

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття № 11
«Зварювання та наплавлення електроконтактне та тертям»
з дисципліни «Навчальний практикум» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма
«Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та
підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» заочної форми
навчання

Методичні вказівки до практичного заняття № 11 «Зварювання та наплавлення електроконтактне та тертям» з дисципліни «Навчальний практикум» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітня програма «Технології та устаткування зварювання» та «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» заочної форми навчання / Укл.: С.П. Бережний, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019. – 10 с.

Укладачі: С.П. Бережний, к.т.н., доцент
О.Є. Капустян, к.т.н.

Рецензент: Р.А. Куликовський, к.т.н., доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: С.П. Бережний

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 6 від 24.12.2019 р.

Рекомендовано до видання
на засіданні НМК ІФФ
Протокол № 5 від 27.01.2020

1 МЕТА РОБОТИ

Отримання практичних навиків виконання зварних з'єднань контактним зварюванням та наплавлення.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Точкове та шовне зварювання

Розміри ядра при точковому зварюванні залежно від товщини обирають орієнтовно $d=3S$, де S – товщина деталі. Глибина проплавлення згідно стандарту $h=(0,2-0,8)S$.

Час зварювання – це один з основних параметрів процесу зварювання. Залежить від типу режиму жорсткого чи м'якого. Непрямою характеристикою тривалості зварювання є температура поверхні деталі під електродом. При м'якому режимі поверхня прогрівається до $600-800^{\circ}\text{C}$ (точка починає світитися), при жорсткому - не більше ніж до 300°C .

Зварювальний струм – це виконавчий параметр, величина якого залежить від товщини виробу, обраної глибини проплавлення, коефіцієнту жорсткості режиму, теплопровідності, температури плавлення та питомого опору матеріалу, а також від термічного коефіцієнта корисної дії процесу. Визначають розрахунковим методом або за довідниковими даними (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Режими зварювання вуглецевих сталей

Товщина виробу, мм	Сила струму, кА	Час зварювання, с	Зусилля стискування, кН
0,8	6 -7	0,1 -0,14	2-2,5
1	7-8	0,12-0,6	2,5- 3
1,2	8 -9	0,14 - 0,18	3 - 4
1,5	9 - 10	0,16 - 0,22	4 - 5
2	10 - 11,5	0,18 - 0,24	6 - 7
3	11,5 - 14	0,24 - 0,3	9 - 10

Тиск на електроди (зусилля стискування) повинний бути таким,

щоб здійснити потрібну пластичну деформацію розігрітої ділянки металу. Як підсумок, у зоні зварювання створюється своєрідне ядро зварної точки. Для забезпечення електричного контакту достатній тиск на електроди 2 МПа. Для зближення деталей та подолання пружного опору стискання достатньо 30-60 МПа. Зусилля стискання більше ніж 60 МПа необхідно для здавлювання усадочної пухкості, газової пористості та видавлювання окисленого металу. Таке високе зусилля проковування прикладається в момент твердіння металу у місті зварювання.

При точковому зварюванні вуглецевих сталей можуть бути застосовані різні циклограми зусилля електроду і струму зварювання (рис. 2.1).

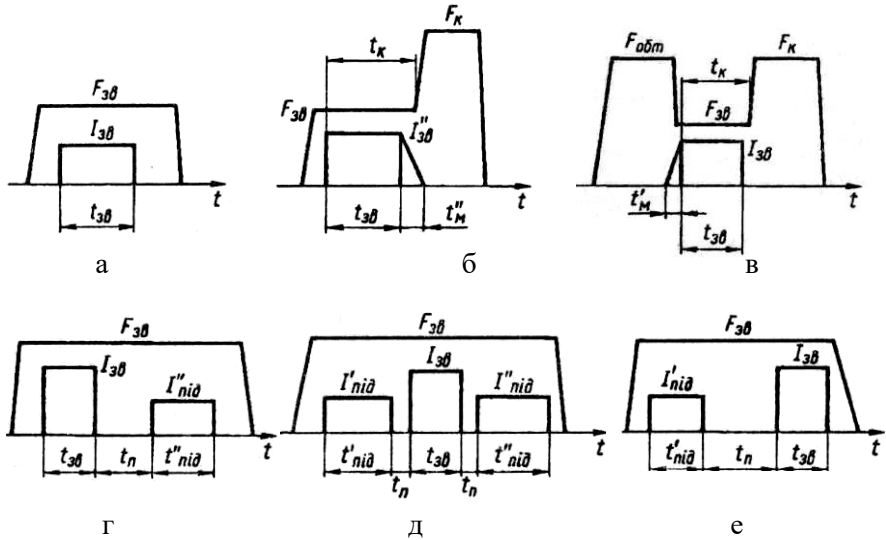
Шовне зварювання використовується для з'єднання листів малої товщини (до 2-3 мм).

При шовному зварюванні використовуються електроди у формі дисків (рис. 2.2), що підводять струм, передають зусилля зварювання і переміщують деталі з потрібною швидкістю внаслідок обертання навколо власної осі. З'єднання формуються у рідкій фазі безперервними або переривчастими швами з підведенням струму з обох чи одного боку деталей. Під час шовного зварювання частина вторинного струму машини шунтується - проходить повз зони розплавлення крізь точки, що виникли раніше, та ущільнювальний пас попереду ролика-електрода (рис. 2.2). Це явище є особливо помітним при зварюванні металів з низьким питомим опором.

При зварюванні металів з підвищеним питомим опором або під час зварювання на великих швидкостях частка вторинного струму, що шунтується, виявляється незначною.

Підготовку деталей до шовного зварювання виконують так, як при точковому. Більш жорсткі вимоги ставляться до очищення поверхонь деталей. Зварювання недостатньо чистих деталей супроводжується підвищеним шунтуванням, що знижує якість зварного з'єднання.

При складанні деталей під шовне зварювання не допускаються великі зазори, які спричиняють перегрівання, продавлювання і жолоблення деталей. Дуже щільне складання зумовлює шунтування струму.



$F_{зв}$ - зусилля зварювання; $F_к$ - зусилля кування; $F_{обт}$ - зусилля обтискування;
 $I_{зв}$ - струм зварювальний; $I'_{нід}$ $I''_{нід}$ - струм підігрівання; $t_{зв}$ - тривалість струму зварювання; $t'_{нід}$ - тривалість імпульсу струму підігрівання перед зварювальним струмом; $t''_{нід}$ - тривалість імпульсу струму після зварювального струму; t_n - тривалість паузи між імпульсами струму; $t'_м$ $t''_м$ - тривалість модулювання зварювального струму; $t_к$ - тривалість підвищення зусилля кування

а - з одиничним імпульсом струму та постійним тиском;

б - з одиничним модульованим імпульсом струму та тиском проковування;

в - з одиничним модульованим імпульсом струму та тиском обтискування та проковування;

г - з одиничним імпульсом струму, постійним тиском та імпульсом відпалу;

д - з одиничним імпульсом струму, постійним тиском та імпульсами підігріву та відпалу;

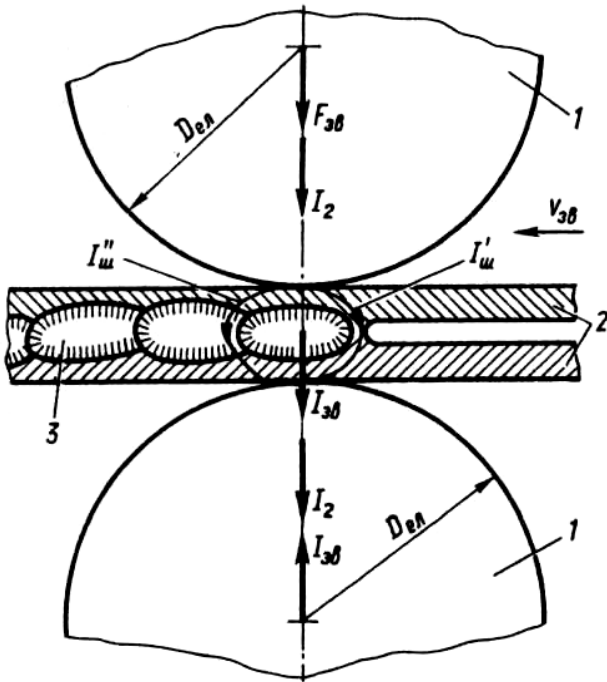
е - з одиничним імпульсом струму, постійним тиском та імпульсом підігріву.

Рисунок 2.1 – Типові циклограми при точковому зварюванні

Жолоблення деталей зменшують прихоплюванням. Крок між прихватками складає 80-150 мм, але для отримання герметичних швів крок між прихватками зменшують до 30-60 мм. Точки-прихватки мають бути без глибоких вм'ятин, не більше 15 % від товщини деталі та розташовуватися по осі майбутнього шва.

Прихоплювання виконують зварювальним струмом на 10-20 % меншим за струм під час точкового зварювання цього ж виробу. Не

допускаються зовнішні та внутрішні виплески. Виплески, що таки виникають на поверхнях прихваток, ретельно зачищають.

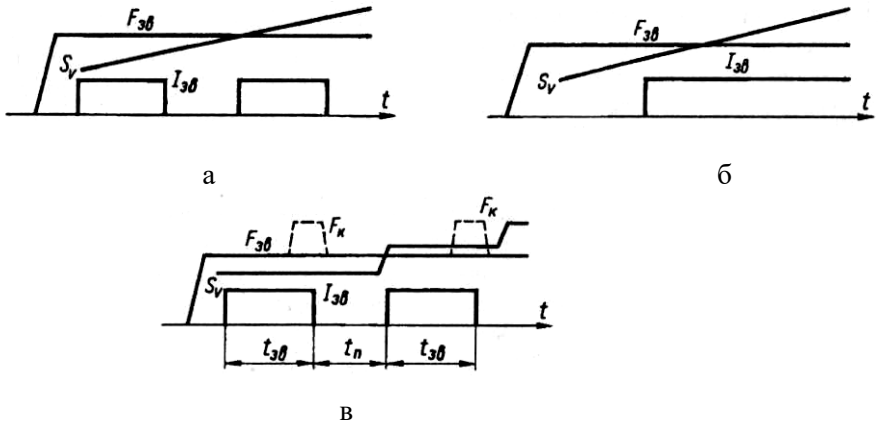


Дел - діаметр електродів; F - зусилля зварювання; $V_{зв}$ - швидкість зварювання; I_2 - струм вторинний; $I_{зв}$ - струм зварювальний; $I_{ш}$ - струм шунтування;
1 – електроди; 2 - деталі, що зварюють; 3 - з'єднання шовне

Рисунок 2.2 - Схема шовного зварювання

Параметрами режиму шовного зварювання є сила зварювального струму $I_{зв}$, тривалість проходження струму $t_{зв}$ та паузи $t_{п}$, зусилля стиску електродів $F_{зв}$, швидкість зварювання $V_{зв}$, рис. 2.3 та розміри електродів (табл. 2.2).

Силу зварювального струму вибирають залежно від товщини, фізико-механічних властивостей металу деталей та швидкості зварювання. У зв'язку з шунтуванням сила струму визначається на 15-25 % вище, ніж при точковому зварюванні



$F_{зв}$ - зусилля зварювання; $I_{зв}$ - струм зварювання; S_v - переміщення деталей; F_k - зусилля кування; $t_{зв}$, $t_{п}$ - тривалість зварювання та паузи
а - безперервна; б - циклічна; в - крокова;

Рисунок 2.3 - Циклограми шовного зварювання.

Таблиця 2.2 Параметри режимів шовного зварювання маловуглецевих сталей на однофазних машинах змінного струму

Товщина деталі, мм	Струм зварювальний, кА	Тривалість зварювання, с	Тривалість паузи, с	Зусилля зварювання, даН	Швидкість зварювання, м/хв
0,5	7-8	0,02-0,04	0,04-0,06	150-200	1,0-1,2
0,8	8,5-10	0,04-0,06	0,04-0,08	200-300	0,9-1,0
1,0	10,5-12	0,06-0,08	0,08-0,1	300-400	0,8-0,9
1,2	12-13	0,08-0,1	0,1-0,2	400-500	0,7-0,8
1,5	13-14,5	0,12-0,14	0,12-0,18	500-600	0,6-0,7
2,0	15,5-17	0,16-0,18	0,18-0,28	700-800	0,5-0,6
3,0	18-20	0,24-0,32	0,28-0,36	900-1000	0,4-0,5

2.2 Зварювання та наплавлення тертям

Схема зварювання та наплавлення тертям наведена на рис. 2.4.

При зварюванні тертям присадні матеріали не застосовуються. При наплавленні застосовують реліт, сормайт та інші матеріали.

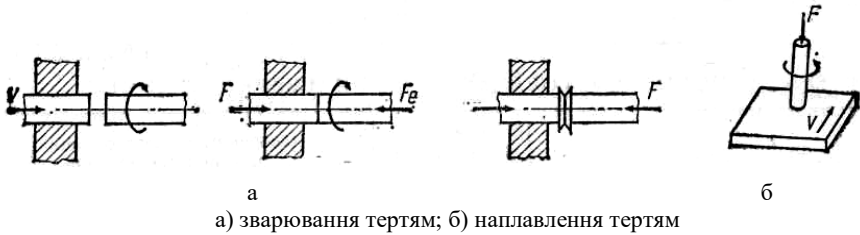


Рисунок 2.4 - Схема зварювання та наплавлення тертям.

Торцеві поверхні під зварювання готують запилюванням, токарною обробкою, різанням абразивним кругом та рубанням (із нерівністю торцевої поверхні менше 3^0 , або використовують деталі отримані обробкою тиском.

Після вибору, відпрацюванню режимів та при дотриманні їх, зварні з'єднання отримуються із високою якістю та повторністю механічних властивостей. За таких умов, контроль якості може бути зведений до контролю часу зварювання. У табл. 2.3 наведені режими зварювання тертям деталей із низьковуглецевої сталі діаметром 30 мм.

Таблиця 2.3 - Параметри режимів зварювання тертям.

Форма стику	Тиск, МПа під час		Тривалість нагріву t , с	Осадка, мм	n , хв ⁻¹
	нагрівання	зварювання			
	30	60	5	5	1000

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

- 1 Назвіть основні параметри контактного точкового зварювання.
- 2 Які циклограми застосовуються при точковому зварюванні?
- 3 Як обирають силу струму при шовному зварюванні?
- 4 Як готують поверхні при зварюванні тертям?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Сталеві пластини товщиною 1 – 1,5 мм.
2. Сталеві прутки Ø 8-15 мм.
3. Захисні окуляри, брезентові рукавиці.
4. Машини для зварювання МТ1816, МШЗ201, МСТ-2.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1 До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.

2 Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.

3 Забороняється проводити роботу без захисного одягу. Нагляд за проходженням процесу здійснювати тільки через захисні окуляри.

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

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

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

Вправа 1. Контактне точкове зварювання.

Ознайомитись із конструкцією машини МТ1816.

Установити 3 ступінь на трансформаторі. Виставити мінімальний час зварювання та кут відкриття тиристорів на РЦЗ.

Встановити тиск повітря на манометрі 5 МПа.

Виконати зварювання пластин товщиною 1 мм.

Дати оцінку зварного з'єднання.

Збільшити час зварювання та кут відкриття тиристорів.

Виконати зварювання пластин. Скоректувати режими кутом відкриття тиристорів. Виконати зварювання пластин. За необхідністю установити 4 ступінь на трансформаторі. Виконати зварювання пластин. Дати оцінку зварного з'єднання.

Вправа 2. Шовне зварювання

Ознайомитись із конструкцією машини шовного зварювання МШЗ201.

Виконати за допомогою викладача шовне зварювання. Дати оцінку зварного з'єднання.

Вправа 3. Виконати зварювання тертям.

Ознайомитись із конструкцією машини зварювання тертям МСТ-2.

Встановити зразки $\varnothing$ 6-10 мм у патрони і надійно зафіксувати їх.

Виконати зварювання зразків тертям. Дати оцінку зварного з'єднання.

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити схеми процесу зварювання та схеми наплавлення. Схематичне зображення отриманих з'єднань.

8 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Серенко О.М., Роянов В.О. Зварювання. Вступ до спеціальності: Підручник. - Маріуполь: ПДТУ, 2008.– 260 с.

2. Биковський О. Г. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання. Навч. посіб. / О.Г. Биковський, Д. М. Лутов, І. В. Пінковський - К Техніка, 2001.-240 с.

3. Пінковський І. В., Биковський О. Г. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання: Довідковий посібник. - Запоріжжя: РВП «Видавець», 1997 - 224 с.

4. Сергеев Н. П. Справочник молодого сварщика на контактных машинах. — 2-е изд., - М.: Высш. шк., 1984. - 159 с.