

**Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонський навчально-науковий інститут**

Кафедра зварювання

T7313



ЗАТВЕРДЖЕНО
Заступник директора з
навчальної роботи
к.т.н., проф. Дудченко О.М.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

ПАЯННЯ МАТЕРІАЛІВ

Soldering of materials

рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

тип дисципліни *обов'язкова*

мова викладання *українська*

Херсон – 2023


Робоча програма навчальної дисципліни «Паяння матеріалів» є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої професійної програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

« 20» серпня 2023 року. – 17 с.

Розробник: Матвієнко М.В., кандидат технічних наук, доцент кафедри зварювання ХННІ НУК

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Паяння матеріалів» узгоджено з гарантом освітньої програми

Гарант освітньої програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»

доцент _____  Спіхтаренко В.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Паяння матеріалів» розглянуто на засіданні кафедри зварювання

Протокол № 1 від «28» серпня 2023 р.

Завідувач кафедри _____  Єрмолаєв Г.В.

Робоча програма навчальної дисципліни «Паяння матеріалів» затверджена методичною радою ХННІ НУК.

Протокол №1 від «29» серпня 2023 р.

Голова МР ХННІ НУК _____  О.М. Дудченко

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2. Мета вивчення навчальної дисципліни.....	6
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4. Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни	7
5.1 Тематичний план навчальної дисципліни	8
5.2. Теми лабораторних занять.....	9
5.3 Самостійна робота.....	9
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування	10
7. Форми поточного та підсумкового контролю	11
7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання	11
7.2 Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену	12
7.3. Узагальнюючі результати поточного контролю знань	12
8. Критерії оцінювання результатів навчання	13
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна	13
10. Рекомендовані джерела інформації.....	13
Додаток.....	15

ВСТУП

Анотація

Освітніми програмами підготовки бакалаврів галузі знань 13 – «Механічна інженерія» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньої професійної програми «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів» передбачено набуття студентами навичок розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у зварюванні та споріднених процесах і технологіях або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Зміст навчальної дисципліни «Паяння матеріалів» передбачає формування у студентів комплексного підходу до теоретичних основ паяння, обладнання для реалізації процесів паяння, особливостей і їх технологічних можливостей та області використання. Вивчаються фізичні та хімічні явища, що використовуються при паянні, технологічні можливості, обладнання та раціональні області використання процесів. Здобуваються вміння вибору найбільш ефективних технологічних процесів та припоїв для паяння металів та неметалів.

Ключові слова: паяння, метали, неметали, технологія.

Abstract

The educational programs for the training of bachelors in the field of knowledge 13 - "Mechanical Engineering" of the specialty 131 "Applied Mechanics" of the educational and professional program "Welding Engineering and Allied Processes" provide for the acquisition by students of skills to solve complex specialized tasks and practical problems in welding and related processes and technologies or in the learning process, which involves the application of certain theories and methods of relevant sciences and is characterized by complexity and uncertainty of conditions.

The content of the academic discipline "Materials Soldering" provides for the formation of a comprehensive approach to the theoretical foundations of brazing, equipment for the implementation of brazing processes, their features and technological capabilities, and the scope of use. The physical and chemical phenomena used in brazing, technological capabilities, equipment, and rational areas of use of the processes are studied. Skills are acquired in the selection of the most effective technological processes and solders for brazing metals and non-metals.

Keywords: soldering, metals, non-metals, technology.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 13 - «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів - 1		Рік підготовки	
Змістових модулів - 2		4-й 2*-й	5 – й 3* - й
Електронний адрес на сайті ХННІ НУК: http://kb.nuos.edu.ua/Licensing%20and%20accreditation%20specialties/b-welding-engineering-and-related-processes.html	Спеціальність 131 "Прикладна механіка" Освітня програма «Інжиніринг зварювання та споріднених процесів»	Семестри	
		8 – й 4*- й	9 – й 5* - й
		Лекції	
		30 год.	12 год.
		Лабораторні	
		30 год.	12 год.
Індивідуальне науково-дослідне завдання - немає	Освітній рівень: перший (бакалаврський)	Самостійна робота	
Загальна кількість годин - 120		60 год.	96 год.
		Індивідуальні завдання: год.	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 8, 4*-й семестр - 4 самостійної роботи студента: 8, 4*-й семестр – 4		-	-
		Види контролю: екзамен	
		Форма контролю: комбінована (письмовий контроль, тестовий контроль)	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Паяння матеріалів» є формування у студентів відповідно до освітньої програми таких компетентностей:

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і практичні проблеми у зварюванні та споріднених процесах і технологіях або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності:

ЗК 2 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

Фахові компетентності:

ФК 1 Здатність аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів, теорій та методів математики, природничих наук і прикладної механіки.

ФК 11 Здатність використовувати знання в галузі фізико-хімічних, термодформаційних та металургійних процесів для обґрунтованого призначення способів і технологічних параметрів зварювання і споріднених процесів.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумовами для вивчення даної дисципліни є дисципліни: основи технології металів і матеріалознавство, теорія процесів зварювання, технологія та устаткування зварювання плавленням та зварювальні матеріали, спеціальні способи зварювання.

4. Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

РН 3 Виконувати розрахунки на міцність, витривалість, стійкість, довговічність, жорсткість деталей машин.

РН 17 Знання про фізико-технологічні властивості процесів отримання з'єднань або поверхонь.

5. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Загальні питання процесу паяння.

Тема 1. Фізична сутність паяння. Характеристика автономного плавлення і особливості контактного плавлення в умовах паяння. Сумісність металу що паяється та припою.

Джерела інформації: [1] –стор. 13-38, [2] –стор. 5-23, 60-77, 121-127

Тема 2. Аналіз типових діаграм стану взаємодіючих матеріалів. Характеристика і умови утворення спаїв. Адгезійне та когезійне взаємодія при паянні.

Джерела інформації: [1] –стор. 120-152, [2] –стор. 52-77, 121-127

Тема 3. Характеристика процесу змочування та розвиток процесів дифузії в процесі паянні. Процеси розчинення і випаровування.

Джерела інформації: [1] –стор. 15-21, 26-43, [2] –стор. 24-37

Тема 4. Особливості процесів флюсування та процесу кристалізації при паянні.

Джерела інформації: [1] –стор. 43-51, 109-119, [2] – стор. 52-59

Тема 5. Технологічна характеристика припоїв для паяння. Самофлюсувальні та композиційні припої. Способи капілярного та некапілярного паяння.

Джерела інформації: [1] –стор. 154-184, [2] – стор. 5-23, 116-120

Змістовий модуль 2. Технології паяння металів та неметалів.

Тема 6. Основні етапи проектування технології паяння.

Джерела інформації: [1] – стор. 228-230

Тема 7. Технологія паяння металевих матеріалів. паяння міді та її сплавів. Паяння алюмінію та його сплавів. Паяння титану та його сплавів. Паяння сталей і чавуну.

Джерела інформації: [1] –стор. 230-269, [2] – стор. 93-127

Тема 8. Технологія паяння неметалевих матеріалів.

Джерела інформації: [1] –стор. 270-307, [2] – стор. 93-127

5.1 Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
Модуль 1								
Змістовий модуль 1. Загальні питання процесу паяння								
Тема 1. Фізична сутність пайки. Характеристика автономного плавлення і особливості контактного плавлення в умовах пайки. Сумісність металу що паяється та припою	16	4	4	8	16	1	-	15
Тема 2. Аналіз типових діаграм стану взаємодіючих матеріалів. Характеристика і умови утворення спаїв. Адгезійне та когезійне взаємодія при паянні	11	4	-	7	11	2	-	9
Тема 3. Характеристика процесу змочування та розвиток процесів дифузії в процесі паянні. Процеси розчинення і випаровування	17	4	6	7	17	2	4	11
Тема 4. Особливості процесів флюсування та процесу кристалізації при паянні	15	4	4	7	15	1	4	10
Тема 5. Технологічна характеристика припоїв для паянні. Самофлюсувальні та композиційні припої. Способи капілярного та некапілярного паяння	16	4	4	8	16	2	-	14
Разом за змістовим модулем 1	75	20	18	37	75	8	8	59
Змістовий модуль 2. Технології паяння металів та неметалів.								
Тема 6. Основні етапи проектування технології паяння	15	4	4	7	15	1	-	14
Тема 7. Технологія паяння металевих матеріалів. паяння міді та її сплавів. Паяння алюмінію та його сплавів. Паяння титану та його сплавів. Паяння сталей і чавуну	16	4	4	8	16	2	4	10
Тема 8. Технологія паяння неметалевих матеріалів	14	2	4	8	14	1	-	13
Разом за змістовим модулем 2	45	10	12	23	45	4	4	37
Усього годин	120	30	30	60	120	12	12	96

Примітка. Для студентів заочної форми навчання викладаються оглядові лекції за темами змістових модулів в обсягах відповідно до таблиці.

5.2. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Способи паяння та джерела теплоти Джерела інформації: [2]–стор. 5–23	4	-
2	Дослідження крайового кута змочування і розтікання припою по поверхні твердого тіла Джерела інформації: [2]–стор. 24–37	6	-
3	Дослідження впливу величини зазору при паянні на висоту підняття і затікання припою в зазор Джерела інформації: [2]–стор. 38–45	4	4
4	Дослідження поверхневого натягу рідин та розплавів Джерела інформації: [2]–стор. 46–51	4	4
5	Дослідження впливу величини напустку та паяльного зазору на міцність спаяного з'єднання Джерела інформації: [2]–стор. 78–92	4	-
6	Дослідження власних напружень і деформацій при паянні різнорідних матеріалів Джерела інформації: [2]–стор. 93–101	4	4
7	Дослідження дифузійного паяння та паяння з тиском Джерела інформації: [2]–стор. 102–115	4	-
	Разом	30	12

Примітка. Студенти заочної форми навчання виконують лабораторні роботи за темами 2, 3, 6.

5.3 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Технологічні процеси паяння. Класифікація.	2	2
2	Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при паянні.	2	2
3	Основні характеристики сумісності металу що паяється і припою в процесі паяння. Особливості фізико-хімічної взаємодії в процесі паяння.	2	3
4	Процес змочування металу що паяється розплавом припою. Умова рівноваги краплі рідини на твердій поверхні. Рівняння Юнга. Крайовий кут змочування, розтікання припоїв, капілярний протягом припоїв	2	3
5	Процеси дифузії при паянні. Характеристика поверхневої, граничної і об'ємної дифузії. Коефіцієнта дифузії.	2	3
6	Процес розчинення металу що паяється в розплаві припою. Статичні і динамічні умови взаємодії.	2	3
7	Умови утворення і особливості бездифузійного спаю. Утворення і особливості розчино-дифузійного спаю та контактно-реактивного спаю.	2	3
8	Процесів кристалізації та ліквідації при паянні. Вплив умов кристалізації на форму росту кристалів в умовах паяння. Вплив концентраційного переохолодження на зміну фронту кристалізації.	2	3

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
9	Класифікація припоїв за хімічним складом і технологічними властивостями.	2	3
Разом		18	25

Розподіл годин самостійної роботи

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин		
		Норматив	денна форма	заочна форма
1	Підготовка до лекцій	1 год. на 1 лек.	15	12
2	Підготовка до лабораторних робіт	підготовка до лабораторних робіт – до 3(4) год. на 1 роб.	10	12
3	Підготовка до поточного модульного контролю	підготовка до контрольних заходів – 15 (30) год. на 1 захід	15	15
4	Вивчення тем, що винесені на самостійне опрацювання	-	18	25
5	Виконання контрольної роботи	до 30 год. на 1 роб.	-	30
6	Підготовка до підсумкового контролю		2	2
Разом			60	96

Примітка. В графі “Норматив” в дужках вказана кількість годин для заочної форми

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Набуття здобувачами компетенцій забезпечується через засвоєння навчального матеріалу у вигляді лекційних, лабораторних занять, самостійної роботи студентів та контрольних тестових робіт програмованого типу.

Основними методами навчання з дисципліни є:

1. Пояснювально-ілюстративний метод, за допомогою повідомлення та засвоєння інформації на лекційних та лабораторних заняттях словесними й наочними засобами.

2. Проблемний метод, коли на лабораторних заняттях утворюються пошукові ситуації, розвивається активність, самостійність, творчі здібності здобувачів освіти.

Як наочний матеріал на лекціях застосовуються мультимедійні слайди та лекційні демонстрації.

Для зручної та ефективної організації навчального процесу, зроблено Classroom з навчальної дисципліни, де розташовані завдання до лабораторних робіт та супроводжувальні матеріали. Доступ до класу надається на першому лабораторному занятті за університетською електронною поштою.

З метою роз'яснення найбільш складних питань дисципліни та підвищення якості виконання лабораторних завдань проводяться групові та індивідуальні консультації за розкладом кафедри.

Під час воєнний стан заняття повністю проводяться дистанційно у Zoom, Classroom.

Засобами діагностики результатів навчання та методами їх демонстрування є:

- виконання завдань лабораторних робіт;
- оформлення звітів лабораторних робіт, захист лабораторних робіт;
- контрольні тестові роботи програмованого типу.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінки заключного іспиту.

Питома вага заключного іспиту в загальній системі оцінок – **40 балів**. Право здавати заключний іспит дається студенту, якій з урахуванням максимальних балів проміжних оцінок і заключного іспиту набирає не менше **60 балів**. Підсумкова оцінка навчального курсу є сумою проміжних оцінок і оцінки іспиту.

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) під час виконання завдань лабораторних робіт.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

7.1 Форми контролю результатів навчальної діяльності студентів та їх оцінювання

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Бал	Критерії оцінювання
5	Робота виконана у встановлений термін. Виконана самостійно, чітко сформульовані цілі, завдання та гіпотеза досліджень. Застосовувалися коректні методи обробки отриманих результатів. У висновках проведена коректна інтерпретація результатів.
4	Робота виконана у встановлений термін. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження; в цілому правильно складає звіт та робить висновки.
3	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну роботу згідно з інструкцією, іноді після консультації викладача; описує спостереження;

Бал	Критерії оцінювання
	складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки.
2	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну згідно з інструкцією; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
1	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Студент виконує лабораторну під керівництвом викладача; складений звіт містить неточності у висновках та помилки.
0	Робота не виконувалася

Критерії оцінювання поточного модульного контролю знань у формі тестування

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ПМК1	15	13-14	12	10-11	9	7-8	6	4-5	3	1-2
ПМК2	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Критерії оцінювання контрольної роботи (для заочної форми)

Бал	Критерії оцінювання
30	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, аргументовано і у правильній послідовності. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
15	Робота виконана у встановлений термін. Матеріал викладено у достатньому обсязі, але частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент вільно орієнтується в матеріалах.
10	Робота виконана з порушенням встановлених термінів. Матеріал викладено у правильній послідовності, але недостатньо повно, більша частка програм наведена без результатів розрахунків. Під час захисту роботи студент слабо орієнтується в матеріалах.
0	Роботу не виконано.

7.2 Критерії оцінювання підсумкового контролю та екзамену

Бал	Критерії оцінювання
40	Студент зробив роботу самостійно без помилок та відповідає на теоретичні питання без помилок
30	Студент зробив роботу самостійно без помилок, але відповіді на теоретичні питання не повні
20	Студент зробив роботу з незначними помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
10	Студент зробив роботу з суттєвими помилками, але відповідає на теоретичні питання без помилок
0	Студент не зробив роботу і не відповідає на теоретичні питання без помилок

7.3. Узагальнюючі результати поточного контролю знань

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	7 роб. × 5 балів = 35 балів	3 роб. × 5 балів = 15 балів
Поточний модульний контроль	15 балів + 10 балів = 25 балів	15 балів
Виконання контрольних робіт	–	1 роб. × 30 балів = 30 балів
Разом	60	60

8. Критерії оцінювання результатів навчання

№№ змістового модуля і теми		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Бали	Вид роботи	Бали
ЗМ 1	T1	Лабораторна робота № 1	5	-	-
	T2	-	-	-	-
	T3	Лабораторна робота № 2	5	-	-
	T4	Лабораторна робота № 3	5	Лабораторна робота № 3	5
	T5	Лабораторна робота № 4	5	Лабораторна робота № 4	5
	T1- T5	Поточний модульний контроль	15	Поточний модульний контроль	15
ЗМ 2	T6	Лабораторна робота № 5	5	-	-
	T7	Лабораторна робота № 6	5	Лабораторна робота № 6	5
	T8	Лабораторна робота № 7	5	-	-
	T6- T8	Поточний модульний контроль	10	-	-
	T6- T8	-		Контрольна робота	30
Підсумковий контроль	Екзамен	40	Екзамен	40	
Сума		100		100	

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Технічні засоби навчання: мультимедійний проектор, персональні комп'ютери з підключенням до мережі Інтернет.

При проведенні занять за дистанційною формою навчання (у період карантину та воєнного стану) використовуються дистанційні платформи й інформаційно-комунікаційні технології (Moodle, Google Classroom, ZOOM Cloud Meetings, Skype, Viber, WeChat, соціальні мережі тощо).

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Паяння матеріалів : підручник / Г. В. Єрмолаєв, В. В. Квасницький, В. Ф. Квасницький, С. В. Максимова, В. Ф. Хорунов, В. В. Чигарьов ; за загальною редакцією В. Ф. Хорунова і В. Ф. Квасницького. – Миколаїв : НУК, 2015. – 340 с.

2. Паяння матеріалів. Дослідження фізико-хімічних процесів та технологічних факторів паяння / В.В. Квасницький, В.Ф. Квасницький, Б.В. Бугаєнко, Г.В. Єрмолаєв; Під наук. ред. В.Ф. Квасницького. – Миколаїв: НУК, 2006. – 160 с.

3. Міцність зварних та спаяних з'єднань: підручник / В.В. Квасницький, Г.В. Єгоров, Г.В. Єрмолаєв, М.В. Матвієнко за загальною редакцією академіка НАН України, доктора технічних наук, професора Л.М. Лобанова. - Миколаїв: НУК, 2019. - 294 с.

4. Технологія конструкційних матеріалів [Текст] : навч. посіб. /П. І Літовченко, Л. П. Іванова. – Х. : НА НГУ, 2016. – 306 с.

5. Mechanics of joints under diffusion welding and brazing of dissimilar materials under plastic conditions: monography; Edited by G.V. Yermolaev / V.V. Kvasnytskyi, M.V. Korzhyk, V.F. Kvasnytskyi, M.V. Matviienko / Mykolaiv: Publisher Torubara V.V. – 2019. – 254 p.

Допоміжна

1. Основи слюсарної справи: Навч. посібник / Сушко О.В. та ін.; за ред. Сушко О.В. Мелітополь: ТПЦ «Forward press», 2020. 152 с.

2. <https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/tpwj>

3. <https://journals.uran.ua/eejet/issue/archive>

Інформаційні ресурси

1. <http://kb.nuos.edu.ua> – сайт ХННІ НУК.

Розробник

к.т.н., доцент



Матвієнко М.В.

Додаток

Питання для модульного контролю

Змістовий модуль 1

1. Визначення процесу паяння. Автономне плавлення і особливості контактного плавлення твердих полікристалічних тіл.
2. Залежність характеру фізико-хімічної взаємодії матеріалів при паянні від положення металу в Періодичній системі Менделєєва.
3. Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при паянні за умови, що компоненти паяемого металу і припою не розчинні ні в рідкому, ні в твердому стані.
4. Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при паяння за умови, що компоненти паяемого металу і припою обмежено розчиняються у рідкому стані і не розчинні у твердому стані.
5. Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при паяння за умови, що компоненти паяемого металу і припою необмежено розчиняються у рідкому стані і обмежено в твердому.
6. Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при паяння за умови, що компоненти паяемого металу і припою утворюють необмежені розчини в рідкому і твердому стані.
7. Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при паяння за умови, що компоненти паяемого металу і припою утворюють стійке хімічна сполука.
8. Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при пайку за умови, що компоненти паяемого металу і припою утворюють нестійку хімічна сполука.
9. Основні характеристики сумісності паяемого металу і припою в процесі пайки. Особливості фізико-хімічної взаємодії в процесі паяння.
10. Адгезійна взаємодія між твердим паяємим металом і розплавом припою. Визначення роботи адгезії і роботи когезії.
11. Характеристика процесу змочування паяемого металу розплавом припою. Умова рівноваги краплі рідини на твердій поверхні. Рівняння Юнга.
12. Крайовий кут змочування, розтікання припоїв, капілярний протягом припоїв.
13. Характеристика коефіцієнта розтікання. Як експериментально визначити коефіцієнт розтікання?
14. Розвиток процесів дифузії при паянні. Характеристика поверхневої, граничної і об'ємної дифузії.
15. Характеристика коефіцієнта дифузії. Від яких факторів залежить величина коефіцієнта дифузії?
16. Процес розчинення металу що паяється в розплаві припою. Статичні і динамічні умови взаємодії розплаву припою з паяемой поверхнею.
17. Від яких факторів залежить константа швидкості розчинення?
18. Призначення технологічного покриття при паянні.

19. Роль процесів випаровування при паянні.
20. Класифікація та характеристика спаїв.
21. Умови утворення і особливості бездифузійним спаю.
22. Умови утворення і особливості розчино-дифузійного спаю.
23. Умови утворення і особливості контактено-реактивного спаю.
24. Умови утворення і особливості спаю зрощування.
25. Умови утворення і особливості диспергироване спаю. Чи можливий дисперговані спай при паянні металу з неметаллом?
26. Умови утворення і особливості метало-неметалічного спаю.
27. Особливості процесів кристалізації при паянні. Процеси ліквідації при паянні.
28. Вплив умов кристалізації на форму росту кристалів в умовах паянні.
29. Вплив концентраційного переохолодження на зміну фронту кристалізації.
30. Класифікація способів паяння за методами видалення оксидних плівок.
31. Специфіка процесів флюсування при паянні.
32. Механізм флюсування при використанні галоїдних флюсів (на прикладі дії розчину хлористого цинку).
33. Як «працюють» на поверхні металу що паяється флюси, стримано фториди і фторборати (наприклад, KBF_4 , NaBF_4)?
34. Роль нейтральної газового середовища і вакууму при паянні.
35. Роль активної газового середовища в процесі паяння. Як «працюють» газоподібні флюси?
36. Які штучні газові середовища застосовують при паянні?
37. Класифікація способів паяння за умовами заповнення зазору і механізмом утворення паяного шва.
38. Капілярне паяння готовими припоями. Визначення, сутність.
39. Вплив розміру зазору на структуру, хімічний склад шва, механічні властивості з'єднання.
40. Контактено-реактивне паяння, визначення, сутність. Вплив товщини покриття (прокладки) і температури паяння на якість паяних з'єднань.
41. Реактивно-флюсового пайка, визначення, сутність. Флюси для реактивно-флюсового пайки. Реактивно-флюсового пайка виробів із сплавів алюмінію.
42. Дифузійне паяння, визначення, сутність. Можливості регулювання розміру шва, швидкості проходження процесу паяння, виключення освіти інтерметалідів.
43. Некапілярне паяння, визначення, сутність.
44. Паяння композиційним припоєм, області застосування.

Змістовий модуль 2

45. Класифікація припоїв за хімічним складом і технологічним властивостям.
46. Мідні припої: застосування, характеристика паяних з'єднань, недоліки.
47. Срібні припої: область застосування, характеристика паяних з'єднань.

48. Нікелеві припої: область застосування, характеристика паяних з'єднань.

49. Алюмінієві припої: область застосування, характеристика паяних з'єднань.

50. Олов'яно-свинцеві припої: область застосування, характеристика паяних з'єднань.

51. Порошкоподібні і пастоподібні припої. Вимоги до сполучною речовинам пастоподібних припоїв.

52. Пайка в печах. Електропечі з контрольованими середовищами. Оснащення для збірки деталей при пічному паянні.

53. Устаткування для індукційного паяння. Приклади технологічного процесу індукційного паяння.

54. Устаткування для паяння поогруженієм. Печі-ванни для паяння зануренням в розплави солей. Суміші сольових ванн для пайки алюмінієвих сплавів.

55. Конструювання паяних з'єднань. Характеристика з'єднань встик, вскос, напусккових, кутових і таврових. З'єднання трубних елементів.

56. Приклади конструювання паяних з'єднань. Способи підведення припою і флюсу.

57. Міцність паяних з'єднань. Вплив фізико-хімічних і технологічних факторів на міцність паяних з'єднань. Способи підвищення міцності.

58. Вплив конструкційних факторів на міцність паяних з'єднань. Розрахунок на міцність стикових, напусккових і телескопічних з'єднань.

59. Підготовка поверхні металу що паяється під паяння. Попереднє нанесення технологічних і бар'єрних покриттів, способи нанесення покриттів.

60. Збірка під пайку і способи внесення припою. Пристосування для пайки.

61. Обробка деталей після паяння. Способи видалення залишків флюсування.

62. Технологічний процес паяння металевих матеріалів. паяння сталей і чавуну.

63. Паяння міді й сплавів.

64. Паяння алюмінію і сплавів.

65. Паяння титану і сплавів.

66. Паяння неметалічних матеріалів, особливості технології.

67. Паяння металів зі склом, керамікою, ферритами, області застосування.

68. Паяння напівпровідників.

69. Паяння графіту з металами, області застосування.

70. Дефекти паяних з'єднань.