О. Л. ГАЙДАМАК, А. Ю. ОСАДЧУК

ПАЯННЯ, СКЛЕЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

О. Л. ГАЙДАМАК, А. Ю. ОСАДЧУК

ПАЯННЯ, СКЛЕЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ

Лабораторний практикум

Вінниця
ВНТУ
2017

УДК 621.791(3)
ББК 34.643
Г14

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 7 від 22.12.2015 р.)

Рецензенти:
В. А. Огородніков, доктор технічних наук професор
В. М. Міхалевич, доктор технічних наук професор
В. А. Матвійчук, доктор технічних наук професор

Гайдамак, О. Л.

Г14 Паяння, склеювання та споріднені процеси. Лабораторний практикум / Гайдамак О. Л., Осадчук А. Ю. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 39 с.

В лабораторному практикумі розглянуті технології паяння та склеювання, способи визначення міцності цих з'єднань та їх властивості. Посібник розроблений відповідно до плану кафедри та програми дисципліни «Паяння, склеювання та споріднені процеси».

Лабораторний практикум призначено для студентів напряму підготовки 6.05050403 «Заврювання».

УДК 621.791(3)
ББК 34.643

© ВНТУ, 2017

Зміст

Лабораторна робота № 1

Визначення міцності клеєних з’єднань при склеюванні деревини 4

Лабораторна робота № 2

Визначення міцності клеєних з’єднань сталевих зразків 7

Лабораторна робота № 3

Методи випробування паяних з’єднань на міцність 11

Лабораторна робота № 4

Вплив величини напуску на міцність паяного з’єднання 18

Лабораторна робота №5

Визначення змочуваності та розтікання рідкого припою по поверхні металу 20

Лабораторна робота № 6

Капілярні явища при паянні 25

Лабораторна робота № 7

Паяння поліпропіленових труб 29

Лабораторна робота № 8

Газополуменеве паяння 33

Література 38

Лабораторна робота № 1

Визначення міцності клеєних з'єднань при склеюванні деревини

Мета роботи. Дослідити міцність клеєних з'єднань епоксидним клеєм, клєм ПВА та іншими клейями при склеюванні деревини.

Теоретичні відомості

Найбільш великими споживачами клеєних матеріалів є деревообробна промисловість, будівництво, легка промисловість, машинобудування, авіаційна промисловість, суднобудування та ін.

На частку деревообробної промисловості припадає майже 75% споживання синтетичних клеїв, переважно карбамідних і фенольних; в малих, але зростаючих кількостях використовуються полівінілацетатні клеї.

Використання синтетичних клеїв дозволяє інтенсифікувати процеси склеювання і фанерування, збільшити продуктивність праці і в багатьох випадках знизити собівартість і поліпшити якість продукції.

Склеювання – один із широкозастосовуваних способів отримання нероз'ємних з'єднань. Клеєні з'єднання мають деякі переваги в порівнянні із заклепувальними, зварними, болтовими з'єднаннями це, в першу чергу, можливість сполучати різнорідні матеріали. У багатьох випадках це єдиний, практично можливий, метод з'єднання неметалевих матеріалів між собою та з металами. У клеєних з'єднаннях більш рівномірно розподілені напруга, відсутні отвори під болти і заклепки, що послаблюють елементи, які з'єднуються.

Важливою перевагою з'єднань на основі синтетичних клеїв є їх атмосферостійкість, здатність протистояти корозії і гниттю. У багатьох випадках клеєні з'єднання забезпечують герметичність конструкцій.

Основний недолік більшості клеїв полягає в їх низькій теплостійкості. Розроблено клеї на основі органічних і неорганічних полімерів, які можуть працювати при температурах вище 1000 °С, але більшість з них не дає достатньо еластичної клейової плівки, що поки обмежує можливість їх застосування.

Недоліком клеєних з'єднань є їх відносно невисока міцність при нерівномірному відриві і необхідність у деяких випадках проводити нагрівання при склеюванні.

Сучасні клеї в більшості випадків являють собою композиції на основі полімерних матеріалів.

Вибір клею для з'єднання матеріалів у виробі визначається багатьма умовами. Універсального клею, здатного склеювати будь-які поверхні,

немає. Однак є безліч найрізноманітніших за властивостями клеїв, з яких потрібно вибрати найбільш придатний.

Перш за все необхідно мати чітке уявлення про властивості і хімічну природу клеїв і склеюваних матеріалів, щоб вибрати для використання клей або групу клеїв.

Одним з перших і, мабуть, найбільш важливим фактором, що визначає вибір клею, є характер і величина напруги, яку повинно витримувати клеєне з'єднання при експлуатації.

Іншим не менш важливим фактором є інтервал температур, при яких експлуатується клеєне з'єднання. Зокрема при підвищених температурах не можуть бути застосовані клеї на основі термопластів, тоді як термореактивні смоли можна використовувати в умовах високих температур.

Слід мати на увазі, що міцність склеювання залежить не тільки від застосовуваного клею, але і від конструкції з'єднання, технології склеювання, стану поверхонь, що склеюються, і багатьох інших чинників.

Клеєні з'єднання неметалевих матеріалів повинні мати міцність, близьку до міцності склеюваних матеріалів. Міцнісні характеристики клеєних з'єднань повинні відповідати умовам експлуатації з'єднання. Основним показником експлуатаційних властивостей клеїв є їх клеїльна здатність і довговічність.

Розробляючи технологічний процес склеювання, слід враховувати специфічні особливості клеїв, а також їх токсичність і горючість.

При склеюванні необхідно строго дотримуватися вказівки щодо підготовки різних поверхонь і нанесення клею на них, а також режиму затвердіння клею.

При застосуванні клею необхідно враховувати гарантійні терміни зберігання клею і його компонентів, а також його життєздатність.

З метою встановлення можливості використання вибраного клею для склеювання матеріалів в конкретних з'єднаннях і для обробки технології склеювання рекомендується попередньо випробувати клей на елементах конструкції або на макетах у виробничо-експлуатаційних умовах.

Перед застосуванням готового клею у виробничих умовах слід перевірити його на відповідність вимогам діючої технічної документації.

Якщо клей готують безпосередньо перед застосуванням, це необхідно робити, строго дотримуючись вказівок технічної документації.

Одним з найважливіших факторів, що впливають на вибір марки клею, є міцність клейового з'єднання, для його визначення застосовуються різні методи випробовувань [1].

На рисунку 1.1 показана дослідна установка для випробовування міцності клеєних з'єднань на зсув. Вона складається зі станини 1, підставки 2, стояка 3, важеля 4, зразка для випробовувань 5, осей 6, та 7, п'яти 9.

Установка працює таким чином, вантаж 8 пересуваємо вправо, збільшуючи силу тиску на п’яту 9 до того моменту, поки не зруйнується клеєне з’єднання зразка 5.

Обладнання та матеріали

1. Клей епоксидний, ПВА, силікатний.
2. Бруски дерев’яні.
3. Установка для перевірки клеєних зразків на зсув.
4. Лінійка.
5. Вантаж для притискання клеєних зразків.

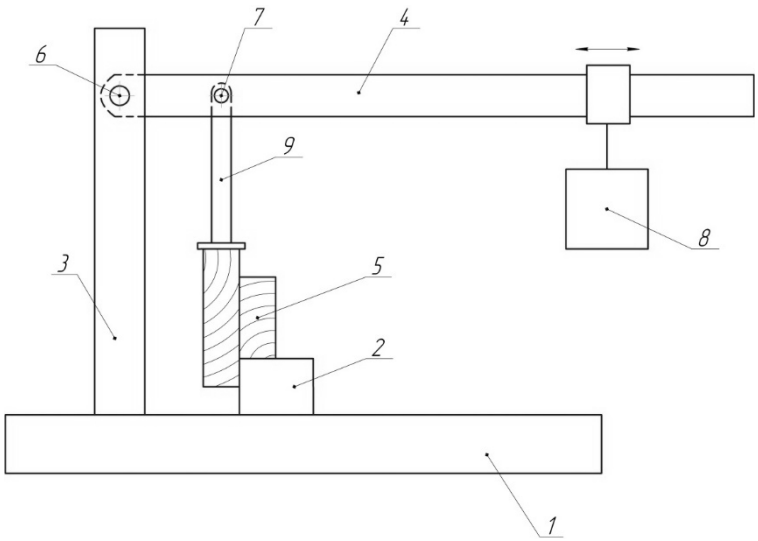


Рисунок 1.1 – Установка для перевірки клеєних зразків на зсув:
1 – основа; 2 – підставка; 3 – стояк; 4 – важіль; 5 – зразок для випробування; 6 – вісь; 7 – вісь; 8 – вантаж; 9 – п’ята

Порядок виконання

1. Підготовити дерев’яні зразки для випробовувань за схемою показаною на рисунку 1, поз. 5 .
2. Підготувати 3 різних види клею: епоксидний, ПВА, силікатний.
3. Склеїти кожним видом клею по 3 зразки.
4. Поставити зразки під вантаж та дати просохнути 24 години
5. Провести випробовування зразків на установці (рис.1.1), поступово збільшуючи навантаження пересуваючи вантаж 8 вздовж важеля 4 до моменту руйнування клейового з’єднання зразка 5.
6. Виміряти відстань від центра ваги вантажа 8 до осі 6, в момент руйнування клеєного з’єднання зразка 5.
7. Розробити розрахункову схему установки, показаної на рисунку 1.1
8. Скласти рівняння рівноваги установки для випробування зразків (рис. 1.1) та з’ясувати навантаження, при якому відбулося руйнування клейового з’єднання.

9. Визначити питоме навантаження руйнування кожного зразка, та середнє питоме навантаження руйнування для кожного виду клею.
10. Зробити висновки.

Контрольні питання

1. Переваги та недоліки клеєних з'єднань.
2. Загальні принципи вибору клею в залежності від умов експлуатації клеєного виробу.
3. Порядок проведення роботи.
4. Як визначається питоме навантаження при руйнуванні клеєного зразка?

Лабораторна робота № 2

Визначення міцності клеєних з'єднань сталевих зразків

Мета роботи. Дослідити міцність склеювання сталевих зразків епоксидним клеєм.

Теоретичні відомості

У зв'язку з розширенням виробництва і застосуванням синтетичних будівельних матеріалів значно зросло значення клеїв у будівництві.

Зараз в цій галузі визначилось два основних напрямки у використанні синтетичних клеїв. Для першого (конструкційне застосування) характерне використання високоміцних клеїв, а для другого (кріплення оздоблювальних, футерувальних, антикорозійних, тепло- і звукоізоляційних матеріалів до будівельних конструкцій і технологічного устаткування) використання еластичних і високонаповнених клеїв, які можуть з'єднувати нерівні поверхні без усадкових напружень і утворюють клеєні шви підвищеної товщини, здатні сприймати ударні і вібраційні навантаження.

Найближчим часом в будівництві очікується значне збільшення обсягу споживання клеєних матеріалів.

У машинобудуванні широко використовуються клеєні з'єднання матеріалів в різноманітних поєднаннях, успішно працюють при нормальній і підвищеній температурах; клеї дозволяють підвищити міцність конструкцій, зменшити вагу виробів. [3].

У машинобудуванні застосовуються клеї, які експлуатуються в силових з'єднаннях при температурах до 250–350 °С, а деякі клеєні композиції можуть використовуватися в конструкціях, які короткочасно піддаються впливу температур до 1000 °С і вище.

У верстатобудуванні синтетичні клеї знаходять застосування при склеюванні пластмасових накладних напрямних з чавунними основами станин, гуми з металом (наприклад, гумові ущільнення електрошаф), при виготовленні абразивного інструменту, при склеюванні ріжучих інструментів з твердих сплавів та керамічних матеріалів з металевими оправками, при виготовленні верстатного технологічного оснащення, та іншого обладнання.

У виробництві автомобілів синтетичні клеї використовуються для приклеювання облицювальних, ущільнювальних, шумоізоляційних матеріалів, гальмівних накладок, для кріплення трафаретів і шаблонів, для виготовлення моделей болванок і т. д. Клеї застосовуються для виготовлення кузовів легкових автомобілів зі склопластиків.

Склеювання різних матеріалів одержало поширення як в локомотивному господарстві (ремонт букс, тягових електродвигунів, двигунів внутрішнього згоряння), так і в будівництві пасажирських і вантажних вагонів для склеювання обшивки і внутрішнього обладнання, з'єднання деталей системи водопостачання, приклеювання рулонної і листової покрівлі, а також в інженерних спорудах.

Застосовуються клеї в пристроях зв'язку, сигналізації та енергопостачання.

У суднобудуванні найбільш широке розповсюдження отримали склеювані композиції на основі модифікованих епоксидних і фенолформальдегідних смол та інші.

Силові клеєні з'єднання металів застосовуються у виробництві літальних апаратів, головним чином для з'єднання обшивки з ребрами жорсткості, стрингерами та іншими елементами каркаса крила, фюзеляжу, хвостового оперення і у виробництві інших силових і в особливості стільникових конструкцій.

Наявність клеєних з'єднань сприяє припиненню розвитку втомних тріщин в металевих авіаційних конструкціях, що дозволяє підвищити безпеку польотів і збільшити надійність і термін служби літальних апаратів.

Використання клеїв дозволяє створити нові типи конструкції, удосконалювати процеси виготовлення конструкційних елементів машин, пристосувань, приладів та інших виробів.

Комбіновані з'єднання – клеєзварені, клеєрізьбові, клеєклепані - значно покращують технічні характеристики деталей і механізмів, забезпечуючи високу міцність і герметичність конструкцій.

У легкій промисловості клеї застосовуються у взуттєвому, швейному і хутряному виробництві, у виробництві штучної шкіри, галантерейних виробів, при отриманні матеріалів зі штучним ворсом і для інших цілей.

Широко використовуються клеї в побуті. Відомі практично негорючі клеєні композиції для ремонту білизни й одягу, стійкі до впливу води і розчинників при хімчистці і пранні. Існують термоплавкі полімерні

композиції для виробництва латок, що фіксуються гарячою праскою, у тому числі прозорих і непомітних, а також для прикріплення міток на білизну.

Великий практичний інтерес мають різні липкі стрічки, зокрема стрічки з підкладкою з піноматеріалів («м'які стрічки»). Вони призначені для герметизації вікон і дверей, для звуко - і теплоізоляції; вони мають високі амортизуючі властивості. М'які липкі стрічки застосовуються також для внутрішньої обробки чи ремонту кузовів автомобілів, усунення шуму в машині, для інших цілей.

Розробка автоматів для розфасовування різних товарів побутового призначення викликала необхідність в клеях для швидкого пакування продукції. Такі ж клеї необхідні в палітурно-брошурувальній справі та в інших областях. Потрібні також для дублювання металевої фольги, паперу, полімерних плівок, тканин для виробництва виробів одноразового застосування з нетканних матеріалів (наприклад, стаканчиків, парасольок і т. ін.). Липкі клеї та етикетки на основі метил-целюлози, покритої водорозчинним липким клеєм, розчиняються у воді протягом 10–15 секунд. Такі етикетки застосовуються в тих випадках, коли видалення звичайних етикеток пов'язано з труднощами.

Клеї знайшли застосування в медицині для склеювання кісток, живих тканин і інших цілей.

Застосування клеїв в промисловості дає великий економічний ефект і сприяє прискоренню науково-технічного прогресу в країні.

Однією з головних характеристик клеєного з'єднання є його міцність.

На рисунку 2.1 показана установка для випробовування міцності клейового з'єднання металевих зразків. Установка складається зі станини 1, тримачів 2, важеля 3, вантажів 4, зразків для випробувань 5.

Установка працює таким чином: рухаючи вантаж 4 вправо збільшуємо силу розтягу до того моменту, поки не зруйнується клейове з'єднання зразка 5.

Обладнання та матеріали

1. Зразки металеві $20 \times 100 \times 2$ мм – 2 шт.
2. Клей епоксидний.
3. Установка для випробовування зразків на розтяг.
4. Лінійка.

Порядок виконання

1. Підготувати сталеві зразки, зачистити кінці, які підлягають склеюванню.
2. Підготувати епоксидний клей.

3. Намастити клеєм кінці, шо підлягають склеюванню, та стиснути. Витримати під тиском 24 години.

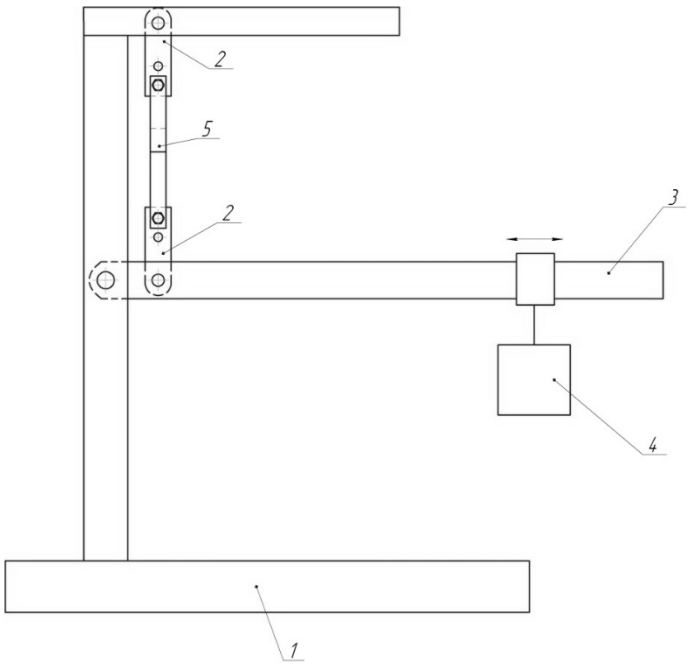


Рисунок 2.1 – Установка для випробовування клеєних зразків на зсув:
1 – станина; 2 – пластини; 3 – важіль; 4 – вантаж; 5 – клеєний зразок

4. Закріпити клеєні зразки в установці (рис. 2.1).
5. Повільно рухаючи вантаж 4, досягти навантаження розриву клеєного з'єднання.
6. Зафіксувати відстань від центра мас вантажу 4 до осі обертання важеля 3.
7. Розробити розрахункову схему установки для випробування.
8. Порахувати зусилля, які спричиняють руйнацію клеєного з'єднання.
9. Порахувати питоме навантаження руйнування клеєного з'єднання.
10. Випробувати не менше трьох зразків, порахувати середнє питоме навантаження.
11. Зробити висновки.

Контрольні питання

1. Ділянки застосування клеєних з'єднань у будівництві та машинобудуванні.
2. Застосування клеєних з'єднань у пакувальній промисловості.
3. Будова установки для перевірки міцності клеєних з'єднань на зсув.
4. Як визначається питоме навантаження клеєного з'єднання в момент руйнування зразка ?

Лабораторна робота № 3

Методи випробування паяних з'єднань на міцність

Мета роботи. Дослідити міцність паяних з'єднань.

Теоритичні відомості

Механічні випробування паяних виробів можна розділити на три групи [2]: 1) лабораторні випробування паяних зразків; 2) статичні і динамічні випробування паяних виробів в лабораторних умовах; 3) випробування паяних виробів в експлуатаційних умовах.

Лабораторні випробування паяних з'єднань проводять при відпрацюванні технології паяння, контроль механічних властивостей паяних виробів, при розробці нових припоїв. Залежно від ступеня відповідальності паяних виробів проводять лабораторні випробування окремих вузлів або повністю виробів в умовах, що імітують експлуатаційні навантаження. Особливо відповідальні паяні конструкції піддають випробовуванням в умовах експлуатації. При роботі паяного з'єднання в конструкції в ньому можуть виникнути напруги розтягу, стиску, зміщення і складний напружений стан, коли одночасно виникають напруги різного виду. Для паяних з'єднань найбільшого поширення набули випробування на зріз і на відрив. При проведенні механічних випробувань розрізняють короткочасні статичні випробування, тривалі статичні випробування, динамічні випробування при ударних навантаженнях, випробування на втому.

Для паяних з'єднань отримали поширення головним чином короткочасні статичні випробування плоских і круглих зразків. Форма і розміри зразків для механічних випробувань паяних з'єднань визначаються методом випробування і конструкцією паяного виробу. Форму головок зразків вибирають відповідно до способу кріплення в затискачах машини для випробування.

Випробування паяних зразків на зріз проводяться зазвичай при доданні розтягувальних або стискальних навантажень. При випробуванні на зріз з доданням навантаження на розтяг застосовують плоскі і круглі зразки, спаяні внапуск. Форма і розміри плоских зразків наведені на рисунку 3.1.

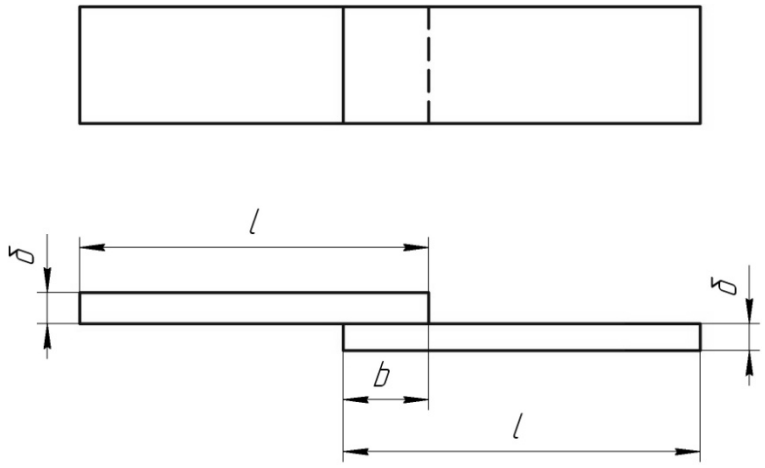


Рисунок 3.1 – Форми і розміри (мм) зразка з’єднання внапуск для випробовування на розтяг при статичному навантаженні.

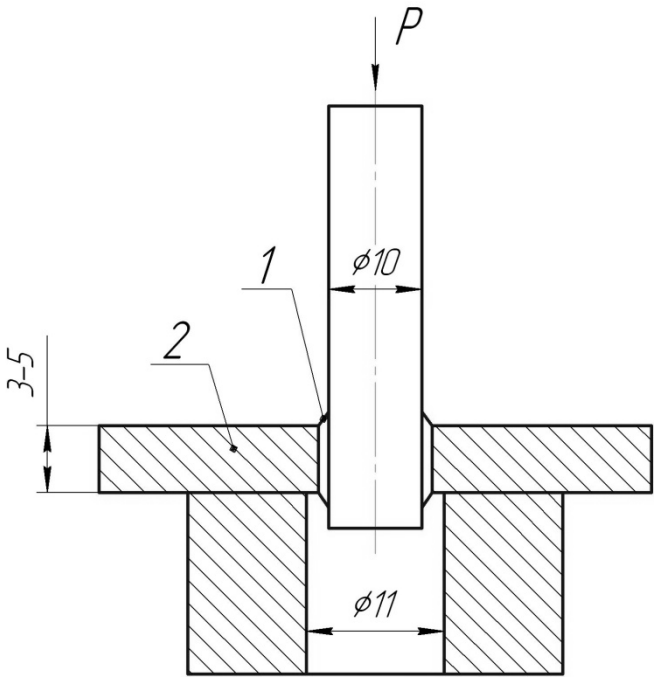


Рисунок 3.2 – Форма зразка і схема випробування паяного з’єднання на зріз при стисканні:1 – паяний шов; 2 – кільцева підставка

Недоліком їх є несиметричне навантаження в процесі випробування, в результаті чого зразок по шву працює не тільки на зсув, але і на вигин і частково на відрив. Більш простими у виготовленні є зразки для випробування паяних з’єднань на зріз при доданні до зразка навантаження на стиск. Форма такого зразка і схема випробування наведені на рисунку 3.2. Цей метод випробування частіше застосовують для зразків, паяних із застосуванням низькотемпературних припоїв, але він з успіхом може бути використаний і для випробовування з’єднань, з’єднаних високотемпературними припоями. При випробуванні паяних зразків на зріз слід мати на

увазі, що товщину зразка основного металу і величину напуску вибирають такими, щоб руйнування при випробуванні відбувалося по паяному шву. Наявність галтельних ділянок в паяних з'єднаннях призводить до того, що воно працює при навантаженні не тільки на зріз, але і на розтяг в цих ділянках.

З цієї причини перед випробуванням іноді галтельні ділянки зрізують фрезеруванням або обробкою на токарному верстаті.

Для випробування стикових паяних зразків найбільш доцільно проводити паяння спеціальних заготовок, показаних на рисунку 3.3, які після паяння розрізають, і з них виготовляють стикові зразки.

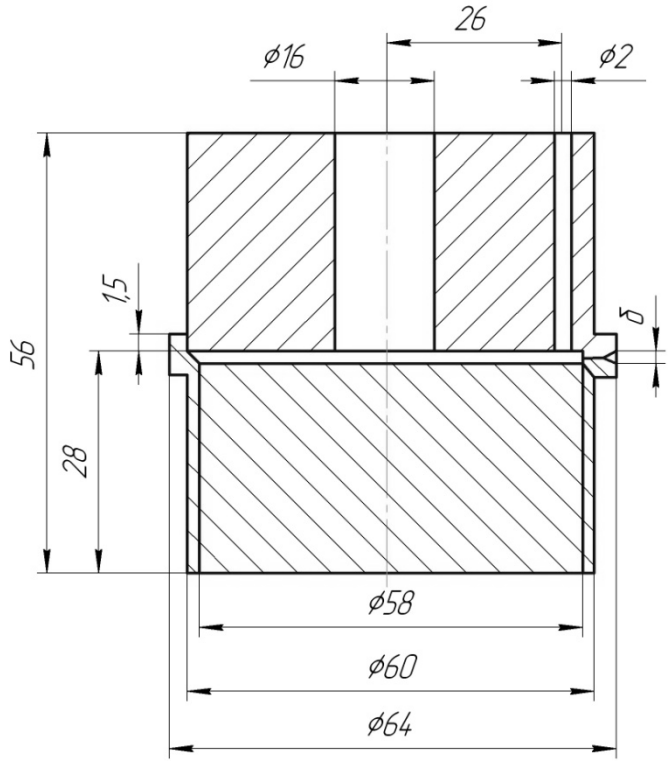


Рисунок 3.3 – Зразки для отримання з'єднання у стик.

Перевагою таких заготовок є можливість точного дотримання складальних зазорів.

Випробування паяних з'єднань на відрив відбувається поступовим розтягуванням паяного з'єднання. Форма зразка для цього виду випробування наведена на рисунку 3.4.

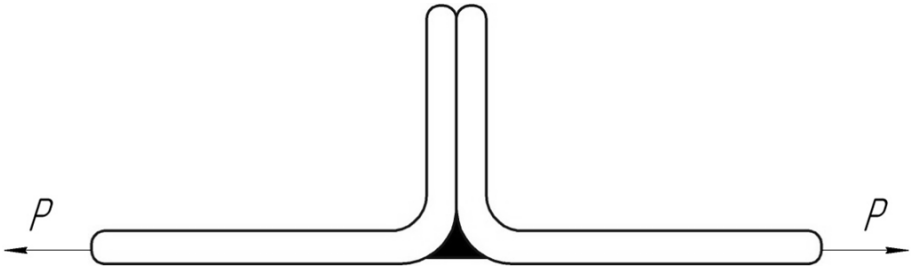
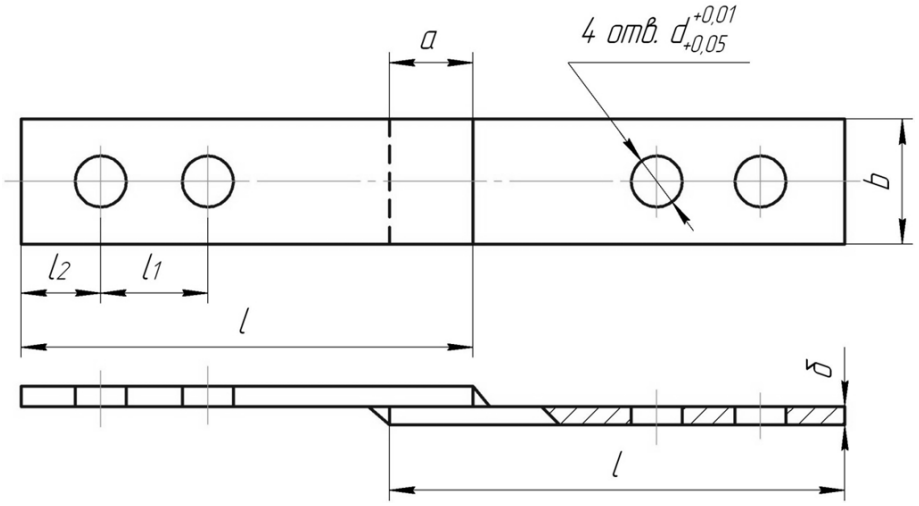


Рисунок 3.4 – Зразок для випробування паяного з'єднання на відрив

Якщо паяний виріб повинен працювати при низьких температурах або в умовах глибокого холоду, то випробовувані зразки розташовують у кріостаті, який встановлено на звичайній розривній або іншій випробувальній машині. Після охолодження до заданої температури зразок піддають механічним випробуванням безпосередньо в кріостаті.

На тривалу міцність випробовують зразки, призначені для експлуатації при високих температурах. Тривалою міцністю називають опір матеріалу механічному руйнуванню під дією тривало прикладеного постійного навантаження. При цих випробуваннях зазвичай використовують те ж обладнання, що і при випробуваннях на повзучість. Найбільш зручними для цих цілей є зразки, з'єднані у стик. Форма і розміри зразків, з'єднаних внапуск для випробувань паяних з'єднань на тривалу міцність, наведено на рисунку 3.5.

Для визначення межі тривалої міцності паяних з'єднань в залежності від температури при різних навантаженнях випробовують велику кількість зразків, нагрітих до заданої температури. При цьому кожен зразок доводять до руйнування. Отримані дані використовують для побудови графіка залежності тривалої міцності від часу; за допомогою цього графіка можна визначити межу тривалої міцності для заданого часу і температури.



δ	b	l_1	l_2	*a*	*l не менше*
2,0	25	16	12	8	100
2,5–3,0	30	25	20	10	125
3,0–4,0	40	25	20	10	150
5,0–6,0	50	30	25	14	200
7,0	60	30	25	14	200
7,0	60	30	25	14	200

Рисунок 3.5 – Форма і розміри (мм) паяного зразка для випробовувань на тривалу міцність

Міцність паяних з’єднань при ударних навантаженнях зазвичай визначається на маятникових копрах. При випробуванні можна застосовувати стандартні зразки без надрізу, спаяні встик посередині.

Більш високу повторюваність результатів випробування дають зразки з кососстиковим паяним з’єднанням (рис. 3.6). Для випробування на удар вони найбільш вдалі. Ударна в’язкість паяного з’єднання може оцінюватися коефіцієнтом ударної стійкості k:

$$\mathrm{k} = \frac{a_i'}{a_i},$$

де a_i' і a_i-відповідно ударна в’язкість паяного з’єднання і основного металу. Стосовно маловуглецевої сталі паяні з’єднання роботоздатні щодо ударних навантажень, якщо коефіцієнт ударної стійкості не нижче 0,5.

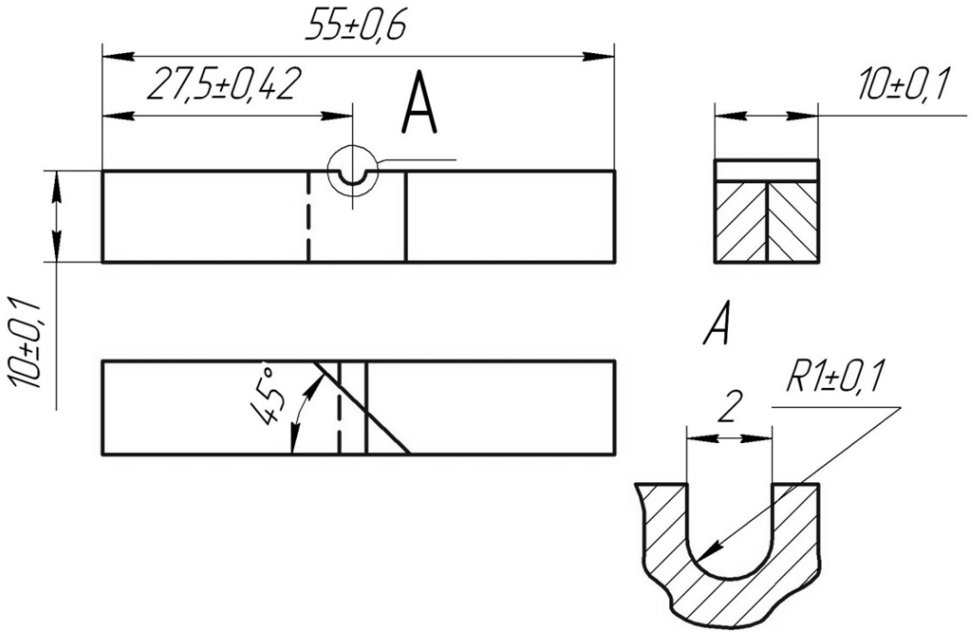
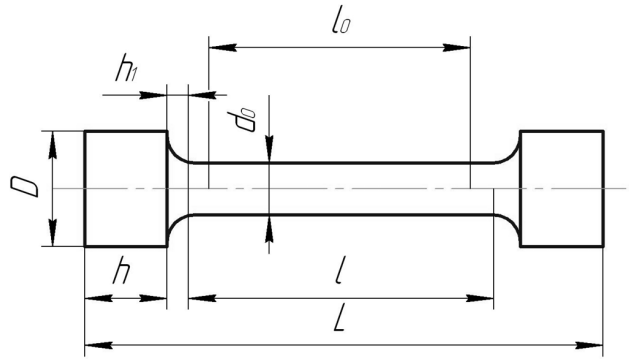


Рисунок 3.6 – Форма зразка для випробовування паяних з’єднань на удар

Якщо паяний виріб в експлуатаційних умовах піддається вібраційним та іншим повторно-змінним навантаженням, то паяні з’єднання, а іноді і самі вироби, піддаються випробуванням на втому. В ході випробувань визначають умовні межі втоми (витривалості), тобто найбільше напруження, яке може витримати зразок без руйнування при його навантаженні заданою кількістю разів (циклів). Оцінювання паяних з’єднань на втомну міцність має велике значення, однак загальноприйнятої методики цього випробування в наш час немає.

При розробці припоїв для оцінювання їх властивостей зразки (рис. 3.7), виготовлені з припою, випробовують на розтяг при статичному навантаженні в умовах кімнатної, підвищеної і зниженої температур.



d_0	D	h	h_1	R	l_0	l	L
4	9	8	2,5	1,5	20	24	$L=l+2h+2h_1$
5	11	10	2,5	1,5	25	30	
6	12	10	2,5	1,5	30	36	

Рисунок 3.7 – Форма і розміри (мм) зразка для випробовування припоїв при статичному навантаженні

При підготовці зразків заготовок для паяння необхідно застосовувати обробку тільки на верстатах, щоб забезпечити рівномірний зазор по поверхнях, що з'єднуються паянням. Не допускається готувати плоскі зразки шляхом вирізання з листа ножицями.

При проведенні механічних випробувань паяних з'єднань слід мати на увазі, що порівнювати результати різних випробувань можна тільки в тому випадку, якщо форма зразків, умови паяння, а також умови випробувань однакові.

На рисунку 3.8 показана установки для випробовування зразків типу дріт на розтяг. Паяний зразок 5 затискаємо у затискачах 2 та, рухаючи вантаж 4 вправо, навантажуємо зразок 5 до руйнування.

Обладнання та матеріали

1. Дріт мідний 100×2 мм – 2 шт.
2. Припій олов'яний.
3. Каніфоль.
4. Установка для випробовування зразків на розтяг.
5. Лінійка.
6. Паяльник електричний.

Порядок виконання

1. Підготувати мідний дріт, зачистити кінці, які підлягають паянню.
2. Підготувати електричний паяльник.
3. Залудити припоєм кінці, що підлягають паянню, та зпаяти дроти.
4. Закріпити паяний дріт в установці (рис. 3.8).

5. Повільно рухаючи вантаж 4, досягти навантаження розриву паяного з’єднання.

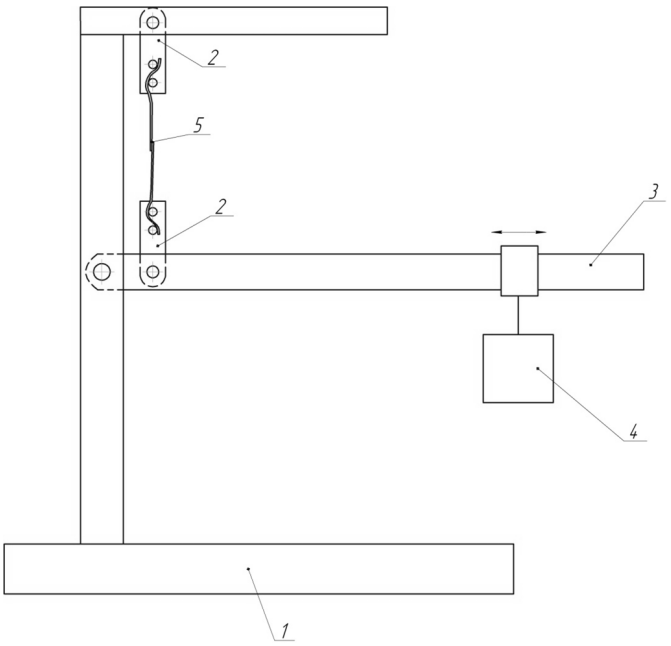


Рисунок 3.8 – Установка для випробовування паяних зразків на розтяг: 1 – станина; 2 – затискні пластини; 3 – важіль; 4 – вантаж; 5 – паяний зразок

6. Заміряти відстань від центра ваги вантажу 4 до осі шарніра важеля 3 та порахувати, або зважити, масу вантажу 4.
7. Розробити розрахункову схему установки для випробування.
8. Порахувати зусилля, які викликають руйнацію паяного з’єднання.
9. Порахувати питоме навантаження руйнування паяного з’єднання.
10. Випробувати не менше трьох зразків, порахувати середнє питоме навантаження.
11. Зробити висновки.

Контрольні питання

1. Які ви знаєте конструкції зразків для випробовування на міцність ?
2. Які види випробувань на міцність паяних з’єднань ви знаєте ?
3. Як проводиться випробування припою на міцність ?
4. Як розроблялась розрахункова схема установки для випробувань зразків на міцність ?
5. Які матеріали випробовувались на міцність ?

Лабораторна робота № 4

Вплив величини напуску на міцність паяного з'єднання

Мета роботи. Установити залежність міцності з'єднання від величини напуску.

Теортичні відомості

Серед великої різноманітності паяних з'єднань можна виділити основні – стикові та внапуск. Останні є найбільш розповсюдженими і як правило, сприймають основне навантаження. З найбільш часто використовуваних різновидів з'єднань внапуск слід назвати телескопічні з односторонньою й двосторонньою накладками, а також внапуск у комбінації зі стиковим.

Міцність паяного з'єднання залежить від складу припою, режимів паяння та площі спаю.

Міцність паяного з'єднання може бути підвищена застосуванням припоїв із більш високими механічними властивостями та збільшенням розмірівнапуску. Останній шлях забезпечує одержання однакової міцності з основним матеріалом з'єднання. Однак підвищення міцності в цьому випадку росте пропорційно площі напуску лише до певної межі, після якої через наявні в з'єднанні внапуск концентрації навантажень, цей шлях стає малоефективним. До того ж паяння великих площ, особливо з використанням флюсів, приводить до появи великої кількості дефектів. У практиці величина напуску коливається в межах 2 ÷ 5 товщини найтоншої із з'єднуваних деталей. Причому при паянні твердими припоями величина напуску складає тільки 2 ÷ 3 товщини.

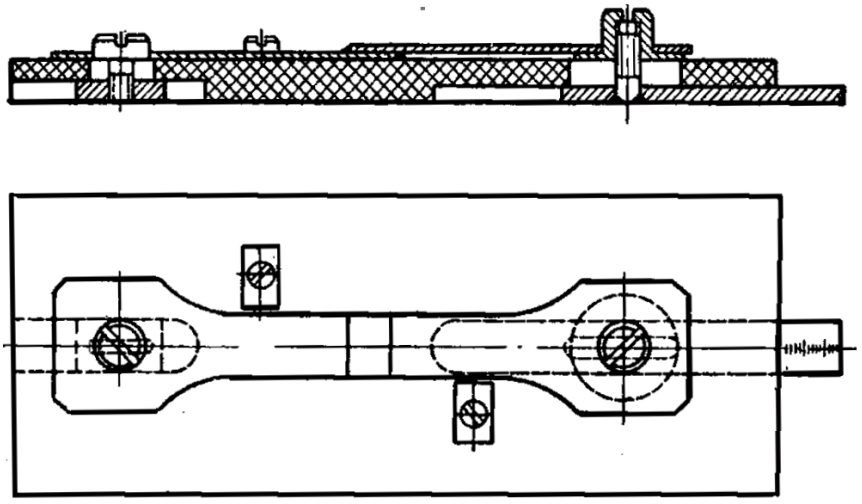


Рисунок 4.1 – Пристосування для паяння

Обладнання та матеріали

1. Пристосування для паяння (рис. 4.1).

2. Паяльник молоткового типу.
3. Піч для нагрівання паяльника.
4. Дослідна розривна машина потужністю до 4000 кг.
5. Шабер, абразивна шкурка, металева лінійка.
6. Зразки із холоднокатаної маловуглецевої сталі товщиною 1,5 – 2,0 мм (рис. 4.2) – 16 шт.
7. Свинцево-олов'яний припій марки ПОС-30.
8. Флюс – 50-процентний водний розчин хлористого цинку.
9. Хлористий амоній (нашатир).

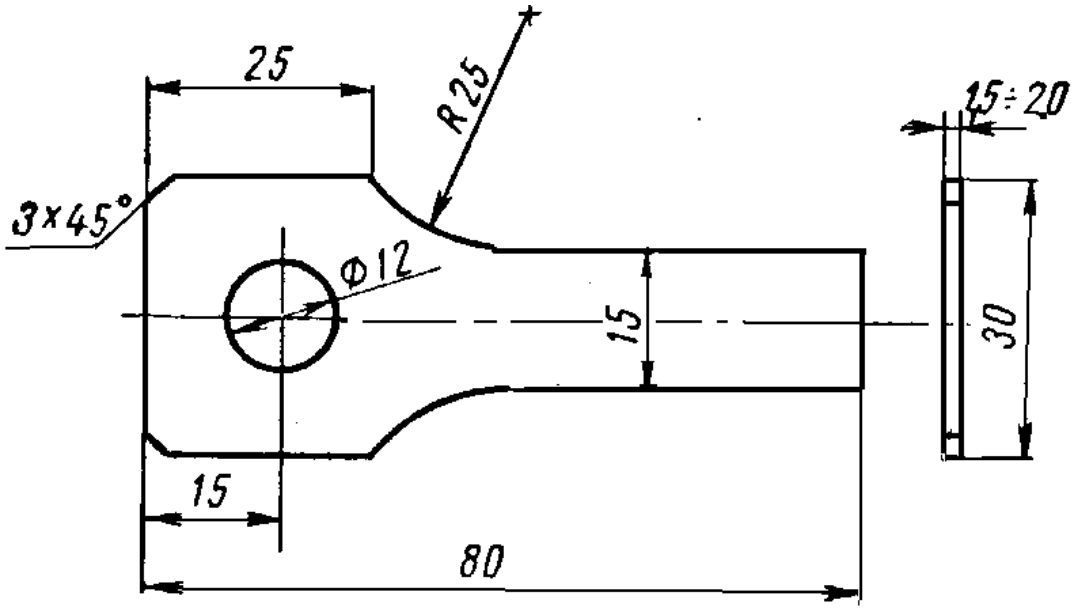


Рисунок 4.2 – Заготовка зразка

Порядок виконання роботи

1. Кінці зразків обрізати по довжині для забезпечення напуску в 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 та 20 *мм*. Краї заготовок добре зачистити від задирок і поверхні обробити абразивною шкуркою.

2. Кінці зразків облудити. Після нагрівання паяльника, перед паянням, його кінець (жало) обробити нашатирем і облудити.

3. Облуженні зразки покласти в пристосування і, користуючись металевою лінійкою, встановити необхідну величину напуску.

4. Нанести піпеткою флюс.

5. Провести паяння кожного з'єднання. Під час нагрівання та охолодження шва верхню заготовку необхідно щільно притиснути до нижньої гострим кінцем шибера або іншим методом.

6. Готові зразки добре промити від залишків флюсу, замаркувати й дослідити на розривній машині.

7. За отриманими даними побудувати залежність: навантаження руйнування – величина напуску.

Розрахувати середнє значення напруга для кожного випадку.

Контрольні питання

1. Чим пояснити характер отриманої кривої ?
2. Як підвищити міцність даного з'єднання, якщо подальші збільшення напуску не дають бажаних результатів ?
3. Чи залежить величина оптимального напуску від складу припою й співвідношення площ перерізів з'єднаних зразків ?

Лабораторна робота №5

Визначення змочуваності та розтікання рідкого припою по поверхні металу

Мета роботи. Визначити вплив складу припою, флюсу й підготовки поверхні на розтікання припою по поверхні деталі.

Теоретичні відомості

Необхідною умовою вдалого процесу паяння є добра змочуваність і розтікання рідкого припою по поверхні металу [4].

Розглядаючи поведінку краплини рідини на твердій поверхні (рис. 5.1) можна зробити висновок, що форма обрису краплини залежить від відношення величин поверхневих натягів на границі поділу фаз: тверде тіло – газ (флюс), тверде тіло – рідина (припій), газ (флюс) – рідина (припій).

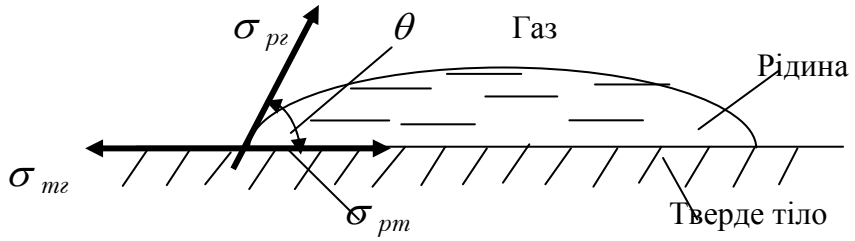


Рисунок 5.1 – Рівновага краплі рідини на поверхні твердого тіла

При доброму змочуванні й розтіканні крайовий кут $\theta << 90°$.

Механізм розтікання пов'язаний з процесом поверхневої дифузії.

$$\cos\theta = \frac{\sigma_{тг} - \sigma_{тр}}{\sigma_{рг}}; \qquad K_{розт} = \sigma_{рг}(\cos\theta - 1).$$

Змінюючи склад припою, основи, флюсу (газу), стан поверхні, температуру нагрівання можна впливати на величини поверхневих натягів і тим самим на хід процесу розтікання.

Аналітично оцінити кількісно змочуваність і розтікання для будь-якої пари матеріалів є практично неможливим, оскільки визначення поверхневого натягу має значні експериментальні труднощі. Тому

Аналітично оцінити кількісно змочуваність і розтікання для будь-якої пари матеріалів є практично неможливим, оскільки визначення поверхневого натягу має значні експериментальні труднощі. Тому оцінювання змочування й розтікання ведуть дослідним шляхом, розплавляючи на поверхні пластини металу припій і заміряючи площу розтікання краплини і вимірюючи крайовий кут. Зіставляючи результати різних дослідів, можна зробити висновки про технологічні властивості припоїв в даних конкретних умовах (флюс, температура, час розтікання і т. д.), а змінюючи склад флюсу та припою, температуру й час паяння, підготовку поверхні, – підібрати найсприятливіші умови паяння.

Обладнання та матеріали

1. Тигельна піч із температурою нагрівання до 350 °С, обладнана пристроєм для регулювання температури з точністю до ± 3 °С.
2. Планіметр або калька з міліметровою сіткою.
3. Епідіаскоп.
4. Інструменти – пінцет, плоскогубці, абразивна шкурка, ножиці для металу, металева лінійка, лещата.
5. Зразки діаметром *40×40мм* товщиною *1,0 – 1,5мм* із мало-вуглецевої сталі – *19 шт*., із міді – *3 шт.*
6. Припої групи *Sn-Pb* різних включень зі складом олова *0*; *30; 40; 60; 80; 100%* у вигляді стрічок товщиною *1,25–1,5мм*.
7. Флюси: каніфольний (у вигляді *40-відсоткового* спиртового розчину), водний розчин хлористого цинку концентрацій *5; 15; 25; 40; 50%.*
8. Травники і знежирювальні розчини для обробки сталі і міді складу, наведеного у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Склад травників і режим обробки сталей

Номер складу	Призна-чення складу	Склад розчину	Режим обробки	
			Темпера-тура, °С	Час обробки, хв
1	2	3	*4*	*5*
1	Миючий для сталі	Тринатрійфосфат *50–70 г/л* Вуглекислий натрій *30 г/л* Їдкий натрій *10 г/л* Рідке скло *3–5 г/л*	*75–80*	*20–30*
2	Миючий для міді	Їдкий натрій 10–20 г/л Вуглекислий натрій *25–30 г/л* Рідке скло *3–5 г/л*	*60–70*	*3–5*

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	*4*	*5*
3	Травний для сталі	Соляна кислота *80–100 г/л* Присадка *КС 0,5–1,0 г/л*	*20–40*	*10–15*
4	Травний для міді	Азотна кислота *(пит. вага 1.4) 20 см^3* Сірчана кислота *(пит. вага 1.74) 80 см^3* Хромовий антигідрид *60 г* Вода *200 г*	*20*	До повного видалення окислу

Порядок виконання роботи

1. Провести підготовку поверхонь зразків і маркування відповідно до таблиці 2. Перед заключною обробкою один кут пластини зігнути лещатами під кутом 90° до поверхні заготовки для зручності внесення зразків в піч.

2. Зі стрічок припою відповідних складів вирізати необхідну кількість однакових за розмірами пластинок (7×7мм). Товщину стрічок в усіх випадках брати однаковою. Пластинки припою вкласти в центр відповідної пластини і на них нанести флюс, кількість якого в усіх випадках потрібно брати однаковою, що легко можна зробити, використовуючи піпетку.

3. Пластини в горизонтальному положенні по черзі покласти в тигельну піч, температура якої на 40 °С вища температури плавлення припою (точки ліквідусу), і витримати протягом *2 хвилин.*

Для експериментів зі впливу температури її значення брати з таблиці 5.2.

Послідовність завантаження зразків у піч слід вибирати такою, щоб звести до мінімуму затрати часу для налаштування печі на потрібний температурний режим. Після витримки зразки витягнути з печі і охолодити на повітрі.

4. Пластини із залишками активного флюсу ($ZnCl_2$) добре промити під водою і висушити.

5. Провести замірювання площі розтікання за допомогою цифрової фотографії. За допомогою цифрового фото профілю плями виміряти величину крайового кута. Всі вимірювання робляться в програмі Компас. Де фотографії приводяться до масштабу 1:1. Отримані дані занести в таблицю й побудувати криві розтікання як функції температури, складу флюсу і припою.

Контрольні питання

1. Як діє каніфоль і хлористий цинк під час паяння?

2. Чим пояснюється властивість припою евтектичного складу добре розтікатися?
3. Як пояснити властивість припою погано розтікатися на поверхні, покритій шаром окислу?

Таблиця 5.2 – Режими паяння

Матеріал зразка (пластини)	Підготовка поверхні	Склад припою	Склад флюсу	Температура нагрівання, $^{\circ}$C	Час витримки в печі, *хв*	Площа розтікання, $см^2$	Крайовий кут, *град*
1	2	3	4	5	6	7	8
Ст.3	Зачистити абразивною шкуркою	*100% Sn*	*50-%* розчин $ZnCl_2$ у воді	300	2		
_____	_____	*80% Sn* *20% Pb*	_____	400	3		
_____	_____	*60% Sn* *40% Pb*	_____	400	4		
_____	_____	*40% Sn* *60% Pb*	_____	400	5		
_____	_____	*30% Sn* *70% Pb*	_____	400	6		
_____	_____	*100% Pb*	_____	400	7		
_____	_____	*30%Sn* *70%Pb*	*40%* розчин каніфолі в спирті	400	8		
_____	_____	*70% Pb*	*40%* розчин *Zn-*Cl_2 у воді	400	7		
_____	_____	*70% Pb*	*25-%* розчин *Zn-*Cl_2 у воді	400	6		
_____	_____	*70% Pb*	15-% розчин *Zn-*Cl_2 у воді	400	5		

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
_____	_____	*30% Sn* *70% Pb*	5-% розчин *Zn-Cl_2* у воді	400	4		
Мідь	_____	*30% Sn* *70% Pb*	*50%* розчин *Zn-Cl_2* у воді	400	3		
_____	_____	*70% Pb*	*40%* розчин каніфолі в спирті	400	3		
Ст.3	Травлення в соляній кислоті HCL з цинком Zn	*70% Pb*	*50%* розчин *Zn-Cl_2* у воді	400	1		
Мідь	Травлення в ортофосфорній кислоті – H_3PO_4	*70% Pb*	_____	400	2		
Ст.3	Обезжирювання соляній кислоті HCL з цинком Zn або ацетоні без оброки шкуркою	*70% Pb*	_____	300	3		
_____	Зачистка абразивною шкуркою з наступним знежирюванням соляній кислоті HCL з цинком Zn чи ацетоні	*70% Pb*	Без флюсу	350	4		
_____	_____	*70% Pb*	*50%* розчин у воді	380	5		
_____	_____	*70% Pb*	_____	380	6		
_____	_____	*70% Pb*	_____	380	7		
_____	_____	*70% Pb*	_____	380	8		
_____	_____	*70% Pb*	_____	380	9		

Лабораторна робота № 6

Капілярні явища при паянні

Мета роботи. Виявити залежність висоти підняття припою від величини зазора при різних способах підготовки поверхонь, що з'єднуються.

Теоретичні відомості

Заповнення зазора при паянні рідким припоєм відбувається під дією капілярних сил.

Явище капілярності тісно пов'язане з процесом змочування твердого тіла (поверхні металу) рідиною (розплавленим припоєм).

Якщо не враховувати хімічної взаємодії припою та основи, то висота підняття рідини між двома плоско-паралельними пластинами, що утворюють капілярний зазор, визначається за формулою

$$h = \frac{2 \cdot \cos\ \theta \cdot \sigma}{l \rho g},$$

де θ - крайовий кут змочування;

σ - поверхневий натяг рідини;

l – зазор (відстань між паралельними площинами);

ρ – густина рідини;

g – прискорення вільного падіння.

Таким чином, висота підняття рідини у капілярному зазорі прямо пропорційна поверхневому натягу, залежить від природи металу та припою і обернено пропорційна величині зазора й густині рідини.

Тому при конструюванні паяних з'єднань і їх складанні слід намагатися досягти якомога менших зазорів, щоб забезпечити найглибше проникнення припою в зазор.

Однак при цьому необхідно враховувати ряд обставин:

1) надмірне зменшення зазора може потребувати значного часу для його заповнення;

2) із зменшенням зазора підвищуються вимоги до точності обробки спряжених поверхонь, що збільшує вартість обробки;

3) при паянні різнорідних металів через різницю коефіцієнтів лінійного розширення зазор в процесі паяння та кристалізації змінюється, що призводить до поганого його заповнення, виникнення значних внутрішніх напружень, тріщин та жолоблення деталей;

4) при дуже малих зазорах заповнення його припоєм при паянні з використанням флюсів може затруднюватись через утворення «пробок»

(продуктів реакції флюсу з оксидами металу, що мають значну в'язкість) на шляху руху рідини.

Змочування поверхні та затікання припою в зазор залежить не тільки від властивостей самого припою та металу, але також від стану поверхонь, що з'єднуються. При полірованих поверхнях заповнення гірше, ніж при поверхнях, які мають риски від різця або іншого інструмента. Риски самі по собі є капілярами і полегшують розтікання припою й заповнення зазора. Позитивно впливає на заповнення зазора також попереднє слабке травлення поверхонь кислотою.

При правильному розташуванні припою відносно зазора власна вага розплаву може стати додатковим фактором, що поліпшує його заповнення.

На практиці інколи для поліпшення заповнення внутрішнього зазора створюють невелике розрідження.

Обладнання та матеріали

1. Ванночка із нержавіючої сталі з припоєм ПОС-30 (рис. 6.1) з пристосуванням для встановлення зразка.
2. Тигельна піч (400 °С) з регулятором температури.
3. Штангенциркуль, пінцет, напилок.
4. Повстяний лоскуток у формі кола.
5. Пластини розміром 40×60 мм, товщиною 1–1,5 мм із низьковуглецевої сталі – 10 шт., із міді – 2 шт.
6. Свинцево-олов'яний припій ПОС-30.
7. Флюс – 50% водний розчин хлористого цинку.
8. Абразивна шкурка різної зернистості.
9. Шматки дроту діаметром 2 мм довжиною 60 мм – 4 шт.
10. Мідний дріт діаметром 0,15–0,20 мм.

Порядок виконання роботи

1. Обробити поверхні заготовки з однієї сторони таким чином:

а) ретельно зачистити дрібнозернистою шкуркою до повного знищення окисного шару та відшліфувати на повстяному колі по дві пластини зі сталі й міді;

б) зачистити грубою шкуркою, утворюючи напрямок риски на поверхні пластини вздовж (2 пластини) і поперек (2 пластини) довжини сторони;

в) зачистити дрібнозернистою шкуркою і облудити дві пластини із сталі;

г) зачистити дрібнозернистою шкуркою дві пластини зі сталі. Усі заготовки повинні бути ретельно відшліфовані і не мати по краях облою.

2. На пластини (крім оброблених за варіантом "г") нанести флюс і скласти попарно, як показано на рисунку 6.1. Складений зразок має

змінний зазор по довжині короткої сторони заготовки, який визначається діаметром дроту, що покладений між пластинами.

3. Підготовлені зразки послідовно встановити в пристосування, завантажити у ванночку з розплавленим припоєм і витримати у печі протягом 4 хв. Температура нагрівання печі повинна бути на 40–50 ^{o}C вища температури плавлення припою. Глибина занурення в розплав 2 – 3 *мм*.

4. Після необхідної витримки зразок витягнути з печі разом із ванною за допомогою ватного тампона, що був попередньо змочений водою, охолодити верхню частину зразка та витягнути пінцетом.

5. Зразки промити від залишків флюсу і розібрати на окремі деталі, зруйнувавши паяне з'єднання.

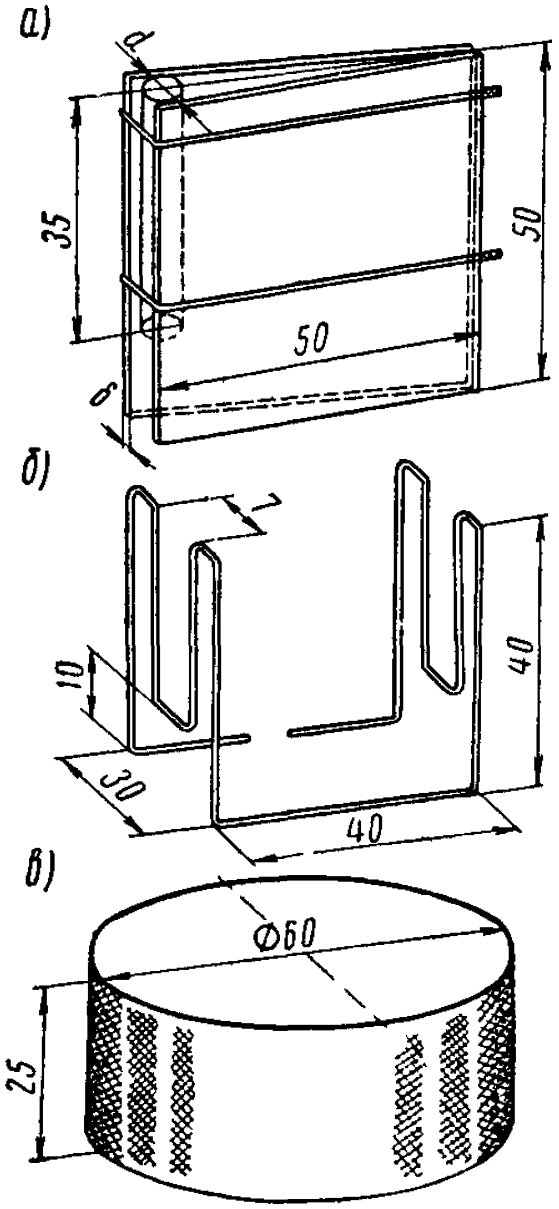


Рисунок 6.1 – Пристосування для встановлення зразка:
а) зразок у зборі; *б)* підставка, *в)* ванночка

6. У програмі Компас в збільшеному масштабі накреслити переріз складеного зразка, визначити за кресленням величину зазора, вимірявши діаметр дроту. Заміряти у відповідних перерізах висоту підняття флюсу.

Контрольні питання

1. Вказати на помилки, допущенні при конструюванні з'єднань під паяння, показані на рисунку 6.2.
2. Як потрібно позначити розміри з'єднуваних деталей у випадках паяння латунної трубки до стального фланця і стальної трубки до латунного фланця ?
3. Чи впливає температура паяння на заповнення капілярного зазора припоєм ?

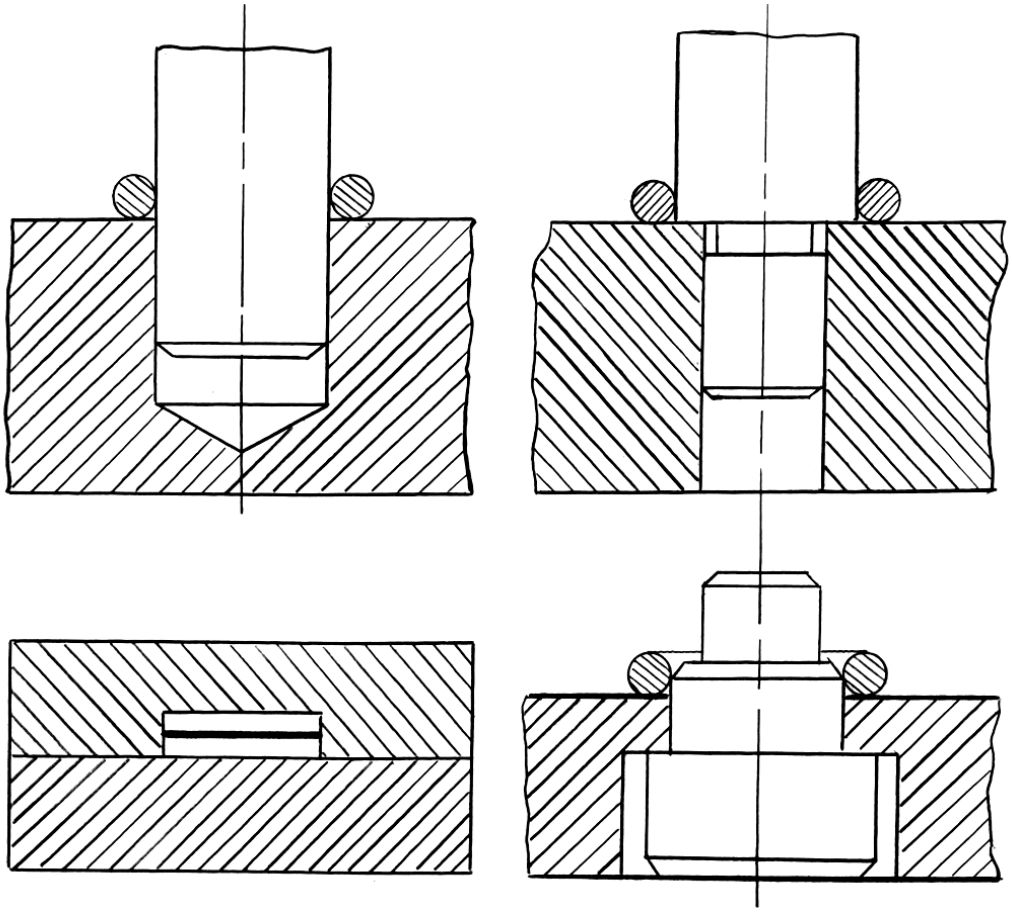


Рисунок 6.2 – Приклади неправильно сконструйованих з'єднань під паяння

Лабораторна робота № 7

Паяння поліпропіленових труб

Мета роботи. Набуття практичних навичок паяння поліпропіленових труб та вивчення будови паяльника і технології паяння для паяння труб.

Теоритичні відомості

Традиційною кращою сировиною для поліпропіленових труб вважаються співполімери – поліпропілен із розряду термопластів. Поліпропілен отримується шляхом додавання в ланцюг молекул поліпропілену молекул етилену. Тим самим досягається зміщення нижньої температурної межі застосування матеріалу (простий поліпропілен не витримує температуру нижче 5 °С), підвищуються пластичність, покращуються механічні властивості.

До переваг поліпропіленових труб слід віднести довговічність, низьку теплопровідність, високу температуростійкість (в залежності від товщини стінок – до 75–85 °С), здатність витримувати короткочасне підвищення температури носія до 95 °С. Поліпропілен хімічно несприйнятливий до багатьох агресивних середовищ, екологічний, легко промивається в процесі експлуатації, зберігаючи гігієнічні властивості протягом усього терміну служби, який, згідно з усіма стандартами будівництва, складає 50 років.

Поліпропілен – чемпіон надійності. По-перше, випускають три типи труб зі стінкою різної товщини, розрахованих на робочий тиск 1, 1,6, 2,0 МПа. Це дозволяє використовувати трубу в багатьох сферах. По-друге, монтаж здійснюється через муфтове або стикове зварювання лише за допомогою нагрівання. Отримане з'єднання є рівно міцним по трубі, має високу технологічну повторюваність. Спектр діаметрів вимірюваних по зовнішній поверхні – від 16 до 125 мм. Можливо в перспективі застосування великих діаметрів. Але технологія зварювання діаметрів вище 63 мм – тільки встик.

Поліпропіленові труби бувають сірі, білі, чорні (стійкі до ультрафіолетового проміння) та зелені. До експлуатації з рівним успіхом придатні і ті й інші. Температура оплавлення близько 260 °С.

При виборі пластикової труби вирішальними є такі характеристики: діаметр труби, можливість її лінійного розширення, хімічна стійкість, робочий тиск і температура транспортованого середовища.

Поліпропіленові труби можуть експлуатуватися не менше 50 років при максимальній температурі теплоносія 95 °С. Максимальний термін експлуатації пластикових труб залежить від поєднання двох чинників – температури й тиску.

Якщо тиск маленький, а температура висока, та навпаки, труба прослужить довго, а при великій температурі і великому тиску – термін служби різко скорочується. Робоча температура середовища (води) для більшості пластикових труб дорівнює 60–75 °С для гарячої води і 20 °С для холодної. При цьому тиск у водопроводах житлових будинків (незалежно від кількості поверхів) не повинен бути більшим 0,6 МПа.

Коефіцієнт розширення поліпропіленової труби такий, що при нагріванні на один градус її відрізок (будь-якого діаметра) збільшується на 0,15 мм. Начебто небагато. Але якщо прогрів труби йде на 60 °С (монтаж при 20 °С, а експлуатація при 80 °С), то на кожен метр додається ще по 9 мм. Причому заважати трубі розширюватися ні в якому разі не можна – внутрішня напруга набагато небезпечніша робочих навантажень від тиску. Руйнування поліпропіленових трубопроводів (99%) – це не перевищення робочих параметрів, а неграмотне прокладання, особливо в системах великої довжини.

Для запобігання руйнуванню необхідно робити температурні компенсатори, а на побутовому рівні ніколи не закривати відрізки труби довжиною більше метра в замкнуті тісні русла.

Металопластик має менший коефіцієнт розширення – один метр подовжується при нагріванні на один градус на 0,02 мм. Це зовсім небагато, і крім того, внутрішні напруги для металопластикової труби не такі страшні. Металопластикові труби можна укладати в закриті канали, але з урахуванням вимог, які висуваються до з'єднання.

Якщо мова йде про теплу підлогу, то тут незамінні тонкі труби з металопластика, вони легко гнуться та продаються в бухтах по 100–200 м. Труба діаметром 16 мм та довжиною 100 м утворює близько одного контуру водяного опалення. Для укладання у теплу підлогу будь-яку трубу (металопластикову або поліпропіленову) потрібно укладати в так званий футляр – гофровані труби з ПВХ. Деяка теплова інерційність такої системи виправдовується її високою надійністю та довговічністю. Невисока робоча температура теплої підлоги (теплоносій до 35 °С) дозволяє ефективно застосовувати особливий різновид поліпропіленової труби, яка витримує тиск 1,6 МПа. Наявність кількох з'єднань водопровідної труби, з огляду на високу надійність зварних з'єднань, не впливає на надійність трубопроводу. Щоб уникнути теплових втрат з поверхні, трубопровід гарячої води потрібно теплоізолювати.

Заключний етап монтажу – перевірка системи під тиском та здача її в експлуатацію. Готовий до роботи трубопровід повинен бути змонтований за проектом, та видимий по всій довжині. Випробування рекомендовано починати з пробним тиском – 1,5 МПа, тривалість перевірки – 60 хв. Максимальний спад тиску – 0,02 МПа. Після чого складають протокол випробування.

Технологія з’єднання пластикових труб припускає, що з’єднання деталей відбувається за допомогою спеціальних муфт. Крім того, в деяких випадках більш доцільне безмуфтове з’єдання пластикових труб, наприклад, для з’єдання пластикових труб опалення. Обов’язковим устаткуванням для з’єдання є спеціальний паяльник для пластикових труб. Паяти пластикові труби можна тільки в тому випадку, якщо вони 100% сухі. В іншому випадку спай пластикових труб виходить неякісним і не забезпечує належної міцності з’єднання.

Для зварювання труб моджна застосувати набір для паяння «Бригадир 86-005» (рис. 7.1)

Рисунок 7.1 – Паяльник для зварювання труб «Бригадир 86-005»

Технічні характеристики паяльника для зварювання труб «Бригадир 86-005»

Напруга –220 В
Частота – 50 Гц
Потужність –1500 Вт
Час нагрівання – до 15 хв
Температура нагріву – 0–300 °С.
Насадки діаметром –20–63 мм.
Вага – 8,5кг

Паяльник для зварювання труб «Бригадир 86-005» призначений для створення з’єднань за рахунок нагрівання торців труб до певної температури і з’єднання їх у розігрітому стані. Паяльник для труб «Бригадир 86-005» має нагрівальний елемент споживаною потужністю в 1500 Вт і здатний регулювати температуру до 300 градусів. Паяльник комплектується насадками діаметром 16, 20, 25, 32, 40, 50 і 63 мм.

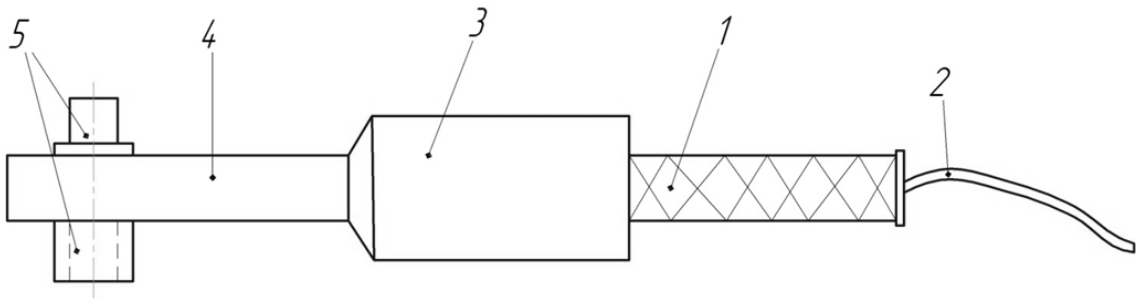


Рисунок 7.2 – Будова паяльника «Бригадир 86-005»: 1 – рукоятка ; 2 – дріт; 3 – нагрівник; 4 – нагрівальна плита; 5 – змінні насадки

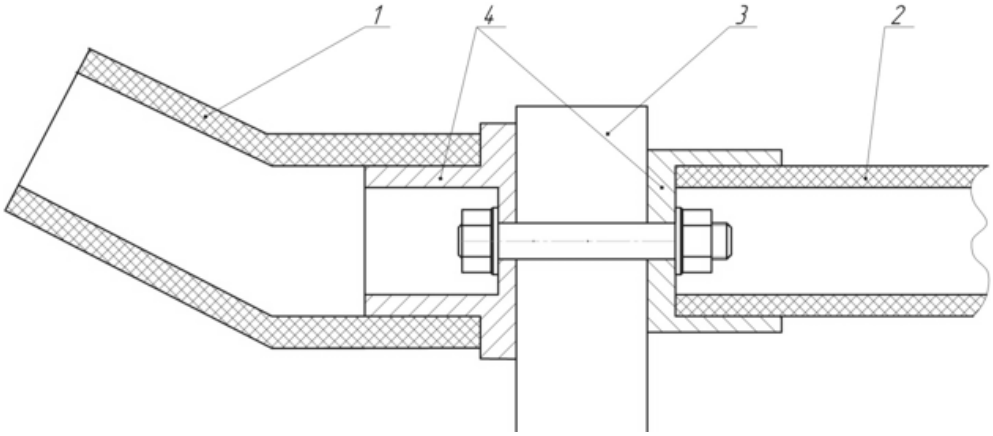


Рисунок 7.3 – Схема спаювання поліпропіленових труб: 1 – муфта поліпропіленова; 2 – труба поліпропіленова; 3 – нагрівник; 4 – змінні нагрівні насадки

Інструменти та матеріали

1. Паяльник для зварювання труб поліпропіленових «Бригадир 86-005»
2. Труби та муфти поліпропіленові.

Порядок виконання роботи

1. Підібрати насадки до паяльника в залежності від діаметра труби, яка спаюється, та скласти їх як показано на рисунку 7.3.
2. Знежирити та протерти насадки від бруду та пилу.
3. Нагріти паяльник до потрібної температури для спаювання труби обраного діаметра, яка визначається контролером паяльного пристрою.
4. Встановити трубу 2 та муфту 1 у нагрівник 3 (рис. 7.3), та витримати 5 секунд.
5. Вийняти нагріті трубу і муфту та з’єднати їх між собою.
6. Витримати нерухомо 5–10 секунд для утворення суцільного, нероз’ємного з’єднання.

Контрольні питання

1. Переваги та недоліки процесу спаювання поліпропіленових труб.
2. Технологія спаювання поліпропіленових труб.
3. Поясніть конструкцію паяльника «Бригадир 86-005».
4. Правила безпеки при з’єднуванні поліпропіленових труб.

Лабораторна робота № 8

Газополуменеве паяння

Мета роботи. Вивчення газополуменевого способу паяння.

Теоретичні відомості

Газополуменеве паяння відрізняється від зварювання тим, що при паянні розплавляється тільки припій, тоді як при зварюванні плавляться і з’єднуються кромки металу. При цьому температура плавлення припою значно менше, ніж температура плавлення у з’єднуваних металів. Потрібно зауважити, що при паянні відбувається досить велика витрата припою, а окремі види припоїв дуже дорогі. Крім цього, часто паяння передбачає застосування швів внапуск. Зважаючи на ці причини паяння не так широко поширене, як зварювання. Однак при деяких видах робіт воно незамінне (паяння електро - і радіоапаратури, друкованих схем точних приладів, внутрішніх швів харчової та медичної апаратури та ін.)

У паяльних роботах використовуються низькотемпературні і високотемпературні припої. Низькотемпературне паяння здійснюється з використанням припоїв з температурою плавлення нижче 550 °С, а високотемпературна передбачає застосування припоїв з температурою плавлення понад 550 °С. Низькотемпературне паяння можна здійснювати електричними паяльниками або газоповітряними пальниками, а високотемпературне – пальниками, які працюють на киснево-пропановій або ацетилен-бутановій суміші. При паянні великогабаритних виробів можна застосувати багатополуменеві пальники.

Вибір того чи іншого виду припою буде залежати від виду металу, що паяється і, звичайно, від виду паяння. Для низькотемпературного паяння використовуються олов’яно-цинкові і олов’яно-свинцеві припої, причому останні отримали досить широке поширення. Для високотемпературного паяння застосовуються срібні, мідно-цинкові і мідно-фосфористі припої. Найширше застосування мають срібні припої, які дають високу якість

паяння майже всіх чорних і кольорових металів (за винятком цинку і алюмінію). Мідно-цинкові припої знаходять застосування для паяння нікелю, сталі і чавуну, хоча їх можна використовувати і для паяння металів мідної групи. Мідно-фосфористі припої застосовуються тільки при паянні міді та її сплавів (латунь, бронза). Ці припої характеризуються тим, що при паянні міді взагалі не потрібні флюси.

Застосування флюсів при паянні необхідно практично завжди, оскільки вони розчиняють оксиди, покращують змочування припоєм металу, а також перешкоджають окисленню металу і припою. При низькотемпературному паянні найбільш часто використовується такий флюс, як каніфоль. Хлористий цинк, хлористий амоній, фтористий натрій застосовуються рідше. Високотемпературне паяння кольорових і чорних металів передбачає використання флюсів найчастіше на основі бури. У разі підвищення робочої температури паяння (коли застосовуються більш тугоплавкі припої) іноді додається борна кислота. У флюс вводиться хлористий цинк, фтористий калій та інші сполуки лужних металів тоді, коли необхідно виконати роботу легкоплавким припоєм. Слід зауважити, що при газополуменевому паянні найкраще застосовувати флюси у вигляді порошку або паст.

Особливості паяних швів. При паянні, як вже зазначалося вище, використовуються в основному паяні шви внапуск, міцність з'єднання яких тісно пов'язана з величиною напуску. Однак при паяльних роботах застосовуються ще стикові, втулкові, спеціальні шви, а також шви із відбортовкою. Потрібно запам'ятати, що для поліпшення надійності стикового з'єднання його площу можна збільшити шляхом виконання косого або зубчастого стику. Звичайно, для такої конструкції паяного шва потрібна спеціальна та точна механічна обробка, але вона добре виправдовує себе, наприклад, при паянні циркулярних і стрічкових пилок. Паяння різних трубчастих конструкцій застосовується досить широко.

При паянні трубчастих з'єднань величину зазора між деталями необхідно зробити найменшою. Це потрібно для поліпшення заповнення зазора припоєм під впливом капілярних сил. Тавровий тип з'єднання використовується при паянні відносно рідко.

Хід роботи при низькотемпературному паянні буде таким. Перед початком роботи з'єднувані деталі слід ретельно очистити, а потім провести їх лудіння, тобто нанести шляхом натирання, занурення в розплав або електролітичним методом тонкий шар олова на поверхню цих деталей. Потім потрібно з'єднати деталі так, щоб між ними залишився зазор в 1–
–2 мм. Потім на поверхню ділянки з'єднання необхідно нанести флюс. На заключному етапі розплавлений за допомогою пальника припій заливають у зазор, а потім наносять ще на поверхню металу навколо зазора.

При високотемпературному паянні технологія буде дещо іншою. Спочатку потрібно провести очищення деталей і їх лудіння таким же

чином, як і при низькотемпературному паянні. Потім необхідно акуратно з'єднати деталі, ретельно дотримуючись рекомендованої величини зазора. Потім слід прогріти деталі в місці з'єднання факелом пальника до температури розплавлення і розтікання припою (зону шириною близько 30 мм в обидві сторони від центра паяння) і нанести флюс. Далі потрібно нагріти сам припій і занурити його у флюс, а потім через деякий час вийняти. Як тільки флюс на припої розплавиться, треба залити припій в зазор і для гарного розтікання його в порожнині зазора кілька разів трохи змістити розігріті раніше деталі. При цьому не можна плавити припій у полум'ї пальника.

Високотемпературне паяння слід проводити газовим полум'ям нормального складу. Питома потужність полум'я повинна скласти (для ацетилену) для нержавіючої сталі 60–70, для вуглецевої сталі – 100–200, міді – 150–200, латуні – 100–120 $\frac{л \times мм}{год}$. Тут слід згадати про те, що під питомою потужністю полум'я розуміється часові витрата ацетилену в літрах, які припадають на 1 мм товщини металу, який паяється. Після закінчення процесу паяння слід відвести полум'я пальника в бік, а з'єднані деталі залишити для природнього охолодження. При цьому ні в якому разі не можна намагатися прискорити процес охолодження. В кінці роботи потрібно очистити шов від флюсу змоченою в теплій воді ганчіркою.

Для робити на природному газі або міському газі в суміші з повітрям використовують пальники (рис. 8.1, а), які працюють за принципом зовнішнього або внутрішнього соплового змішування. Полум'я цих пальників регулює кількість газу та повітря. Для отримання ацетилено-кисневого полум'я застосовують пальники інжекторного типу (рис. 8.1, б), а також пальники типу ГС - 53, ГАР-2-56, ГСМ-53, (рис. 8.1, в).

При роботі на замінювачах ацетилену може бути використаний пальник ГС-53. Інжекторні пропан–бутано–кисневі пальники типу ГКР-1-57,
ГЗУ-1-62, використовують як замінювачі ацетиленових пальників (рис. 8.1 г, д).

Для транспортування та зберігання зтиснутих, зріджених, та розчинених газів використовують балони двох типів: малої ємності (до 12 л), середньої ємності (20–55 л) з тиском до 200 кгс/см^2, великої ємності.

Паяльна лампа – нагрівальний прилад (винахід Карла Рікарда, 1881 рік, Швеція), в якому горіння вихідної речовини (спирту, гасу, бензину) переводить його у випарнику в газоподібний стан, а струмінь із форсунки затягує кисень, що знаходиться в повітрі, подібно пульверизатору.

Найбільшого поширення набули паяльні лампи форсуночного типу (рис. 8.1, е). Вони більш зручні в експлуатації, а теплопродуктивність найкраща у бензинових паяльних лампах. Ємність резервуара паяльної лампи зазвичай 0,1–2 літра. Теплова потужність переносних паяльних ламп знаходиться в межах 0,5 кВт – 3 кВт (регулюється подачею палива).

Паяльна лампа має резервуар для палива. Зверху до резервуара прикріплюється пальник. Резервуар закривається кришкою з ущільнювачем. За допомогою ручного насоса всередині резервуара створюється надлишковий тиск. Під дією надлишкового тиску паливо з резервуара через трубку і вентиль поступає до форсунки пальника. Перед потраплянням до форсунки паливо, проходячи через трубку, яку охоплює полум'ям пальника, нагрівається і випаровується, що підвищує повноту згоряння. Пальник являє собою ежектор, в якому за рахунок тяги створюється рух повітря і продуктів згоряння.

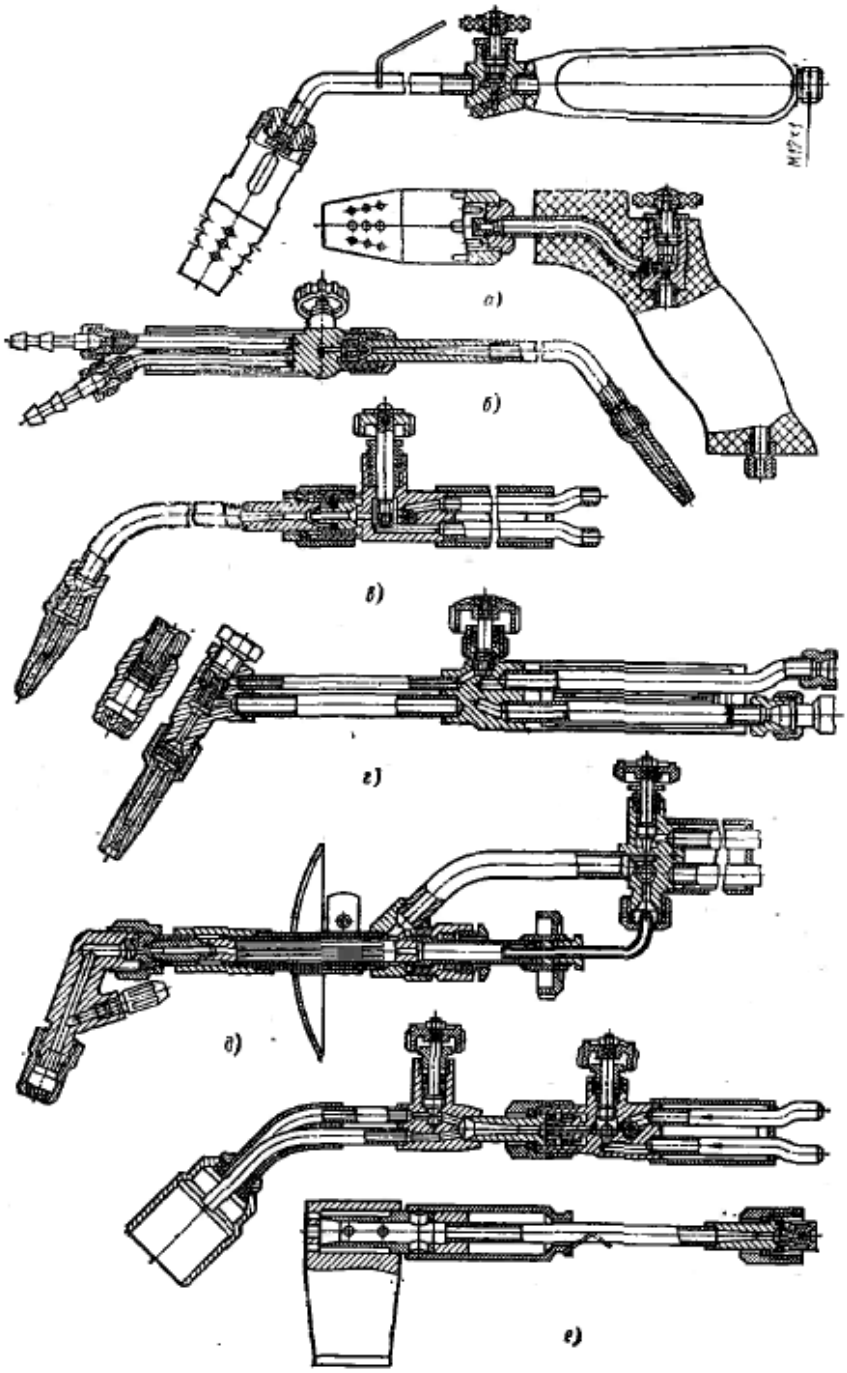


Рисунок 8.1 – Типи пальників: а – для природного газу, б – інжекторний пальник СУ – 48, в – пальник ГСМ-53 для роботи на

ацетиленокисневій суміші, г – гасокисневий пальник ГКР - 1-57, д – гасокисневий ГЗУ-1-62, е – бензоповітряний пальник

Паяльні лампи, що працюють на гасі або на спирті повинні мати випарник великих розмірів.

Типовий склад лампи:

1. Резервуар для палива – найбільш великий елемент паяльної лампи.
2. Ручка.
3. Насос з клапаном – для створення надлишкового тиску всередині резервуара.
4. Сифонна трубка для подачі рідкого палива з резервуара до випарника.
5. Голчатий кран, кріпиться на зовнішній частині сифонної трубки і призначений для регулювання палива, що надходить у випарник;
6. Випарник, в який, після прогрівання, надходить паливо і переходить в газоподібний стан.
7. Форсунка – розташовується на кінці трубки, виведеної з верхньої частини випарника, направляє струмінь газоподібного палива через випарник до ежектора.
8. Ежектор – найбільш розігріта частина лампи, є продовженням випарника, в робочому режимі саме на виході з ежектора паливо-повітряна суміш починає горіти.

Паливо – для бензинових ламп рекомендується бензин з октановим числом не більше 80 або бензин «Калоша».

На рисунку 8.2 показано будову паяльної лампи.

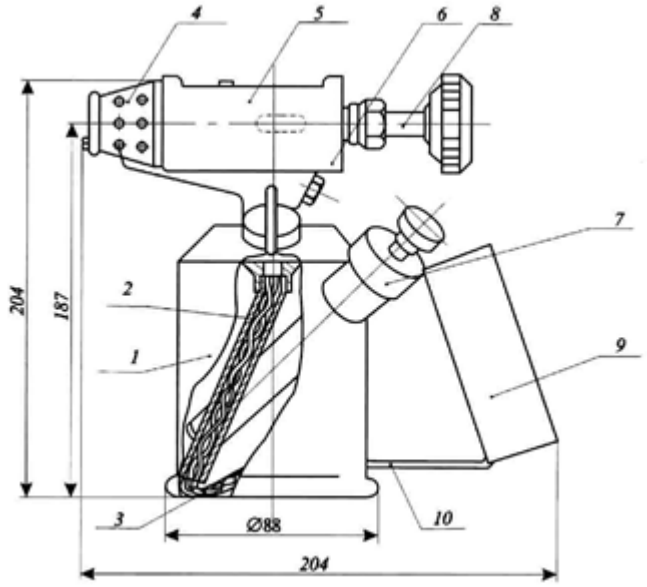


Рисунок 8.2 – Будова паяльної лампи.

1– резервуар для палива, 2 – сифонна трубка, 3 – фітіль, 4 – пальник, 5 – випарник, 6 – болт - заглушка каналу прочищення, 7 – насос, 8 – голчатий кран-регулятор, 9 – ручка, 10 – тримач

Обладнання та матеріали

1. Паяльна лампа.
2. Бензин.
3. Припій .
4. Зразки для паяння.
5. Кислота сірчана.

Порядок виконання роботи

1. Запалити паяльну лампу.
2. Прогріти заготовки для паяння.
3. Зачистити та залудити поверхні, що паяються.
4. З’єднати деталі так щоб між ними залишився зазор 1–2 мм.
5. На поверхню ділянки з’єднання необхідно нанести флюс.
6. Нанести припій та прогріти до його розплавлення і з’єднання деталей.

Контрольні питання

1. Які ви знаєте типи паяльників для газополуменевого паяння?
2. Поясніть конструкцію паяльної лампи.
3. Поясніть технологію газополуменевого паяння.
4. Правила техніки безпеки при паянні газополуменевим паянням.
5. Як вибирається припій для паяння?
6. Які флюси застосовуються для газополуменевого паяння?

Література

1. Древесина клееная масивная. Методи определения предела прочности при скалывании вдоль волокон ГОСТ15613.1–84 [чинний від 1991-06-27] – М. : Издательство стандартов, 1991. – 7 с.
2. Соединения паяные. Методы испытаний на растяжение и длительную прочность ГОСТ 28830–90 (исо 5187–85) [чинний від 1992-01-01] – М. : Издательство стандартов, 1992. – 15 с.
3. Айрапетян Л. Х. Справочник по клеям. / Л. Х. Айрапетян, В. Д. Заика,
4. Л. Д. Елецкая, Л. А. Яншина – Л. : Химия, 1980. – 304 с.
5. Петрунин Е. И., Справочник по паке. / Петрунин Е. И., – [3-е изд., перераб и доп.] – М. : Машиностроение, 2003. – 480 с., ил.

Навчальне видання

Олег Леонідович Гайдамак
Андрій Юрійович Осадчук

ПАЯННЯ, СКЛЕЮВАНЯ ТА СПОРІДНЕНІ ПРОЦЕСИ

Лабораторний практикум

Редактор В. Дружиніна
Коректор З. Поліщук
Оригінал-макет підготовлено О. Гайдамаком

Підписано до друку 11.05.2017 р.
Формат 29,7×42¼. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 2,4.
Наклад 50 пр. Зам. № 2017-102

Видавець та виготовлювач
інформаційний редакційно-видавничий центр.
ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-87-38.
press.vntu.edu.ua;
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.