

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Кафедра технології електрохімічних виробництв

Гальванічні сплави і функціональні покриття

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ РОБІТ

з дисципліни «Технологія нанесення гальванічних покриттів»
для студентів спеціальностей 7(8).05130103 «Технічна електрохімія»
денної форми навчання

Розглянуто та рекомендовано
на засіданні кафедри ТЕХВ

Київ 2014

Гальванічні сплави і функціональні покриття. Методичні рекомендації до виконання розрахункових робіт з дисципліни «Технологія нанесення гальванічних покриттів» / Укладач: доц. Косогін О.В. – Київ: НТУУ «КПІ», 2014. – 19 с. Рукопис.

Методичні рекомендації призначені для допомоги під час виконання розрахункових робіт при вивченні кредитного модуля «Гальванічні сплави і функціональні покриття» дисципліни «Технологія нанесення гальванічних покриттів» студентами денної форми навчання кафедри технології електрохімічних виробництв хіміко-технологічного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Гальванічні сплави і функціональні покриття

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВИХ РОБІТ
з дисципліни «Технологія нанесення гальванічних покриттів»
для студентів
спеціальності 7(8).05130103 «Технічна електрохімія»
денної форми навчання

Укладач: Косогін Олексій Володимирович, канд. техн. наук, доц.

Відповідальний редактор Лінючева О.В., проф., д.т.н.

Рецензент

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ	5
2 СТРУКТУРА РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ.....	6
3 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ	8
4 РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ	11
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	12
Додаток А	13
Додаток Б.....	14

ВСТУП

Розрахункова робота з кредитного модуля «Гальванічні сплави і функціональні покриття» дисципліни «Технологія нанесення гальванічних покриттів» є важливою формою самостійного вивчення студентами матеріалів курсу, її виконання має на меті систематизацію, закріплення і поглиблення набутих теоретичних знань і формування умінь застосування цих знань під час вирішення конкретних прикладних завдань, набуття досвіду проведення самостійної науково-дослідної роботи й оволодіння методикою теоретичних, експериментальних і науково-практичних досліджень.

Завдання на розрахункову роботу студенту видає провідний викладач (лектор), керуючись робочою навчальною програмою дисципліни «Технологія нанесення гальванічних покриттів». Проміжні результати розрахункової роботи розглядаються на консультаціях. При виконанні індивідуального семестрового завдання студенти мають продемонструвати здатність до пошуку та аналізу літературних джерел, показати вміння виконувати технологічні розрахунки в технічній електрохімії та складати технологічні схеми електрохімічних процесів.

1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

Розрахункова робота – це індивідуальне семестрове завдання, яке передбачає вирішення конкретної практичної навчальної задачі з використанням відомого, а також (або) самостійно вивченого теоретичного матеріалу. Основну частину розрахункової роботи складають розрахунки, які можуть супроводжуватися ілюстративним матеріалом: графіками, векторними діаграмами, гістограмами тощо.

У процесі виконання розрахункової роботи студент має продемонструвати:

- уміння проводити системний аналіз відомих підходів і пропонувати нові шляхи до вирішення проблеми;

- володіння методами і методиками досліджень, які використовувались у процесі роботи;

- здатність до наукового аналізу отриманих результатів і розробки висновків та положень, уміння аргументовано їх захищати;

- володіння сучасними інформаційними технологіями при аналізі літературних й інтернет-джерел та написанні розрахункової роботи.

Завдання на виконання розрахункової роботи студенти отримують після вивчення лекційного матеріалу розділу «Технологія нанесення функціональних покриттів» (кінець квітня – початок травня). На виконання розрахункової роботи надається три тижні.

2 СТРУКТУРА РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Розрахункова робота має містити:

- титульний аркуш (зразок оформлення див. Додаток А);
- завдання;
- основну частину;
- список використаних джерел (перелік посилань);
- додатки (за необхідності).

Основна частина включає наступні частини:

1. Два питання, пов'язані з технологією нанесення конкретних покриттів, роботою з електролітами або з методами контролю за якістю покриття та складу розчину.

Послідовно описується призначення покриття, його властивості та галузі використання. Наводяться технологічні режими роботи з електролітами. Проводиться порівняльний аналіз електролітів, які використовують для нанесення покриттів.

2. Складання технологічної схеми нанесення металевого покриття на вказану основу.

Розробку технологічного процесу здійснюють, виходячи з характеристик оброблюваних виробів, особливостей прийнятого виду гальванічного покриття, вимог до зовнішнього вигляду гальванопокриття і т.ін. Розроблений технологічний процес нанесення гальванічного покриття повинен відповідати вимогам ДСТУ [1]. На основі цих відомостей пропонують необхідні операції попередньої підготовки поверхні деталей з урахуванням матеріалу, з якого вони виготовлені. Потім на основі порівняльної характеристики електролітів, які широко використовуються у промисловості, обґрунтовують вибір електроліту, використання якого забезпечує виконання наведених вимог. У залежності від виду гальванічного покриття та вимог до нього вибирають завершальні операції. Обов'язковим є наведення складів розчинів та режимів проведення

окремих операцій. Розроблена схема процесу у вигляді карти технологічного процесу може бути подана у вигляді додатку.

3. Розрахункова частина.

Обов'язково наводиться рівняння катодного процесу. Розрахунок проводиться з поясненням усіх величин та наведенням розмірностей.

Завдання для виконання розрахункової роботи відповідно до варіанта наведені в додатку Б.

З нового аркуша наводиться *перелік посилань* на літературні джерела. Бібліографічні описи наводять у порядку їх згадування в тексті та відповідно до стандартів з бібліотечної та видавничої справ.

До *додатків* може бути включена карта технологічного процесу.

З ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Розрахункова робота має бути виконана комп'ютерним або машинописним (змішаним) способом відповідно до чинної нормативно-технічної документації на виконання документів з використанням друкуючих і графічних пристроїв виводу ЕОМ [2].

Робота оформлюється на аркушах формату А4 (210×297 мм), шрифт розміром 14 пунктів через 1,5 інтервали з розрахунку не більше 40 рядків на сторінці. Розміри поля: ліве – 25 мм, верхнє і нижнє – 20 мм, праве – 10 мм.

Окремі слова та формули, що вписуються до надрукованого тексту, мають бути чорного кольору та мати близьку до основного тексту густоту. Власні імена наводяться мовою оригіналу (при першому згадуванні – обов'язково).

Структурні елементи «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» не нумерують, а їх найменування є заголовками структурних елементів.

Розгляд кожного питання необхідно починати з нового аркуша.

Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти можуть мати заголовки.

Заголовки структурних елементів і розділів необхідно розміщувати посередині рядка і друкувати прописними літерами без крапки в кінці. Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів необхідно починати з абзацу (5 знаків). Відстань між заголовком та наступним або попереднім текстом має бути не менше двох рядків. Не можна розміщувати заголовок у нижній частині сторінки, якщо після нього залишається тільки один рядок тексту. Кожен розділ необхідно починати з нової сторінки.

Розділи, підрозділи, пункти і підпункти нумеруються арабськими цифрами. Номер підрозділу складається з номера розділу та порядкового номера підрозділу, розділених крапкою, наприклад, 1.1, 1.2 і т.д. Номер пункту складається з номера розділу, номера підрозділу (якщо він є) і порядкового номера пункту, розділених крапками тощо.

Сторінки роботи нумеруються арабськими цифрами в правому верхньому кутку зі збереженням наскрізної нумерації усього тексту. Титульний аркуш також включають до нумерації, але номер сторінки не ставлять.

Ілюстрації необхідно розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації (власні та запозичені) мають бути посилання в роботі. Всі ілюстрації, які виносяться на захист, необхідно навести в основній частині роботи або в додатках.

Креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми мають відповідати вимогам нормативно-технічної документації. Ілюстрації нумеруються арабськими цифрами в межах розділу та називаються «Рисунок», що разом з назвою ілюстрації (у разі необхідності) розміщується під рисунком, наприклад, «Рисунок 3.2 – Схема розміщення» (другий рисунок третього розділу).

Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць. Таблицю слід розміщувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті. Нумерують таблиці як і рисунки. Слово «Таблиця» розміщують ліворуч над таблицею.

Формули та рівняння наводять безпосередньо після тексту, у якому вони згадуються, посередині рядка з полями зверху та знизу не менше одного рядка. Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера, розділених крапкою. Номер проставляється в дужках на рівні формули в кінці рядка. Формули в тексті необхідно набирати з використанням редактора формул Microsoft Equation або MathType. Усі символи необхідно пояснювати в тексті.

Пояснення символів та числових коефіцієнтів формул слід наводити безпосередньо під формулою, в тій самій послідовності, у якій вони подані у формулі. Перший рядок пояснення починають з абзацу без відступу словом «де» без двокрапки. Пояснення кожного символу необхідно починати з нового рядка.

Посилання в тексті на джерела необхідно вказувати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками. Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинного стандарту з бібліографічного опису ДСТУ ГОСТ 7.1-2006. «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

Додатки потрібно розміщувати в порядку появи посилань на них у тексті. Кожен додаток має починатися з нової сторінки. Додатки позначають посередині рядка прописними буквами (А, Б, В...). Наприклад, «Додаток А». Далі, симетрично до тексту, друкується заголовок додатка. Додатки повинні мати спільну з іншою частиною роботи наскрізну нумерацію сторінок.

У разі необхідності текст додатка можна поділити на розділи, підрозділи і пункти (наприклад, Г.4.1.3 – пункт 4.1.3 додатка Г). Ілюстрації, таблиці, формули і рівняння необхідно нумерувати в межах кожного додатка (наприклад, рисунок Е.3, таблиця Б.2 – друга формула Додатка Б тощо).

4 РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ

Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за розрахункову роботу, складає 30 балів. Кожне завдання на розрахункову роботу складається з 3 питань теоретичного (ваговий бал 8) та 1 питання розрахункового характеру (ваговий бал 6). Кількість балів за роботу розраховується як сума балів за кожне питання.

Критерії оцінювання:

<u>8 (6) балів «відмінно»:</u> (не менше 90 % потрібної інформації)	безпомилкове вирішення розрахункової вправи або бездоганна відповідь на завдання при наявності елементів продуктивного (творчого) підходу; демонстрація вміння впевненого застосування фундаментальних знань з хімії при відповіді на контрольне завдання;
<u>6-7 (4-5) бал «добре»:</u> (не менше 75 % потрібної інформації)	вирішення розрахункової вправи з незначними, неprincipовими помилками (в т.ч. математичного характеру); наявність 1-2 помилок при відповіді на контрольне завдання;
<u>5 (3) балів «задовільно»:</u> (не менше 60 % потрібної інформації)	вирішення розрахункової вправи з двома-трьома досить суттєвими помилками; наявність суттєвих помилок при відповіді на контрольне завдання;
<u>0 балів «незадовільно»:</u>	виконання розрахункової вправи не менше, ніж на 50 %; наявність принципових помилок при відповіді на контрольне завдання.

При несвоєчасному поданні розрахункової роботи на перевірку студенти отримують штрафні бали – мінус два бали за кожен тиждень запізнення.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Покриття металеві та неметалеві неорганічні. Терміни та визначення : ДСТУ 2491–94. – [Чинний від 1986–01–01]. – К. : Держстандарт України, 1995. – 38 с. – (Державний стандарт України).
2. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення (ISO 5966:1982) : ДСТУ 3008–95. – [Чинний від 1995–01–01]. – К. : Держстандарт України, 1995. – 38 с. – (Державний стандарт України).
3. Прикладная электрохимия / Под ред. А.Г.Томилова. – М: Химия, 1984. – 520 с.
4. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера. - М: Машиностроение, 1985, т.1. – 240 с.
5. Гальванические покрытия в машиностроении. Справочник в 2-х томах / Под ред. М.А. Шлугера. - М: Машиностроение, 1985, т.2. – 248 с.
6. Гальванотехника. Справочное издание / Ф.Ф. Ажогин, М.А. Беленький и др. М.: Металлургия, 1987. – 736 с.
7. Технология электрохимических покрытий / М.А. Дасоян, И.Я. Пальмская и др. – Л.: Машиностроение, 1989. – 391 с.
6. Справочник гальваника / Б.И. Байрачный, В.В. Орехова, Э.П. Харченко и др. - Харьков: Прапор, 1988. – 180 с.
7. Антропов Л.И., Лебединский Ю.Н. Композиционные электрохимические покрытия и материалы. – К.: Техніка, 1986. – 200 с.
8. Каданер Л.И. Электроосаждение благородных и редких металлов. – К: Техніка, 1968. – 192 с.
9. Беленький М.А., Иванов А.Ф. Электроосаждение металлических покрытий. – М.: Металлургия, 1985. – 288 с.
10. Флеров В.Н. Сборник задач по прикладной электрохимии. – М.: Высшая школа, 1987. – С.144-230.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

Кафедра технології електрохімічних виробництв

РОЗРАХУНКОВА РОБОТА

з кредитного модуля «Гальванічні сплави і функціональні покриття»
дисципліни «Технологія нанесення гальванічних покриттів»

Варіант № ____

Виконав:

студент групи _____

№ залікової книжки _____

(П.І.Б.)

Перевірив

(вчений ступінь і звання, П.І.Б.)

Київ – 20__

Таблиця Б.1 – Перелік питань для виконання розрахункової роботи

№ варіанта	Зміст завдання
1	2
<i>Питання № 1</i>	
1	Порівняльна характеристика ціаністих електролітів золочення
2	Порівняльна характеристика електролітів сріблення
3	Електроліти нанесення паладію
4	Способи одержання гальванічних покриттів із тугоплавких металів (цирконій, ніобій, ванадій)
5	Комбіновані аноди при гальванічному нанесенні індієвих покриттів
6	Одержання галієвих покриттів, їх властивості і застосування
7	Способи підготовки поверхні титану і його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів
8	Фактори, які впливають на одержання композиційно-електрохімічних покриттів (КЕП).
9	Склад електролітів для одержання композиційно-електрохімічних покриттів (КЕП)
10	Області застосування вісмуткових покриттів і електроліти для їх нанесення.
11	Електроліти для одержання платинових гальванічних покриттів
12	Методи утилізації дорогоцінних металів (срібла і золота) з відпрацьованих електролітів і промивних вод
13	Осадження титанових покриттів, їх властивості і застосування
14	Одержання талієвих покриттів, їх властивості і застосування
15	Склад ціанідного електроліту сріблення, призначення компонентів електроліту
16	Утилізація паладію з відпрацьованих електролітів і промивних вод
17	Осадження ренієвих покриттів, їх властивості і області застосування
18	Області застосування композиційно-електрохімічних покриттів (КЕП).
19	Електроліти для одержання платинових гальванічних покриттів
20	Нанесення гальванічних покриттів на нержавіючі сталі.

1	2
Питання № 2	
1	Способи одержання гальванічних сплавів
2	Анодні матеріали при гальванічному одержанні металічних сплавів
3	Умови одержання металічних сплавів електролітичним методом
4	Застосування простих електролітів для одержання гальванічних сплавів
5	Особливості нанесення гальванічних покриттів на алюміній і його сплави
6	Застосування поверхнево-активних речовин (ПАР) при одержанні гальванічних сплавів
7	Способи підготовки алюмінію і його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів
8	Методи підготовки магнію і його сплавів перед нанесенням гальванічних покриттів
9	Електроліти для хімічного нанесення міді на неметалічні матеріали
10	Активация поверхні металів перед нанесенням хімічних металічних покриттів
11	Порівняльна характеристика відновників, які застосовуються для нанесення нікелевих покриттів хімічним способом.
12	Порівняльна характеристика хімічних і електрохімічних покриттів
13	Контроль якості гальванічних покриттів у цеху
14	Методи визначення товщини гальванічних покриттів за допомогою приладів
15	Методи випробування гальванічних покриттів
16	Одержання гальванічних сплавів на основі міді.
17	Вплив температури на процес нанесення нікелевих хімічних покриттів з різними відновниками
18	Методи аналізу поверхнево-активних речовин (ПАР) у електролітах для нанесення гальванічних покриттів
19	Одержання гальванічних сплавів на основі олова, їх властивості і області застосування.
20	Компоненти електролітів для хімічного нанесення металевих покриттів
Питання № 3	
1	Скласти схему технологічного процесу нанесення сплаву олово-свинець на сталеві деталі

1	2
2	Скласти схему технологічного процесу нанесення срібного покриття на сталеві деталі
3	Скласти схему технологічного процесу нанесення декоративного хромового покриття на титанові деталі
4	Скласти схему технологічного процесу нанесення нікелевого покриття на магнієві деталі
5	Скласти схему технологічного процесу нанесення срібного покриття на деталі з нержавіючої сталі
6	Скласти технологічну схему процесу нанесення золотого покриття на мідні деталі
7	Скласти схему технологічного процесу нанесення золотого покриття на латунні деталі
8	Скласти схему технологічного процесу нанесення срібного покриття на алюмінієві деталі.
9	Скласти схему технологічного процесу нанесення платиного покриття на титанові аноди
10	Скласти схему технологічного процесу нанесення твердого хромового покриття на деталі з алюмінієвого сплаву
11	Скласти схему технологічного процесу нанесення паладієвого покриття на контакти друкованих плат
12	Скласти схему технологічного процесу нанесення цинкового покриття на магнієвий сплав
13	Скласти схему технологічного процесу нанесення хімічного нікелевого покриття на мідні деталі.
14	Скласти схему технологічного процесу нанесення хромового покриття на титанові сплави
15	Скласти схему технологічного процесу нанесення срібного покриття на латунні деталі
16	Скласти схему технологічного процесу нанесення вісмутового покриття на мідні деталі
17	Скласти технологічну схему процесу нанесення сплаву олово-вісмут на струмопровідний рисунок друкованих плат
18	Скласти схему технологічного процесу нанесення срібного покриття на титанові деталі
19	Скласти схему технологічного процесу нанесення двошарового покриття «сіл-нікель – блискучий нікель» на сталеві деталі

1	2
20	Скласти схему технологічного процесу нанесення нікелевого покриття на титанові деталі
Питання № 4	
1	На мідні деталі з поверхнею $21,6 \text{ дм}^2$ наносять срібне покриття товщиною 30 мкм при катодній густині струму $0,2 \text{ А/дм}^2$, вихід за струмом сплаву 100%. Розрахувати тривалість осадження срібла на деталі і питомі витрати срібла на 1 м^2 поверхні.
2	При осадженні ренію на тугоплавкі метали застосовують кислі електроліти. Розрахувати тривалість нанесення ренієвого покриття товщиною 1мкм на молібденові деталі при катодній густині струму 15 А/дм^2 , вихід за струмом ренію 17%.
3	Розрахувати тривалість нанесення платиного покриття товщиною 0,5мкм на титанові деталі із фосфатного електроліту при температурі 70°C і катодній густині струму $0,5 \text{ А/дм}^2$, вихід за струмом платини 80%.
4	При електролізі амонійно-хлоридного електроліту на деталі висадилося 1,22 г сплаву, який містить 19% нікелю і 81% цинку. Сила струму 1,45 А, час електролізу 45 хвилин. Розрахувати вихід за струмом одержаного цинк-нікелевого сплаву.
5	Розрахувати електрохімічний еквівалент трикомпонентного сплаву: свинець 80%, олово 12% і мідь 8%, який можна одержати із фторборатного електроліту.
6	Процес гальванічного нанесення бронзового покриття відбувається у ціанідно-станатному електроліті. Бронзове покриття товщиною 12 мкм має склад 80% міді і 20% олова. Катодна густина струму 3 А/дм^2 , вихід за струмом сплаву 68%, густина одержаного сплаву $8,82 \text{ г/см}^3$. Розрахувати тривалість осадження на деталі сплаву.
7	Електролізом фторборатного електроліту на деталях одержано покриття товщиною 8 мкм із сплаву свинець-олово (50% свинцю і 50% олова). Катодна густина струму при осадженні 1 А/дм^2 , вихід за струмом сплаву складає 100%. Розрахувати тривалість процесу електролізу.
8	При осадженні сплаву паладій-нікель (нікель 30%) із сульфаматного електроліту одержано осад сплаву товщиною 6 мкм. Розрахувати необхідний час осадження при катодній густині струму 2 А/дм^2 , вихід за струмом сплаву 90%.
9	Розрахувати тривалість нанесення платиного покриття товщиною 1мкм на мідні деталі із нітратного електроліту при катодній густині струму 5 А/дм^2 , вихід за струмом платини 13%.

1	2
10	Розрахувати тривалість нанесення паладієвого покриття товщиною 5мкм на контактні пластини друкованих плат із амінохлоридного електроліту при катодній густині струму 0,4 А/дм ² , вихід за струмом паладію 90%.
11	Розрахувати тривалість нанесення золотого покриття товщиною 9мкм на із кислого ціанідного електроліту при температурі 70 °С і катодній густині струму 0,5 А/дм ² , вихід за струмом золота 30%.
12	Для гальванічного нанесення покриття із сплаву «томпак» (90% міді і 10% цинку) використовується ціанідний електроліт. Катодна густина струму 3,2 А/дм ² , вихід за струмом сплаву 80%, густина одержаного сплаву 8,6 г/см ³ . Розрахувати тривалість осадження на деталі сплаву товщиною 50 мкм.
13	Розрахувати тривалість осадження індієвого покриття товщиною 5мкм на сталеві деталі із ціанідного електроліту при катодній густині струму 3 А/дм ² , вихід за струмом індію 50%.
14	При електролізі із станатно-ціанідного електроліту на деталі осадили 0,57 г сплаву олово-свинець (71% олова і 29% свинцю). Сила струму 1,3 А, тривалість електролізу 31 хвилина. Розрахувати вихід за струмом сплаву.
15	З фторборатного електроліту на деталях одержано покриття товщиною 9мкм із свинцево-олов'яного сплаву ПОС-61 (61% олова і 39% свинцю) при катодній густині струму 1 А/дм ² , вихід за струмом сплаву 100%, густина сплаву 8,6 г/см ³ . Розрахувати тривалість процесу електролізу.
16	При осадженні сплаву вольфрам-кобальт з аміно-лужного електроліту одержали осад складу: кобальт – 66%, вольфрам – 34%, при катодній густині струму 0,5 А/дм ² . Вага осаду на деталях 2,13 г, тривалість електролізу 71 хвилин. Розрахувати вихід за струмом сплаву.
17	Визначити тривалість осадження покриття з латуні (80% міді і 20% цинку) з ціанідного електроліту товщиною 10 мкм при катодній густині струму 3 А/дм ² , вихід за струмом сплаву 80%, густина сплаву 8,5 г/см ³ .
18	При нанесенні золота з ціанідного електроліту одержали покриття товщиною 3 мкм при катодній густині струму 0,3 А/дм ² і виходом за струмом 70%. Розрахувати тривалість осадження на деталі золота і питомі витрати його на 1 дм ² покриття.

1	2
19	Для осадження композиційного електрохімічного покриття (КЕП) на сталеві деталі використовують електроліт нікелювання з суспендованими частинками оксиду алюмінію (густина оксиду $3,85 \text{ г/см}^3$), у якому при густині струму 3 А/дм^2 одержують осад КЕП, що містять 4,5% оксиду. Визначити необхідну тривалість нанесення покриття товщиною 4 мкм при катодному виході за струмом нікелю 97%.
20	При нанесенні індію на деталі з поверхнею 30 см^2 із фторборатного електроліту, в якому індій знаходиться у вигляді тривалентних іонів, за 30 хвилин при катодній густині струму 3 А/дм^2 одержано покриття з масою 0,16 г. Розрахувати вихід за струмом індію і його середню товщину.