МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи №4
«Методика розрахунку ексцентрикових притискачів»

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

2024

Методичні вказівки до виконання практичної роботи №4 «Методика розрахунку ексцентрикових притискачів» 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», 2024. – 13 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 №01 від 13.09.2023 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №06 від 16.01.2024 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ 4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ 4
2.1 Конструкції, приклади застосування ексцентрикових притискачів 4
2.2 Розрахунок ексцентрикових притискачів 7
3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 11
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ 11
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ 11
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ 12
7 ЗМІСТ ЗВІТУ 12
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА 12
Додаток А 13

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення конструкції, принципу дії та опанування методики проектування і розрахунку ексцентрикових притискачів.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Конструкції, приклади застосування ексцентрикових притискачів

Ексцентрикові притискачі набули поширення в складально-зварювальних пристроях, застосовуваних у зварювальних цехах на заводах серійного і масового виробництва.

Основною перевагою цих притискачів є швидке затискання зібраних елементів, що досягається одним поворотом рукоятки пристрою.

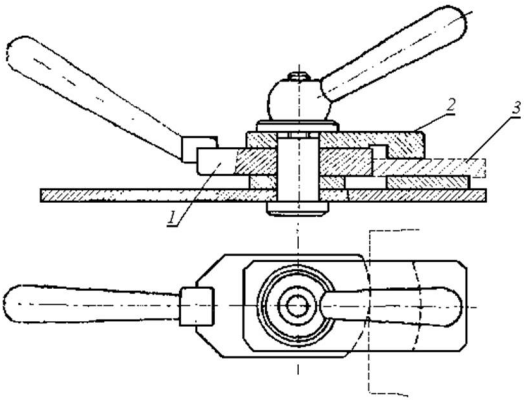
Ексцентрикові притискачі можуть застосовуватися самостійно або в комбінації з іншими ланками. Перший тип притискачів обов'язково робиться із самогальмуючим ексцентриком.

У комбінованих пристроях, де може бути створена самогальмуюча ланка (наприклад, гвинтова пара) або постійний імпульс (пневматика), ексцентрикові притискачі можуть бути не самогальмуючими.

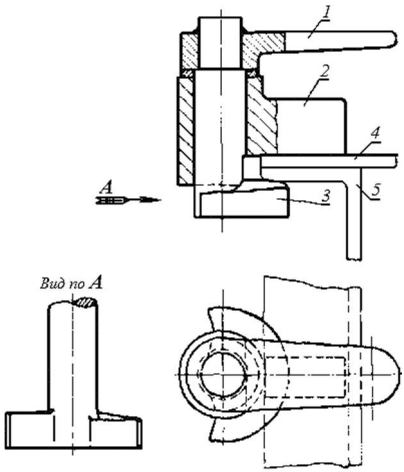
За виконанням ексцентрикові притискачі поділяються на горизонтальні і вертикальні.

Наприклад, горизонтальний ексцентрик 1 (рис. 2.1), призначений для затиску листа в горизонтальній площині, а гвинтовий притискач 2 – для затиску листа у вертикальній площині. Затиснення притискачем 2 проводиться після затиску листа ексцентриком 1.

Ексцентриковий притискач, показаний на рисунку 2.2, призначається для вертикального підтягування до верхнього листа 4 іншого елемента 5 (куточка), який приварюється. Поворотом рукоятки 1 деталі, які збираються, затискаються між горизонтальною площиною важеля 2 і ексцентриком 3.

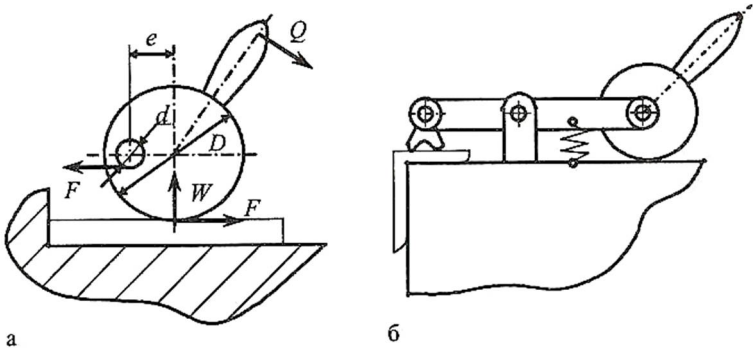


1 – горизонтальний ексцентрик, 2 – гвинтовий притискач, 3 – металевий лист
Рисунок 2.1 – Горизонтальний ексцентриковий притискач



1 – рукоятка, 2 – горизонтальна пластина важеля, 3 – ексцентрик, 4 – металевий лист, 5 – куточок
Рисунок 2.2 – Вертикальний ексцентриковий притискач

За конструкцією розділяють: ексцентрикові притискачі безпосередньої дії (рис. 2.3, а) і важільно-ексцентрикові (рис. 2.3, б). Ексцентриковий притискач-стяжка показаний на рисунку 2.4. Неробочий стан стяжки позначено пунктиром. Ексцентрик 1 обертається на осі 2, закріпленої в щічках 3, до яких на осях 4 прикріплена стяжна стрічка 5.



а – безпосередньої дії, б – важільно-ексцентриковий
Рисунок 2.3 – Ексцентрикові притискачі

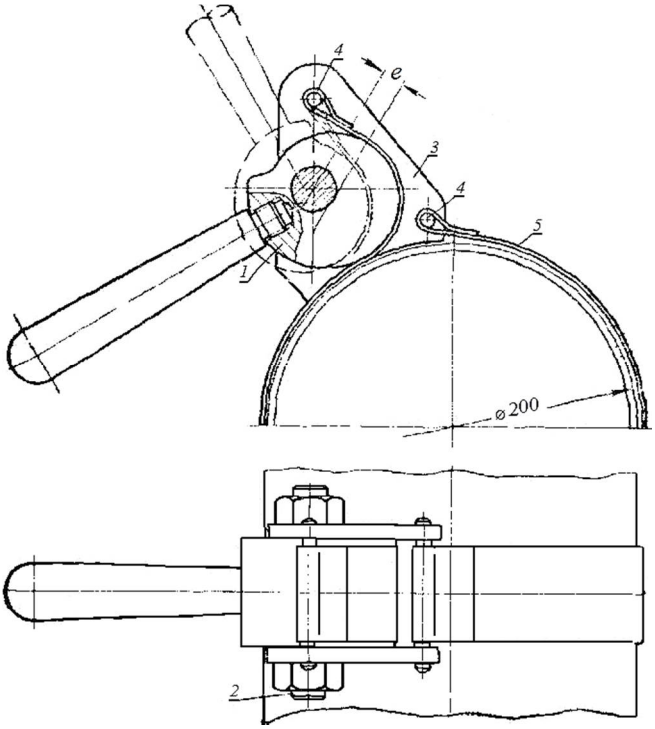
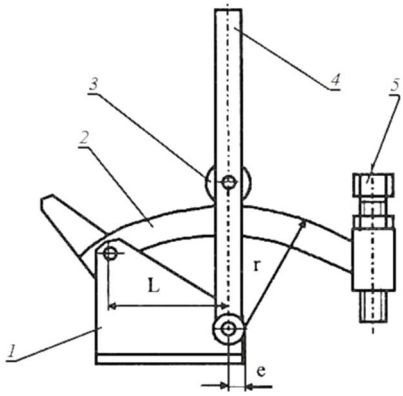


Рисунок 2.4 – Ексцентриковий притискач-стяжка

В складально-зварювальних пристроях застосовуються тільки круглі ексцентрики.

Різновидами ексцентрикових притискачів є криволінійні ексцентрики, або так звані дугові притискачі (рис. 2.5). Вони мають робочий профіль, окреслений по Архімедової спіралі з постійним кутом підйому кривої.



1 – корпус притискача; 2 – дуга; 3 – ролик; 4 – рукоятка; 5 – гвинт регулювальний

Рисунок 2.5 – Дуговий ексцентриковий притискач з великим робочим ходом

У даному притискачеві дуга є частиною ексцентрика, вісь якого не співпадає з віссю повороту важеля на величину ексцентриситету *e*. При правильному виборі величини ексцентриситету траєкторія руху точки дотику ролика з дугою перетинається з зовнішньою поверхнею дуги під кутом меншим 6°, що забезпечує самогальмування притискача. Криволінійні ексцентрики забезпечують постійну силу притиску, однакові гальмівні властивості в межах робочої зони та значний робочий хід. Але виготовлення таких притискачів значно складніша у порівнянні з круговими ексцентриками.

2.2 Розрахунок ексцентрикових притискачів

У силовому відношенні ексцентриковий притискач аналогічний клиновому. Утворення круглого ексцентрика діаметром *D* можна показати шляхом накручування на круглий диск радіусом *r* кругового

клина висотою *2e* та довжиною основи, рівній $\pi D/2$ (рис. 2.6).

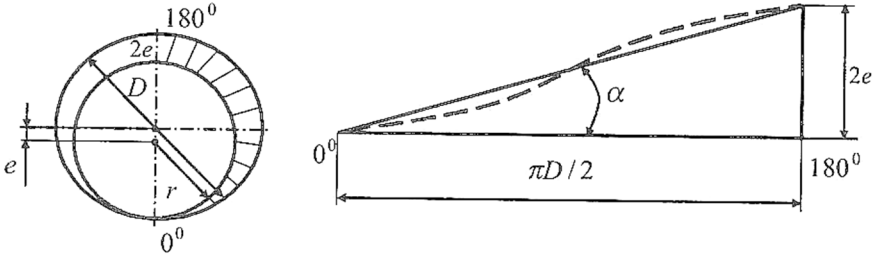


Рисунок 2.6 – Схема утворення кругового ексцентрика

Для встановлення залежності між силою закріплення та моментом на рукоятці ексцентрика в кінці притиску заготовки, використаємо схему, зображену на рис. 2.7. У процесі притиску заготовки на ексцентрик діють три сили [1, 2]: сила на рукоятці Q, реакція заготовки T та реакція цапфи S. Під дією цих сил система знаходиться в рівновазі. Реакція T буде рівнодіючою сили притиску W та сили тертя F.

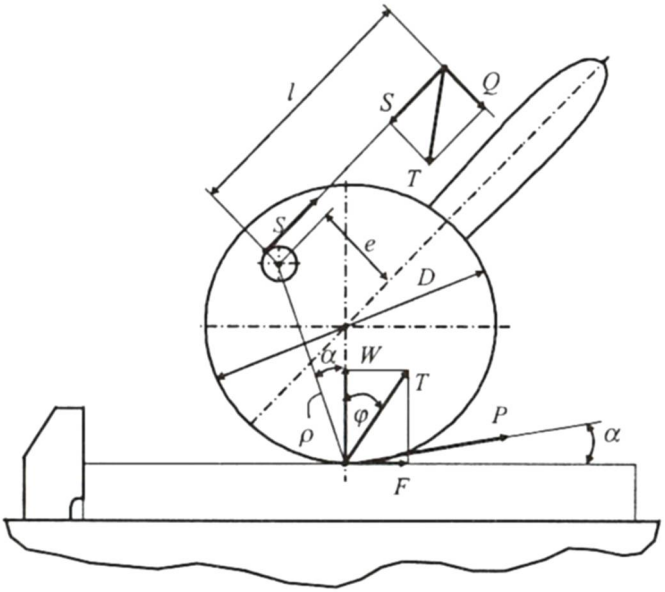


Рисунок 2.7 – Схема дії сил на круговий ексцентрик

При середньому куті підіймання кривої клина α (рис. 2.6) та з урахуванням сил тертя, зв'язок між окружною силою на діаметрі ексцентрика P і силою притиску заготовки W можна виразити формулою:

$$P = W[tg(\alpha + \varphi) + tg\,\varphi_1],$$

де α – кут підіймання кривої ексцентрика;

φ – кут тертя між ексцентриком та заготовкою;

φ_1 – кут тертя в цапфі ексцентрика.

Зусилля робітника Q, прикладене на плечі рукоятки довжиною l, утворює момент, який врівноважується моментом сили притиску заготовки та сили тертя на плечі ρ, рівному відстані між центром обертання ексцентрика та точкою його дотику з заготовкою, тобто:

$$Ql = W\rho[tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1].$$

Сила притиску круговим ексцентриком визначається за формулою:

$$W = \frac{Ql}{\rho[tg(\alpha+\varphi)+tg\varphi_1]}.$$

Кут підіймання α кривої ексцентрика є змінною величиною і залежить від кута повороту кругового ексцентрика, що впливає на сталість сили притиску заготовок.

Умова самогальмування ексцентрика в будь-якому його положенні виражається залежністю:

$$\alpha_{max} \leq \varphi + \varphi_1.$$

При $\varphi = \varphi_1 = 5^o43'$ умова самогальмування $\alpha_{max} = 11^o30'$.

З метою забезпечення запасу самогальмування можна прийняти

$$\alpha_{max} = 8^o30',$$

тоді отримаємо:

$$tg\,\alpha_{max} = \frac{2e}{D} = f \qquad \text{або} \qquad \frac{2e}{D} \leq f,$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання.

При $f = 0{,}15$ для пари сталь-сталь $e \leq 0{,}075D$.

Діаметр ексцентрика визначають, виходячи з ексцентриситету. Зазвичай величину ексцентриситету приймають в межах $e = 3 \ldots 6$ мм.

При проектуванні ексцентрикових притискачів в розрахунках приймають середні значення: $\alpha_{\text{ср}} \cong 4^{\text{o}}$; $\rho_{\text{ср}} \cong D/2$; $l = 2D$; $tg\,\varphi = tg\varphi_1 = 0{,}15$.

Ексцентрики виготовляють зі сталі 20Х з цементацією на глибину 0,8-1,2 мм та наступним загартовуванням до твердості HRC 55-60. Ширина робочої частини ексцентрика визначається, виходячи з напружень зминання в місці контакту його із заготовкою. Якщо прийняти для ексцентрика та заготовки модулі пружності $E_1 = E_2$ та коефіцієнти поперечного стиску $\mu_1 = \mu_2 = 0{,}25$, то можна використати формулу:

$$\sigma_{\text{зм}} = 0{,}415\sqrt{\frac{WE}{RB}},$$

звідки ширина робочої частини ексцентрика

$$B = 0{,}0175\frac{WE}{R\sigma_{\text{зм}}^2},$$

де R – радіус робочої частини ексцентрика;

B – ширина робочої частини ексцентрика.

Діаметр цапфи ексцентрика також визначається, виходячи з напружень зминання, за формулою:

$$d = \frac{W}{b[\sigma_{\text{зм}}]},$$

де b – ширина цапфи, м;

$[\sigma_{\text{зм}}]$ – допустиме напруження зминання, МПа;

W – сила притиску заготовки, Н.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Перед тим, як приступати до виконання практичної роботи студент зобов'язаний вивчити дані методичні вказівки, ознайомитися з конструкціями та методикою розрахунку ексцентрикових притискачів, 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. Приведіть приклади застосування ексцентриків в складально-зварювальному оснащенні.
2. Як працює ексцентриковий притискач?
3. Які переваги і недоліки ексцентрикових притискачів?
4. В чому суть методики розрахунку ексцентрикових притискачів?
5. Яка умова самогальмування ексцентрика?

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До практичної роботи допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. 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. Ознайомитися з конструкцією, принципом дії та технічними можливостями ексцентрикових притискачів.
2. Розрахувати і спроектувати самогальмуючий ексцентриковий притискач з використанням даних, наведених в додатку А.
3. Оформити звіт.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.
2. Стислий опис конструкції, принцип її дії.
3. Силові розрахунки з ілюстраціями.
4. Креслення ексцентрикового притискача.
5. Висновки про виконану роботу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / 2-е видання, перобл. та доповн.: Навч. посібник / А.С. Карпенко. – К.: Арістей, 2006. – 272 с.

Додаток А
Вихідні дані для розрахунку круглого ексцентрикового притискача

№ вар.	Зусилля робітника, *Q*, Н	Довжина рукоятки, *l*, м	Ексцентри-ситет, *e*, мм	Матеріал деталі
1	50	0,15	3,0	сталь
2	60	0,16	3,0	сталь
3	70	0,16	3,5	сталь
4	80	0,17	3,5	сталь
5	90	0,18	4,0	сталь
6	100	0,20	4,0	сталь
7	120	0,20	4,5	сталь
8	130	0,21	4,5	сталь
9	140	0,22	5,0	сталь
10	150	0,22	5,0	сталь
11	160	0,23	5,5	сталь
12	170	0,24	5,5	сталь
13	180	0,24	6,0	сталь
14	190	0,25	6,0	сталь
15	200	0,25	6,0	сталь