K – коефіцієнт, що враховує втрати металу при переплавленні, частки.

Приклад 2.3. В електролізному цеху продуктивністю 90000 т/рік алюмінію встановлені електролізери навантаженням $I=140$ кА. Ванни працюють з виходом за струмом $\eta_T=89\%$. Середньосерійна напруга на електролізері $U_{ел}=4,5$ В. Машинний час роботи електролізерів складає $f=0,96$. Втрати алюмінію при переплаві складають 2% ($K=0,98$). Скільки електролізерів і електролізних серій повинно бути в цеху для забезпечення його річної продуктивності?

Розв'язання

Річну продуктивність одного електролізера (з врахуванням втрат при переплаві алюмінію) визначаємо за формулою (2.6):

$$m_{ел} = 140 \cdot 10^3 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 0,3355 \cdot 0,89 \cdot 0,96 \cdot (1-0,02) \cdot 10^{-6} = 344 \text{ т/рік.}$$

Тоді для забезпечення заданої річної продуктивності цеху необхідна кількість електролізерів складе:

$$n_{ел} = 90000/344 = 262.$$

Сумарна напруга на всіх електролізерах:

$$U_{цех} = n_{ел} \cdot U_{ел} = 4,5 \cdot 262 = 1179 \text{ В.}$$

Кількість послідовних серій у цеху розраховуємо виходячи з того, що напруга на кожній серії при живленні від кремнієвих випрямлювачів повинна складати 450–850 В. Приймаємо середню напругу на кожній серії електролізерів при живленні від кремнієвих випрямлювачів рівною 650 В. Тоді кількість серій дорівнює:

$$n_c = 1179/650 = 1,82.$$

Приймаємо 2 серії.

Кількість ванн у кожній серії складе:

$$n_s = 262/2 = 131.$$

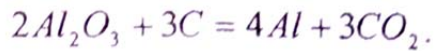
Напруга на серії $U_c = n_c \cdot U_{ел} = 131 \cdot 4,5 = 590 \text{ В.}$

Приклад 2.4. Серія з $n_{ел}=160$ безупинно працюючих алюмінієвих електролізерів навантаженням $I=150$ кА видала за місяць ($\tau=30$ діб) роботи $m_{факт}=5000$ т металу, що містить 99,7% алюмінію. Середня напруга на серії (з врахуванням періодичних «анодних спалахів») складе

$U_c = 697$ В. Які вихід за струмом і питома витрата електроенергії для одержаного алюмінію (у перерахуванні на 100%-ний метал)?

Розв'язання

Сумарний електрохімічний процес у ванні описується реакцією (без врахування утворення CO):



Теоретично за місяць роботи серія електролізерів може виплавити алюмінію:

$$m_{\text{Теор}} = I \cdot \tau \cdot \gamma_{Al} \cdot n_{el} = 150 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 0,3355 \cdot 160 / 1000 = 5800 \text{ т.}$$

Вихід за струмом на серії:

$$\eta_T = \frac{m_{\text{факт}} \cdot C_{Al}}{m_{\text{Теор}}} \cdot 100 = \frac{5000 \cdot 0,997}{5800} \cdot 100 = 86\%.$$

Питома витрата електроенергії:

$$W = \frac{I \cdot U_c \cdot \tau}{m_{\text{факт}} \cdot C_{Al}} = \frac{150 \cdot 697 \cdot 24 \cdot 30}{5000 \cdot 0,997} = 15100 \text{ кВт/т.}$$