

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи №5
«Базування деталей та вузлів в складально-зварювальних пристроях»

з дисципліни
«Складально-зварювальне оснащення»

для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка
освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і
«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання практичної роботи №5 «Базування деталей та вузлів в складально-зварювальних пристроях» з дисципліни «Складально-зварювальне оснащення» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл.: М.Ю. Осіпов, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 17 с.

Укладачі:

Осіпов М.Ю., канд. техн. наук, доцент
Капустян О.Є., канд. техн. наук, доцент

Рецензент:

Куликовський Р.А., канд. техн. наук, доцент

Редактор:

Аверченко І.П., ст. лаб.

Відповідальний за випуск:

Осіпов М.Ю., канд. техн. наук, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол №12 від 22.06.2021 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №10 від 23.06.2021 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Загальні відомості про базування.....	4
2.2 Типові схеми базування та вибір баз	7
3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ	15
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ	15
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	16
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ	16
7 ЗМІСТ ЗВІТУ	17
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	17

1 МЕТА РОБОТИ

Ознайомитися з принципами базування деталей і опанувати правила розміщення зварних вузлів в складально-зварювальних пристроях.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Загальні відомості про базування

У процесі складання зварних виробів виникають задачі з'єднання з необхідною точністю двох або більшої кількості деталей. Розміщення деталей, які складаються в пристроях, здійснюється за правилами базування [1-3].

Базування – надання заготовці або виробу необхідного положення відносно вибраної системи координат.

База – поверхня або сукупність поверхонь, вісь, точка, що належать заготовці або виробу і використовується при базуванні.

З теоретичної механіки відомо, що кожне вільне тверде тіло має шість ступенів свободи відносно трьох координатних перпендикулярних осей X , Y , Z . Воно може переміщатися паралельно трьом координатним осям та обертатися навколо кожної з них (рис. 2.1). Положення такого тіла відносно вибраної системи координат визначається шістьма незалежними величинами, наприклад, шістьма координатами.

Таким чином, положення будь-якого твердого тіла в просторі визначається шістьма ступенями свободи – переміщенням вздовж взаємно перпендикулярних осей (OX , OY , OZ) та обертанням навколо них. Для нерухомого закріплення твердого тіла його необхідно позбавити усіх цих ступенів свободи. Це досягається притисканням тіла до шести опорних точок, розташованих у трьох взаємно перпендикулярних площинах XOY , YOZ , XOZ .

Опорна точка пристрою – ідеальна точка контакту поверхні заготовки та пристрою, яка позбавляє заготовку одного ступеня свободи, роблячи неможливим її переміщення в напрямку, перпендикулярному опорній поверхні.

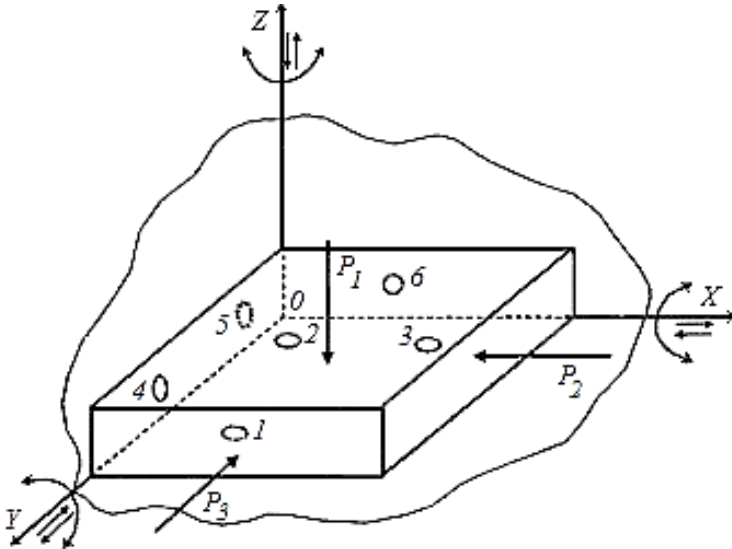


Рисунок 2.1 – Схема базування та закріплення призматичної деталі [1]

У площині XOY , яка називається установочною, розташовані три опорні точки (1-3). Вони позбавляють тіло трьох ступенів свободи – переміщення вздовж осі OZ та обертання навколо осей OX та OY .

У площині YOZ , яка називається напрямною, розташовані дві опорні точки (4 та 5), які позбавляють тіло ще двох ступенів свободи – переміщення вздовж осі OX та обертання навколо осі OZ .

У площині YOZ , яка називається опорною, розташована одна опорна точка 6, яка позбавляє тіло останнього, шостого ступеню свободи – переміщення вздовж осі OY .

Таким чином, для забезпечення нерухомості заготовки у вибраній системі координат на неї необхідно накласти шість двосторонніх геометричних в'язів, для створення яких необхідно мати комплект баз (рис. 2.1).

Притискання деталі до усіх шести опорних точок забезпечується трьома силами P_1 , P_2 , P_3 , що діють за трьома взаємно перпендикулярними напрямками.

Технологічним базам заготовки або виробу відповідають установочні поверхні пристрою. Тобто, бази бувають установочними, напрямними та опорними. При базуванні здійснюється розміщення деталі в пристрої таким чином, щоб технологічні бази деталі

спиралися на установочні поверхні пристрою.

З теоретичної механіки відомо, що найбільшу стійкість і точність можна досягти тоді, коли тверде тіло буде спиратися на три точки, розташованих у вершинах трикутника як найдалше одна від одної. У зв'язку з цим, за установочну базу (поверхню) деталі приймається поверхня, яка має найбільші габарити (розміри). Три опорні точки на установочній поверхні розташовують так, щоб центр ваги заготовки або вузла знаходився всередині трикутника, вершинами якого є ці точки.

Оскільки зварний виріб складається з декількох деталей, то для установлення кожної деталі необхідно створювати контур з шести опорних точок. При цьому інші деталі виробу, які сполучуються з установлюваними, можуть служити опорними базовими точками.

Розрізняють бази технологічні, конструкторські, вимірювальні, основні та допоміжні.

Технологічна база – база, яка використовується для визначення положення заготовки або виробу при виготовленні та ремонті.

Конструкторська база – база, яка використовується для визначення положення деталі або складальної одиниці в виробі.

Вимірювальна база – база, яка використовується для визначення положення заготовки або виробу відносно засобів вимірювання.

Основна база – конструкторська база даної деталі або складальної одиниці, яка використовується для визначення їх положення в виробі.

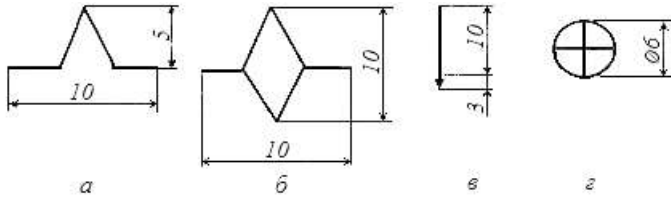
Допоміжна база – конструкторська база даної деталі або складальної одиниці, яка використовується для визначення приєднаного до них виробу.

Таким чином, при установлюванні заготовок в пристроях вирішуються дві задачі:

- а) орієнтування деталі за рахунок базування;
- б) створення нерухомості за рахунок закріплення заготовок.

Створення шести опорних точок при базуванні називають – Правилом шести точок.

Схема базування – схема розташування опорних точок на базах заготовки. Усі опорні точки на схемі базування позначають умовними знаками та нумерують, починаючи з бази, на якій розміщується найбільша кількість опорних точок (рис. 2.2).



а – опорна точка (вигляд спереду та збоку); б – опорна точка (вигляд зверху);
в – притискач (вигляд спереду та збоку); г – притискач (вигляд зверху)

Рисунок 2.2 – Позначення опорних точок та притискачів на схемах базування [1]

2.2 Типові схеми базування та вибір баз

При складанні зварних конструкцій доводиться установлювати в пристрої велику кількість заготовок, забезпечуючи їх фіксацію та закріплення в необхідному положенні. Раніше установлені деталі, які стикаються з установочними поверхнями пристрою, стають базами для монтажу наступних деталей.

Базування деталей в пристроях може здійснюватися:

- а) плоскими поверхнями (по упорах);
- б) внутрішніми циліндричними поверхнями (по пальцях);
- в) зовнішніми циліндричними поверхнями (в призмах);
- г) конічними поверхнями;
- г) групою установочних баз.

Базування плоскими поверхнями. Базування призматичної заготовки по трьох поверхнях позбавляє її шести ступенів свободи. У зварних конструкціях найширше використовуються призматичні заготовки, в яких технологічними базами є три плоскі поверхні – установочна, напрямна та опорна поверхні (рис. 2.3). За основну базу приймається плоска поверхня, яка має найбільші габаритні розміри, забезпечує стійке положення заготовки в пристрої і позбавляє її найбільшої кількості ступенів свободи – 3. Для позбавлення заготовки решти ступенів свободи використовуються інші, так звані допоміжні бази. У випадку призматичної заготовки допоміжними базами є напрямна та опорна поверхні. За напрямну базу заготовки вибирається поверхня найбільшої довжини. Напрямна база позбавляє заготовку

двох ступенів свободи. Шостого ступеня свободи заготовка буде позбавлена за рахунок упорної (опорної) бази.

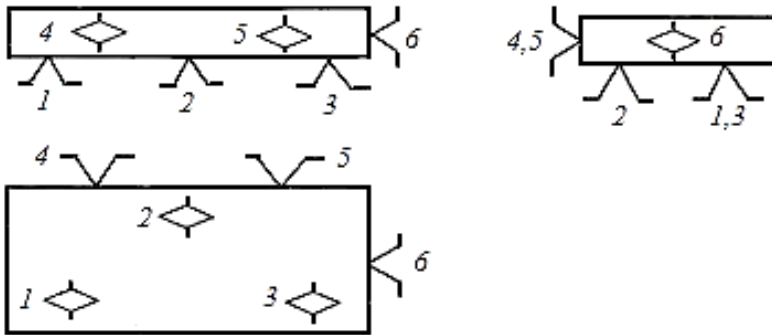


Рисунок 2.3 – Схема базування призматичної заготовки по плоским поверхням [1]

Часто обмежуються спрощеним базуванням по двох або по одній площині. Чим менше ступенів свободи потрібно зв'язати при базуванні заготовки, тим простішою буде конструкція пристрою та нижча його вартість. Однак, при спрощеному базуванні знижується точність складання виробу в пристрої.

Базування по циліндричним та конічним поверхням. Фіксування заготовок у вигляді втулки виконується за допомогою пальців. Втулка надягається отвором на циліндричну оправку-палець (рис. 2.4) і позбавляється чотирьох ступенів свободи (залишається обертання та переміщення відносно осі OX).

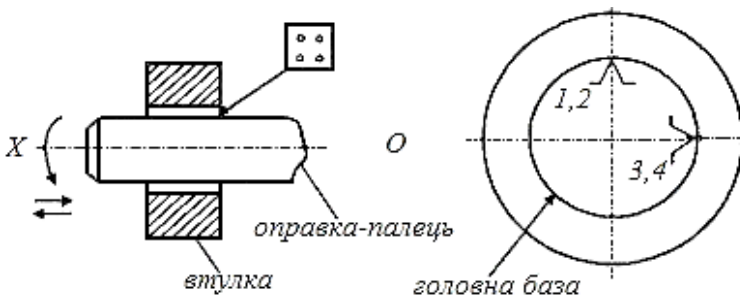


Рисунок 2.4 – Схема базування по внутрішнім циліндричним поверхням [1]

У даному випадку циліндрична поверхня втулки є подвійною напрямною базою (4 опорних точки), торцева поверхня буде опорною

базою (п'ята точка), а якщо є шпонкова канавка, то вона може бути допоміжною базою. Циліндрична поверхня втулки буде головною базою (ГБ), тому що вона позбавляє втулку найбільшої кількості ступенів свободи.

При установленні заготовки по довгій конічній поверхні вона позбавляється п'яти ступенів свободи (рис. 2.5) – переміщення уздовж трьох осей координат та поворотів навколо двох осей системи координат. Залишається тільки один ступінь свободи – повороти навколо власної осі. Умови базування значно змінюються при установленні заготовки по короткій конічній поверхні. Конічна поверхня короткого центрального отвору не в змозі виконувати функції подвійної напрямної бази, що призводить до невизначеності напрямку осі заготовки.

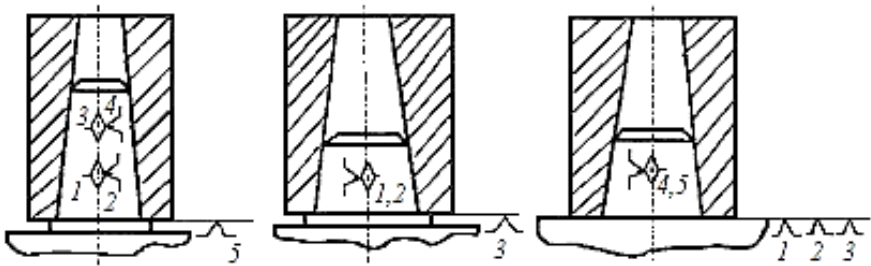
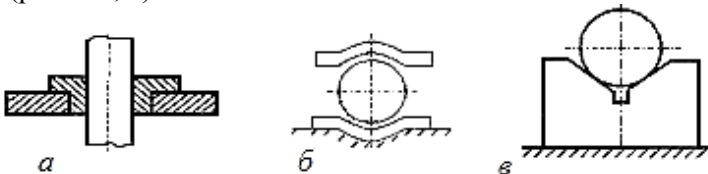


Рисунок 2.5 – Схема базування по конусним поверхням [1]

Базування заготовок для зварних валів, що мають зовнішню циліндричну поверхню, здійснюється за рахунок отворів суцільної (рис. 2.6, а) та роз'ємної втулок (рис. 2.6, б), а також з використанням призми (рис. 2.6, в).



а – в отворі суцільної втулки; б – в отворі роз'ємної втулки; в – в призмі

Рисунок 2.6 – Установлення заготовок зварних валів [1]

Зовнішню циліндричну поверхню рекомендується призначати за головну базу для деталей типу обичайок, валів, труб, втулок та ін. При базуванні заготовки зовнішньою циліндричною поверхнею вона позбавляється чотирьох ступенів свободи. У неї ще залишається два

ступеня свободи: переміщення уздовж осі та обертання навколо осі бази.

Якщо вал має заплечики та шпонкову канавку, то їх використовують за допоміжні бази, які позбавляють вал осевого переміщення та обертання навколо власної осі (рис. 2.7).

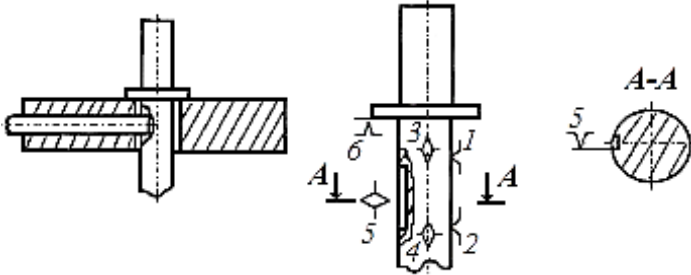


Рисунок 2.7 – Схема базування вала [1]

Кращі результати, з точки зору точності базування, досягаються з використанням призми. Базування в призмі (рис. 2.6) здійснюється як для оброблених так і необроблених поверхонь циліндричних заготовок необмеженої довжини. При достатньо великій довжині бази на корпусі пристрою може бути встановлено дві стандартні призми таким чином, щоб база розташовувалась у призмах своїми кінцями. Можливі випадки застосування однієї призми з двома призматичними дільницями.

При базуванні заготовок з необробленими базами застосовують призми з вузькими дільницями установочних поверхонь.

Призма позбавляє заготовку чотирьох ступенів свободи і представляє подвійну напрямну установочну базу. П'ятого ступеня свободи заготовка позбавляється за рахунок упора (рис. 2.8).

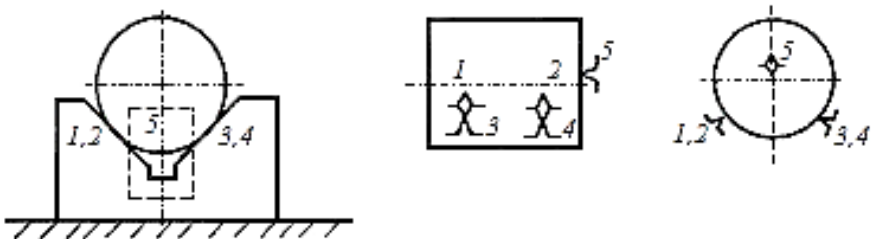
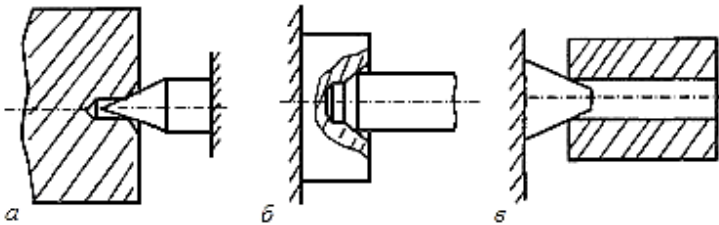


Рисунок 2.8 – Схема базування циліндричної заготовки в призмі
Заготовки суцільних та порожнинних зварних валів можуть

установлюватися у пристроях з використанням установочних конусів або конусних оправок (рис. 2.9). У цьому випадку для суцільних заготовок передбачають центрові отвори. Базування заготовки в центрах позбавляє її п'яти ступенів свободи, але зберігає можливість обертання заготовки навколо власної осі, що конче необхідно при зварюванні кільцевих швів. Один з центрових отворів позбавляє заготовку трьох ступенів свободи (переміщення уздовж трьох осей координат на інший отвір позбавляє заготовку двох ступенів свободи обертання навколо вісів координат (рис. 2.10).



а, б – валів; в – труб

Рисунок 2.9 – Установлення на конус заготовок [1]

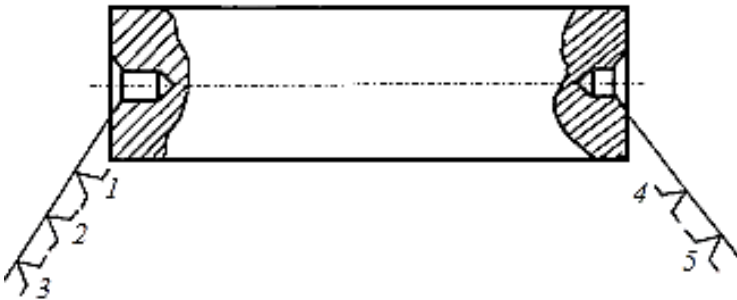


Рисунок 2.10 – Схема базування вала по центровим отворам [1]

Установлення заготовки по двом циліндричним отворам. При фіксуванні двома отворами (рис. 2.11) деталь одним отвором установлюється на циліндричний палець, а другим на зрізаний палець. Зрізаний (ромбовидний) палець збільшує зазор між ним і заготовкою в напрямку загальної осі двох отворів та унеможливорює повертання заготовки навколо осі циліндричного пальця. Збільшений зазор забезпечує компенсацію відхилень розміру між осями отворів

заготовки, які завжди більші від зазорів у посадочних місцях між отворами та циліндричними пальцями. Це дозволяє установлювати заготовки з більш широким допуском на міжцентрову відстань отворів. Допуск на лінійні розміри пристрою, наприклад, на відстань між осями пальців, приймається в межах 0,5...0,75 допусків відповідних розмірів в заготовках, які установлюються в пристрої.

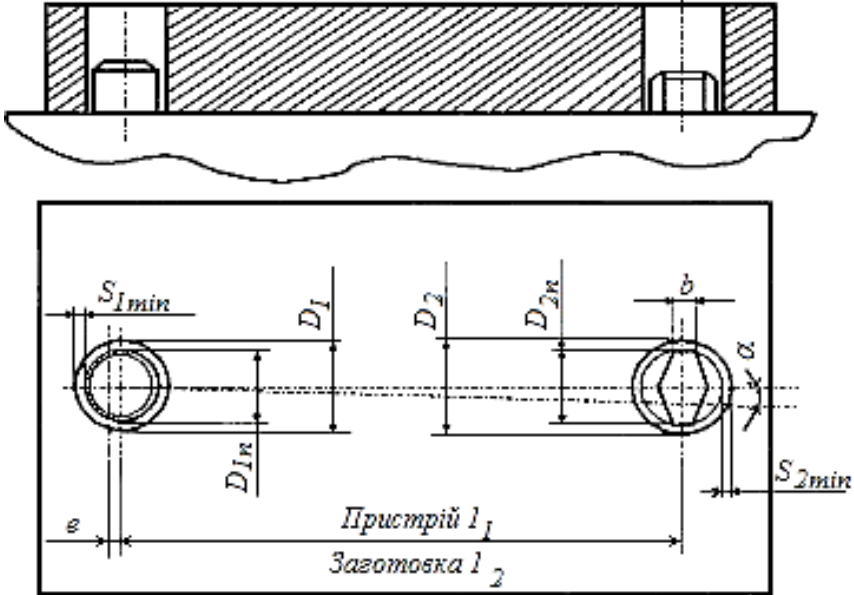


Рисунок 2.11 – Базування заготовки двома отворами на циліндричний та зрізаний палець [1]

Таким чином, плоска заготовка з двома отворами, що установлюється на площину, та короткий циліндричний палець ($D/L > 1$) позбавляється п'яти ступенів свободи. Зрізаний палець позбавляє заготовку шостого ступеня свободи-обертання навколо осі циліндричного пальця (рис. 2.12).

Бокове зміщення циліндричного пальця в отворі заготовки приймають рівним половині максимального зазору між циліндричним пальцем та отвором:

$$e = \frac{S_{1max}}{2} = \frac{a + \Delta + a_n}{2},$$

де $S_{1max} = 2 S_{1min}$ – максимальний зазор між циліндричним пальцем та отвором;

a – допуск на діаметр отвору (бази) D_1 , мм;

Δ – гарантований зазор, мм;

a_n – допуск на діаметр циліндричного пальця D_{ln} , мм;

e – бокове зміщення циліндричного пальця в отворі заготовки, мм.

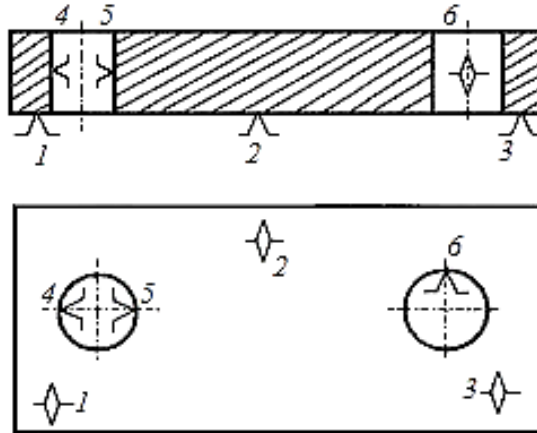


Рисунок 2.12 – Схема базування заготовки з двома отворами [1]

Кутове зміщення α або перекид заготовки визначається за формулою:

$$tg\alpha = \frac{S_{1max} + S_{2max}}{2l},$$

де S_{2max} – максимальний зазор між отвором та циліндричним пояском зрізаного пальця;

l – відстань між центрами отворів заготовки.

Вибір баз. Складання в пристрої, як правило, починають з так званого базового елемента, яким може бути заготовка або вузол зварного виробу. Тобто, при складанні якась із численних заготовок виробу установлюється в пристрої першою і слугує установочним елементом для взаємного сполучення наступних заготовок. Тому при розробці технологічної оснастки велике значення має правильний вибір базових поверхонь базової заготовки, від якої буде залежати точність установлення інших заготовок зварного вузла.

За головну базову поверхню вибирають поверхню з найбільшими габаритними розмірами, яка забезпечувала б стійке положення заготовки в пристрої. Таким вимогам відповідає плоска поверхня заготовки достатньої протяжності. Якщо заготовка не має такої поверхні, то вибирають іншу поверхню достатньої протяжності – бокову плоску поверхню, циліндричний отвір або циліндричну зовнішню поверхню. При використанні комплекту баз призначають додаткові бази – напрямні та опорні поверхні. За напрямну базу використовують поверхню заготовки з найбільшою протяжністю. Опорною базою може бути будь-яка поверхня, навіть незначних розмірів.

На вибір головної бази впливає також точність вихідних розмірів та допустимих відхилень розміщення інших заготовок зварного вузла, що складається в пристрої. У такому випадку за головну базу необхідно призначити базу, від якої задані найбільш точні вихідні розміри. Адже специфіка складання для зварювання полягає в необхідності послідовного орієнтування усіх заготовок вузла та їх суміщення і тимчасового закріплення у відповідності з розмірами, які вказані у складальному кресленні. Тому при виборі базових поверхонь необхідно дотримуватись принципу сумісності та сталості баз.

Щоб з багатьох можливих варіантів призначення технологічних баз можна було б вибрати найбільш раціональну, застосовують принцип сумісності баз.

Принцип сумісності баз – випадок, коли за технологічну базу приймаються поверхні, котрі одночасно є конструкторськими та вимірвальними базами деталі.

Заготовка, що визначає своє положення в складальній одиниці або у виробі за допомогою комплекту основних конструкторських баз, забезпечує відповідне положення поверхонь інших заготовок. У складальному кресленні положення інших заготовок складальної одиниці задається відносно комплекту основних конструкторських баз. Тому, згідно з принципом сумісності баз, за технологічні бази слід призначити комплект основних конструкторських баз. У цьому випадку не будуть з'являтися похибки установлення останньої заготовки складальної одиниці або виробу в цілому.

Але, в залежності від складності зварного виробу, не завжди вдається виконати принцип сумісності баз. Ця обставина пов'язана з

тим, що більшість зварних конструкцій складаються та зварюються в різних складально-зварювальних пристроях. Тому для досягнення відповідної точності необхідно прагнути до того, щоб усі установлення при складанні та зварюванні при можливості виконувались на одній і тій же базі. Тобто, необхідно використовувати принцип сталості баз, який полягає в тому, що при розробці технологічного процесу необхідно прагнути використовувати одну і ту ж технологічну базу, не допускаючи, без особливої необхідності, її заміну.

Установочними базами заготовки можуть бути поверхні, як механічно оброблені (площини, кромки, отвори та ін.), так і необроблені, які не мають задирок, хвилястості, жолоблення та невизначеної кривизни. Перевагу віддають механічно обробленим, менш шорстким та чистим поверхням.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Перед тим, як приступати до виконання практичної роботи студент зобов'язаний вивчити дані методичні вказівки, ознайомитися з загальними відомостями про базування деталей та вузлів в складально-зварювальних пристроях [1, §2.6], вивчити інструкцію по техніці безпеки, відповісти на контрольні запитання викладача та отримати у нього дозвіл на виконання роботи.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. В чому полягає суть поняття «базування»?
2. Дайте визначення поняттю «база». Які види баз використовуються при базуванні деталей зварного виробу?
3. За якими типовими схемами може виконуватися базування

деталей в складально-зварювальних пристроях?

4. Як виконується базування по плоским поверхням?

5. Як виконується базування по циліндричним та конічним поверхням?

6. Як виконується установа заготовки по двом циліндричним отворах.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До практичної роботи допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.

2. У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.

3. У випадку виникнення пожежі або ураження електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1. Ознайомитись з метою і вивчити розділ 2 «Загальні відомості».

2. Підготувати усні відповіді на контрольні запитання і відповіді на питання викладача (пройти тест з позитивною оцінкою) по темі «Базування».

3. Отримати у викладача індивідуальний зварювальний виріб і завдання на його базування.

4. Виконати виміри розмірів деталей і всього виробу в цілому.

5. Накреслити виріб (формат А4, А3) і виконати його базування.

4. Скласти звіт і захистити обрані принципи базування.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Стислий опис принципів базування.
3. Креслення індивідуального зварювального виробу і його базування.
5. Висновки про виконану роботу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / 2-е видання, переробл. та доповн.: Навч. посібник / А.С. Карпенко. – К.: Арістей, 2006. – 272 с.
2. Терликова Т.Ф. Основы конструирования приспособлений: Учеб. пособие для машиностроительных вузов / Т.Ф. Терликова, А.С. Мельников, В.И. Баталов. – М.: Машиностроение, 1980. – 119 с.
3. Рыморов Е.В. Новые сварочные приспособления / Е.В. Рыморов. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988. – 125 с.