

ВПЛИВ ФЛЮСУ І ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ ПОВЕРХНІ ВИРОБУ НА РОЗТІКАННЯ ПРИПОЮ ПОС-61 ПО ПОВЕРХНІ ДЕТАЛІ ПРИ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОМУ ПАЯННІ

В статті наведено результати досліджень впливу флюсу і якості підготовки поверхні виробу на розтікання припою ПОС-61 по поверхні виробів із низьковуглецевої сталі, міді та алюмінію при низькотемпературному паянні.

Ключові слова: флюс, флюсуюча дія, поверхневий натяг, кут змочування, площа розтікання припою.

S. POSONSKYI, O. BABAK
Khmelnitskyi National University

THE INFLUENCE OF FLUX AND PREPARATION QUALITY OF THE ITEM SURFACE ON SOLDER SPREADING THE POS61 ON THE DETAIL SURFACE IN LOW-TEMPERATURE SOLDERING CONDITIONS

Abstract: The article covers the research results concerning the influence of flux and the item surface preparation grade on the POS61 solder spreading on the surface of the items made of low-carbon steel, copper and aluminium in soldering conditions.

Keywords: flux, fluxing activity, surface tension, wetting angle, solder spreading area

Вступ

Висока якість паяних з'єднань може бути отримана тільки в тих випадках, коли припій добре змочує і розтікається по поверхні виробу при температурах паяння [1]. Це залежить від фізичних властивостей матеріалів, чистоти з'єднуваних поверхонь і активності використовуваних флюсів. Механічне очищення або травлення поверхонь перед паянням поліпшує розтікання припою.

Постановка задачі

Флюси призначено для виведення окисів, що утворюються в процесі паяння, і активації поверхні металу.

Для низькотемпературного паяння металів олов'яно-свинцевим припоєм за флюси використовують світлу каніфоль, спиртові розчини каніфолі з домішками фосфорної кислоти, солянокислого гідразину та інших активаторів, а також водні розчини хлорного цинку з соляною кислотою [1, 2].

Флюсуюча дія каніфолі обумовлена наявністю в її складі абієтинової кислоти $C_{20}H_{30}O_2$ та інших органічних кислот, котрі розчиняють окиси міді і деяких інших металів.

Флюсуюча дія водних розчинів хлорних солей обумовлена тим, що в воді вони гідролізуються з утворенням хлористого водню [3]:



Використання флюсів сприяє очищенню поверхні виробу від окисів безпосередньо в процесі паяння, що значно підвищує розтікання припою і його адгезійну взаємодію з поверхнею металу.

Обриси краплі припою на твердій поверхні (рис. 1) залежать від співвідношення величин поверхневого натягу на межі фаз: "тверде тіло-газ" – σ_{TG} ; "тверде тіло – рідина" (припій) – σ_{TP} ; "газ – рідина" – σ_{PG} .

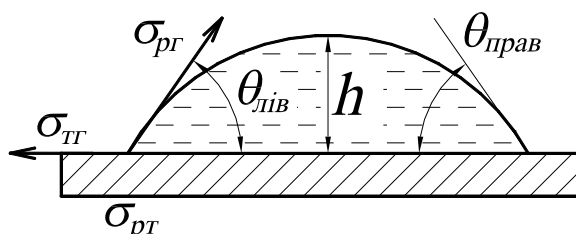


Рис. 1. Рівновага краплі припою на поверхні твердого тіла:

$\theta_{лив}$ – лівий кут обрису; $\theta_{прав}$ – правий кут обрису; h – висота краплі

При хорошому змочуванні та розтіканні кут $\theta < 90^\circ$. Величину кута можна визначити аналітично, якщо відомі значення поверхневих енергій, за співвідношенням:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{TG} - \sigma_{TP}}{\sigma_{PG}}, \quad (2)$$

При відсутності даних про величини поверхневих натягів, кут змочування можна визначити

експериментально після охолодження розплавленого припою, або на спеціальній установці, зображеній на рис. 2.

Вимоги до проведення досліджень [4]:

1. Зразок виготовлений з матеріалу, що паяється, розміром 40×40 мм у вигляді пластини (диска діаметром 40 мм). Товщина зразка від 0,5 до 3 мм.
2. Припій у вигляді циліндра або куба з об'ємом 64 мм^3 .
3. Якщо припій містить срібло, золото, платину або інші коштовні метали, то об'єм припою становить 16 мм^3 , а розміри зразка – 20×20 мм (або діаметр 20 мм).
4. Число зразків для досліджень не менше трьох для кожного з металів, припою, флюсу і режимів паяння.
5. При використанні флюсу, його об'єм не повинен перевищувати 400 мм^3 для зразків 40×40 мм і 100 мм^3 для зразків 20×20 мм.

Середній кут при першому дослідженні визначається за формулою:

$$\theta_1 = \frac{\theta_{\text{прав}} + \theta_{\text{лів}}}{2}, \quad (3)$$

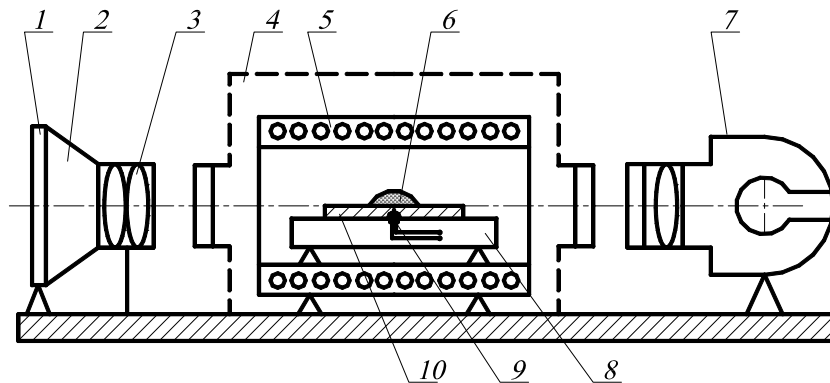


Рис. 2. Прилад для визначення змочування за кутом розтікання припою:
1 – екран; 2 – збільшувач; 3 – об'єктив; 4 – камера (при дослідженнях в контрольованих середовищах); 5 – нагрівальний елемент; 6 – крапля припою; 7 – джерело світла; 8 – основа для встановлення зразка; 9 – термопара; 10 – зразок з металу, що паяється

Середній кут змочування визначається за формулою:

$$\theta_{cp} = \frac{\theta_1 + \theta_2 + \dots + \theta_n}{n}, \quad (4)$$

де n – кількість досліджень за однакових умов паяння.

Розрахункове значення крайового кута змочування за параметрами краплі припою на зразку визначається із залежності:

$$\theta_p = \arccos \left(1 - \frac{3\pi h^3}{3V + \pi h^3} \right), \quad (5)$$

де h – висота краплі припою,

V – об'єм краплі припою.

Непрямою оцінкою змочування припоєм поверхні твердого матеріалу є площа розтікання припою: чим більша площа розтікання певної наважки припою, тим краще змочування. Приблизно величину площі розтікання припою можна визначити за допомогою співвідношення:

$$F = 0,75ab, \quad (6)$$

де a та b – найбільші довжина і ширина ділянки, покритої розплавленим припоєм.

При хорошому змочуванні поверхонь твердих тіл припій добре заповнює зазор між ними, утворюючи якісні паяні з'єднання без внутрішніх дефектів.

Поліпшення якості паяних з'єднань, особливо в тих випадках, коли необхідно забезпечити проникнення розплавленого припою на значні відстані в капілярні зазори, можна досягнути шляхом попереднього пролудження з'єднуваних поверхонь.

Порядок виконання досліджень [4].

1. Ввімкнути нагрівач пристрою для визначення змочування за кутом розтікання припою.
2. Відігнути кінець сталевго зразка таким чином, щоб його можна було взяти плоскогубцями і покласти на нагрівач.
3. Покласти на поверхню зразка 10 (див. рис. 2) шматок припою і після нагріву його до температури плавлення, капнути дві краплі флюсу (каніфоль).

4. Через декілька секунд після того, як завершиться процес плавлення і розтікання припою, виміряти правий і лівий кути змочування на екрані 1. Значення кутів занести в таблицю 1.

5. Повторити операції пп. 1– 4 три рази, після чого зняти зразок з нагрівального пристрою, охолодити на спокійному повітрі і виміряти розміри довжини та ширини ділянки, покритої розплавленим припоєм, розрахувати площу. Дані занести у таблицю 1.

6. Зачистити поверхню сталевого зразка абразивним папером до металевого блиску і повторити операції пп. 1– 5.

7. Повторити операції пп. 1– 7 застосовуючи інші флюси.

8. Зробити висновки про придатність використаних флюсів для низькотемпературного паяння низьковуглецевої сталі.

Результати досліджень

Розрахунковий кут змочування для дослідних зразків визначимо з виразу 5 з врахуванням вимірної висоти каплі та відомого об'єму. Всі результати заносимо в таблиці 1– 3 та зобразимо на рисунках 3– 11.



Рис. 3. Зразки з застосуванням флюсу F6
а – без підготовки поверхні; б – з підготовкою

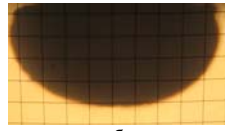
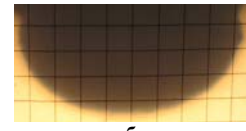


Рис. 4. Зразки з застосуванням флюсу ФНА:
а – без підготовки поверхні; б – з підготовкою



Таблиця 1

Результати досліджень розтікання припою по поверхні сталі

Стан поверхні	Флюс	Кут змочування, град.				Розмір краплі припою			
		$\theta_{прав}$	$\theta_{лів}$	θ_i	$\theta_{ср}$	a , мм	b , мм	h , мм	F_3 , мм ²
Без підготовки	Каніфоль	54	55	54,5	55	5,7	5,8	3,1	24,8
		56	55	55,5					
		55	55	55					
Зачищена	Каніфоль	50	51	50,5	50,8	6,5	6,7	2,8	32,7
		51	52	51,5					
		50	51	50,5					
Без підготовки	Ортофосфорна кислота	48	49	48,5	48,5	5,5	5,7	3,4	23,5
		49	48	48,5					
		49	48	48,5					
Зачищена	Ортофосфорна кислота	47	48	47,5	47,8	5,6	5,8	3,4	24,36
		48	48	48					
		47	48	47,5					
Без підготовки	Кислота для паяння Авто «К»	50	51	50,5	49,8	5,4	5,9	3,4	23,9
		50	49	49,5					
		49	50	49,5					
Зачищена	Кислота для паяння Авто «К»	48	49	48,5	49	6,0	6,2	3,2	27,9
		48	50	49					
		50	49	49,5					
Без підготовки	ФНА	57	56	56,5	57,5	5,5	6,5	2,9	26,8
		58	57	57,5					
		59	58	58,5					
Зачищена	ФНА	55	56	55,5	54,8	5,9	6,2	3	27,4
		56	53	54,5					
		54	55	54,5					
Без підготовки	F6	72	70	71	70,3	5,8	6	3	26,1
		70	70	70					
		69	71	70					
Зачищена	F6	63	62	62,5	62,3	6	6	3	27
		63	61	61,5					
		63	63	63					
Без підготовки	-	80	78	79	77,5	6	4,5	3,3	20
		75	78	76,5					
		78	76	77					
Зачищена	-	75	74	74,5	75,5	6	5	3,2	20,6
		77	78	77,5					
		74	75	74,5					

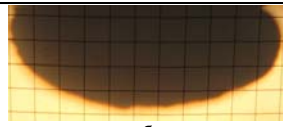
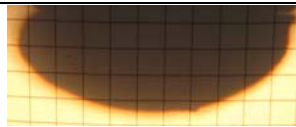


Рис. 5. Зразки без застосуванням флюсу:
а – без підготовки поверхні; б – з підготовкою

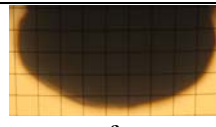


Рис. 6. Зразки з застосуванням флюсу каніфоль:
а – без підготовки поверхні; б – з підготовкою



Рис. 7. Зразки з застосуванням флюсу Авто К:
а – без підготовки поверхні; б – з підготовкою



Рис. 8. Зразки з застосуванням флюсу ортофосфорна кислота:
а – без підготовки поверхні; б – з підготовкою

Таблиця 2

Результати досліджень розтікання припою по поверхні міді

Флюс	Розміри краплі припою			
	a , мм	b , мм	h , мм	F , мм ²
Без флюсу	11	8,5	1,4	70,1
Каніфоль	11	9,3	1,3	76,7
Ортофосфорна кислота	23	17,5	0,3	301,9
ФНА	21	12,4	0,3	195,3
F6	10	11	1	82,5
Авто К	21,2	14,5	0,5	230,6

Таблиця 3

Результати досліджень розтікання припою по поверхні алюмінію

Флюс	Розміри краплі припою			
	a , мм	b , мм	h , мм	F , мм ²
Без флюсу	5,8	5,8	3,1	25,2
F6	5,9	5,9	3	26,1
ФНА	7,5	5,6	2,3	31,5

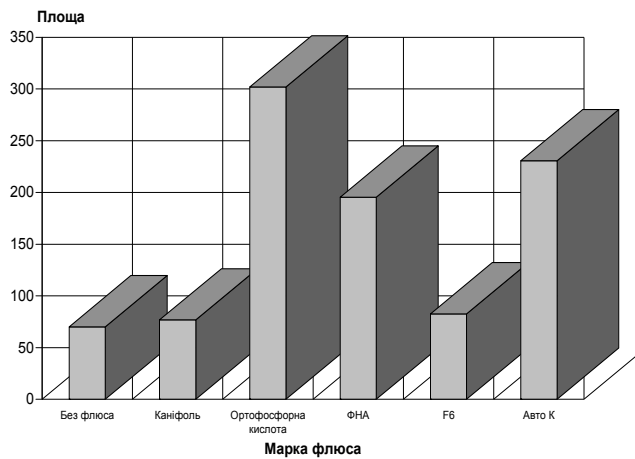


Рис. 9. Гістограми залежності площі розтікання припою ПОС-61 по поверхні міді

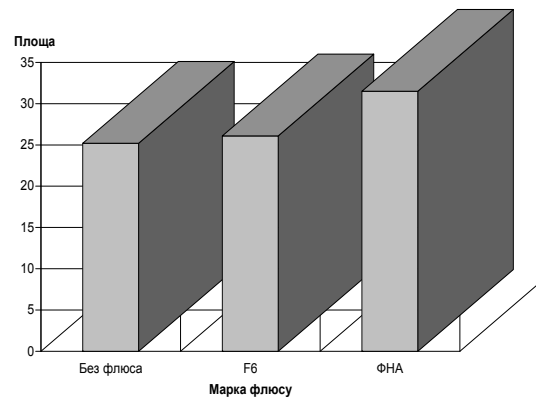


Рис. 10. Гістограми залежності площі розтікання припою ПОС-61 по поверхні алюмінію

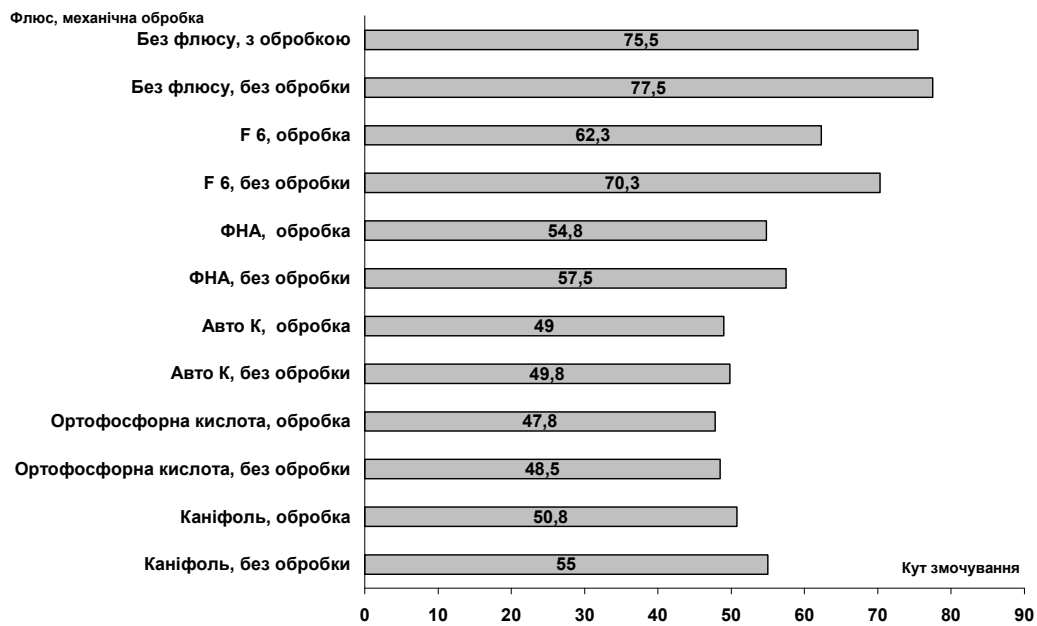


Рис. 11. Гістограми залежності кута змочування припою ПОС-61 по поверхні низьковуглецевої сталі

Висновки

Розкрито суть методики визначення властивостей матеріалів для паяння металів. Визначений кут змочування припоєм ПОС-61 металів залежно від застосовуваних флюсів і обробки поверхні та виконана оцінка рідко текучості припою ПОС-61 по площі розтікання. Сформовані рекомендації щодо застосування методу обробки поверхні металів при низькотемпературному паянні.

Література

1. Лашко Н.Ф. Пайка металлов / Н.Ф. Лашко, С.В. Лашко. – М. : Машиностроение, 1977. – 328 с.
2. Посонський С.Ф. Паяння металів: методичні вказівки до лабораторних робіт для студентів напряму підготовки “Зварювання” / С.Ф. Посонський, О.П. Бабак. – Хмельницький : ХНУ, 2010. – 37 с.
3. Справочник по пайке / [под ред. И.Е. Петрунина]. – [2-е изд.] – М. : Машиностроение, 1984. – 400 с.
4. ГОСТ 23904-79. Пайка. Метод определения смачивания материалов припоями. – М. : Изд-во стандартов, 1979.

References

1. Lashko N., Lashko S. Paika metallo. Moskva: Mashynostroenie, 1977. 328 p.
2. Posons'kyi S., Babak O. Paiannia metaliv: metodychni vkasivky do laboratornykh robit dlia studentiv napriamu pidhotovky Zvariuvannia. Khmelnyts'kyi: Khmelnyts'kyi Natsional'nyi Universytet, 2010. 37 p.
3. Spravochnik po paike. Pod red. Y.E. Petrunyna, – 2-e izd. – Moskva: Mashynostroenye, 1984. 400 p.
4. HOST 23904-79 Paika. Metod opredeleniya smachyvanyia materyalov prypoiomy. – Moskva: Izd-vo standartov, 1979.

Рецензія/Peer review : 7.3.2013 р. Надрукована/Printed : 7.4.2013 р.
Рецензент: д.т.н. Сорокатиї Р.В.