

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія
зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»
«Паяння матеріалів»**

**108 год / 3 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)**

Навчальний контент

Змістовий модуль 1. Загальні питання процесу паяння. (20 год.)

Тема 1. Фізична сутність паяння. Характеристика автономного плавлення і особливості контактного плавлення в умовах паяння. Сумісність металу що паяється та припою. (4 год.)

Тема 2. Аналіз типових діаграм стану взаємодіючих матеріалів. Характеристика і умови утворення спаїв. Адгезійне та когезійне взаємодія при паянні. (4 год.)

Тема 3. Характеристика процесу змочування та розвиток процесів дифузії в процесі паянні. Процеси розчинення і випаровування. (4 год.)

Тема 4. Особливості процесів флюсування та процесу кристалізації при паянні. (4 год.)

Тема 5. Технологічна характеристика припоїв для паяння. Самофлюсувальні та композиційні припої. Способи капілярного та некапілярного паяння. (4 год.)

Змістовий модуль 2. Технології паяння металів та неметалів. (10 год.)

Тема 6. Основні етапи проектування технології паяння. (4 год.)

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. (4 год.)

Тема 8. Технологія паяння неметалевих матеріалів. (2 год.)

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія
зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»
«Паяння матеріалів»**

**108 год / 3 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)**

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Способи паяння та джерела теплоти	2
2	Дослідження крайового кута змочування і розтікання припою по поверхні твердого тіла	3
3	Дослідження впливу величини зазору при паянні на висоту підняття і затікання припою в зазор	2
4	Дослідження поверхневого натягу рідин та розплавів	2
5	Дослідження впливу величини напустку та паяльного зазору на міцність спаяного з'єднання	2
6	Дослідження власних напружень і деформацій при паянні різнорідних матеріалів	2
7	Дослідження дифузійного паяння та паяння з тиском	2
	Разом	15

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія
зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»
«Паяння матеріалів»**

**108 год / 3 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)**

Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Технологічні процеси паяння. Класифікація.	7
2	Характер контактних процесів взаємодії матеріалів при паянні.	7
3	Основні характеристики сумісності металу що паяється і припою в процесі паяння. Особливості фізико-хімічної взаємодії в процесі паяння.	7
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	7
5	Процеси дифузії при паянні. Характеристика поверхневої, граничної і об'ємної дифузії. Коефіцієнта дифузії.	7
6	Процес розчинення металу що паяється в розплаві припою. Статичні і динамічні умови взаємодії.	7
7	Умови утворення і особливості бездифузійного спаю. Утворення і особливості розчинно-дифузійного спаю та контактно-реактивного спаю.	7
8	Процесів кристалізації та ліквідації при паянні. Вплив умов кристалізації на форму росту кристалів в умовах паяння. Вплив концентраційного переохолодження на зміну фронту кристалізації.	7
9	Класифікація припоїв за хімічним складом і технологічними властивостями.	7
	Разом	63

**Програма підготовки бакалаврів у галузі знань 13–Механічна інженерія
зі спеціальності 131–«Прикладна механіка»
«Паяння матеріалів»**

**108 год / 3 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій, 15 год. лабораторних занять)**

Завдання для поточного та підсумкового контролю

Змістовий модуль 1

1. Визначення процесу паяння відповідно до ГОСТ 17325-79. 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. Адгезионное взаємодія між твердим паяемим 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 паяємою 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 розчинно-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 диспергований спай при паянні металу з неметалом?
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. Контактно-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, напускових, 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, напускових 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.