

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи №3

«Паяння металів низькотемпературними припоями»
з дисципліни «Паяння металів» для студентів спеціальності
131 Прикладна механіка освітньої програми «Технології та
устаткування зварювання» всіх форм навчання

2022

Методичні вказівки до лабораторної роботи №3 «Паяння металів низькотемпературними припоями» з дисципліни «Паяння металів» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» всіх форм навчання / Укл.: Капустян О.Є. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. 10 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, канд. техн. наук, доц.

Рецензент: М. Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доц.

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 11 від 24.06.22

Рекомендовано

до видання НМК ІФФ

Протокол № 11 від 28.06.22

ЗМІСТ

1 Мета роботи	4
3 Завдання на підготовку до лабораторної роботи.....	7
4 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи	7
5 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання	8
6 Вказівки з техніки безпеки	8
7 Порядок проведення лабораторної роботи	9
8 Зміст звіту	10
9 Рекомендована література	10

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення впливу складу флюсу і якості підготовки поверхні вибору на розтічність припою по поверхні деталі. Опанування технікою паяння з використанням низькотемпературних припоїв.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Паяння широко використовується у всіх галузях промисловості. Однією з основних переваг паяння є можливість з'єднання одночасно за один цикл багатьох деталей складної конфігурації, а також різноманітних матеріалів.

В залежності від умов експлуатації конструкції і вимог, які ставляться до паяного з'єднання, процес паяння може здійснюватися за допомогою припоїв з високою температурою плавлення (твердих припоїв) або низькотемпературних (м'яких припоїв), температура плавлення яких не перевищує 450° С.

В техніці використовується значна кількість припоїв із різними фізичними та хімічними властивостями на основі широкого набору елементів, зазвичай з класу металів (наприклад, олова, свинцю, міді, цинку, кадмію, нікелю, індію, сурми, тощо), та інших речовин (зазвичай оксидів як, наприклад, у склоприпоях).

Припої на основі олов'яно-свинцевих сплавів дуже широко використовувалися в минулому і ще й досі виробляються. Вони особливо зручні при ручному паянні, але свинець, що входить до їх складу, може негативно впливати на довкілля. З цієї причини здійснюється поступовий перехід на безсвинцеві припої, які, однак, з різних причин є менш придатними для ручного застосування.

За різними властивостями припої можуть поділятися на жароміцні, теплостійкі, кислотостійкі, спечені, композиційні, тощо. Найпоширенішою є класифікація припоїв за температурами плавлення.

В кожному конкретному випадку припій обирається в залежності від фізико-хімічних властивостей матеріалів, з яких

виготовлені поєднувані деталі; від температурних обмежень; розмірів деталей; від вимог щодо потрібних якостей спаю (його механічної міцності, жаротривкості, корозійної стійкості, електропровідності, довговічності і загальної вартості), а також від способу паяння та технологічних умов її здійснення.

З'єднання металевих матеріалів виконується за допомогою металевих припоїв, а металевих матеріалів із неметалевими – за допомогою металевих припоїв із вмістом хімічно активних металів (наприклад, індію), або припоїв на основі оксидів (наприклад, склоприпої).

Найважливішими властивостями припоїв усіх видів є високі адгезійні та капілярні якості і висока плинність.

В залежності від технології здійснення паяння, розмірів та особливостей спаюваних деталей, припій може мати вигляд: дроту; прутків; трубок діаметром від 0,3 мм до 5 мм заповнених флюсом (каніфоллю); спеціальних стрічок фольги, яким заздалегідь надається форма відповідно до розмірів деталей; порошків; паяльних паст, які складаються із порошку припою і рідкого флюсу; суспензій.

Паяльні пасти та фольга зручні для застосування в умовах високоавтоматизованого безперервного виробництва електронних плат, в той час як паяльний дріт розраховано на ручне паяння.

Слюсарі-сантехніки часто використовують припій у вигляді прутів, товщина яких значно більша, ніж дроту в електроніці. Ювеліри використовують припій у вигляді тонких листів, які вони в подальшому розрізають на шматки.

В аматорській практиці найбільш широко використовуються легкоплавкі припої.

У повсякденному вжитку під терміном припій найчастіше розуміється лише група м'яких припоїв із діапазоном температур плавлення від 90° С до 450° С. За температурами плавлення вони поділяються на:

- особливо легкоплавкі (менше 145° С);
- легкоплавкі (від 145° С до 450° С).

Паяння з використанням таких припоїв називається м'яким або низькотемпературним. Такий тип припоїв зазвичай застосовується в електроніці, в сантехніці (при монтажі трубопровідної арматури) та при з'єднанні металевих частин із великою площею контакту (листові матеріали) і малими механічними навантаженнями. Найпопулярніші в

даний категорії сплави мають температури плавлення від 180°C до 190°C . Ручне паяння м'яких припоїв здійснюється із застосуванням паяльника або паяльної лампи.

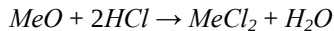
Висока якість паяних з'єднань може бути досягнена тільки в тих випадках, коли припій добре змочує і розтікається по поверхні виробу при температурах паяння. Це залежить від фізичних властивостей матеріалів, чистоти з'єднуваних поверхонь і активності використовуваних флюсів. Механічне очищення або травлення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

Флюси призначені для виведення окислів, що утворюються в процесі паяння, і активації поверхні металу.

Для низькотемпературного паяння металів олов'яно-свинцевими припоями за флюси використовують спиртові розчини каніфолі з домішками фосфорної кислоти, солянокислого гідразину та інших активаторів, а також водні розчини хлорного цинку з соляною кислотою.

Флюсуюча дія каніфолі обумовлена наявністю в її складі абіетинової кислоти ($\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$) та інших органічних кислот, які розчинюють окисли міді і деяких інших металів.

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



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

Обриси краплі припою на твердій поверхні (рис. 2.1) залежать від співвідношення величин поверхневого натягу на межі фаз: тверде тіло – газ ($\sigma_{\text{тг}}$), тверде тіло – рідина (припій) ($\sigma_{\text{тр}}$), газ – рідина ($\sigma_{\text{рг}}$).

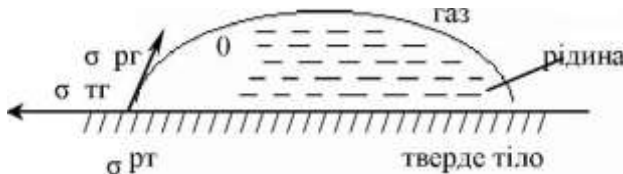


Рисунок 2.1 – Рівновага краплі на поверхні твердого тіла

При хорошому змочуванні і розтічності кут $\theta < 90^{\circ}$. Величину кута можна визначити аналітично, якщо відомі значення поверхневих

енергій, через співвідношення:

$$\cos \theta = \frac{(\sigma_{\Gamma\Gamma} - \sigma_{\Gamma\Gamma})}{\sigma_{\Gamma\Gamma}}.$$

При відсутності даних про величини поверхневих натягів кут змочування можна визначити експериментально після охолодження розплавленого припою. Непрямою оцінкою змочування припоєм поверхні твердого матеріалу є площа розтікання припою, чим більша площа розтікання певної наважки припою, тим краще змочування.

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.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Необхідно з рекомендованих літературних джерел вивчити суть процесу паяння і техніку виконання цієї операції за допомогою електропаяльників низькотемпературних припоїв.

До заняття треба підготувати загальну частину звіту, в якій вказати назву і мету роботи, методику її виконання і навести таблицю для записування результатів експериментів.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Суть процесу паяння металів.

2. Яке призначення флюсів при виконанні процесу паяння?
3. Які флюси використовуються для низькотемпературного паяння?
4. Які фактори спричиняють найбільший вплив на розтічність припоїв?
5. Яка техніка виконання процесу низькотемпературного паяння за допомогою електропаяльника?
6. Які дефекти можуть утворюватися при паянні за допомогою паяльника і причини їх утворення?

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Муфельна електрична піч або електроплитка.
2. Електропаяльник.
3. Інструмент – плоскогубці, молоток, зубило, лещата, піпетка, штангенциркуль.
4. Зразки із низьковуглецевої сталі і міді товщиною 0,5 мм – 1,5 мм.
5. Припій олов'яно-свинцевий типу ПОС-40 діаметром 2 мм – 3 мм.
6. Флюси – 25% спиртовий розчин каніфолі, 25% водний розчин хлорного цинку, фосфорна кислота.
7. Абразивний папір.

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. Роботи по паянню металів проводяться на робочих місцях витяжною вентиляцією.
2. При роботі з електронагрівальними пристроями і паяльником строго дотримуватися правил електробезпеки.
3. Не допускати попадання розчину флюсу на одяг і відкриті ділянки тіла.

4. Класти зразки в нагрівальний пристрій і витягувати їх дозволяється тільки при виключеному живленні електроустановки.

5. Не торкатись гарячих зразків руками. Класти їх можна тільки на металеву або азбоцементну підставку.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вимкнути електричну піч або електроплитку.

2. Відігнути кінець сталевого зразка таким чином, щоб його можна було взяти плоскогубцями і покласти на плитку (в піч).

3. Покласти на поверхню зразку три однакових шматки припою довжиною 5 мм – 6 мм на відстані 20 мм – 25 мм один від одного.

4. За допомогою плоскогубців покласти зразок зі шматками припою в нагрівальний пристрій й після нагріву його до температури плавлення припою капнути по 2 краплі флюсу: на перший шматок – каніфоль, на другий – хлорний цинк, на третій – фосфорну кислоту. Через декілька секунд після того, як завершиться процес плавлення і розтікання припою, зняти зразок з нагрівального пристрою і остудити на спокійному повітрі.

5. Зачистити поверхню другого сталевого зразку до металевого блиску і повторити операції 2 і 4 для вивчення розтічності припою по поверхні зачищеного зразку при використанні різних флюсів.

6. Повторити операції 2 і 4 з мідним зразком з метою визначення впливу флюсу на розтічність олов'яно-свинцевого припою по міді.

7. Виміряти площу розтікання припою при різних умовах паяння і внести данні до таблиці.

Матеріал зразку	Метод підготовки поверхні	Застосований флюс	Площа розтікання припою, мм
-----------------	---------------------------	-------------------	-----------------------------

Приблизно величину площі розтікання припою можна визначити через співвідношення:

$$F = 0,75 \cdot a \cdot b,$$

де a і b – найбільша довжина і ширина ділянки, покритої

розплавленим припоєм.

8. Зробити висновки про придатність використаних флюсів для низькотемпературного паяння низько вуглецевої сталі і міді.

9. Спаяти сталеві зразки внапустку за допомогою електропаяльника, використавши при цьому флюс, який забезпечує найкраще розтікання припою. Величину напуску при паянні витримати в межах 5 мм – 8 мм. Процес паяння виконати без попереднього лудження з'єднуваних поверхонь.

10. В лещатах за допомогою зубила розламати паянні стики і виявити наявність непропаїв і їх розміри. Зробити висновок про якість паяних з'єднань.

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

У звіті до лабораторної роботи наводиться її назва, мета і методика виконання, таблиця з записом результатів експериментів, їх аналіз і висновки по роботі.

9 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1 Лашко Ф.В., Лашко Н.Ф. Пайка металлов. - М.: Машиностроение, 1988 - 376 с.