

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт

**з навчальної дисципліни «Основи технологій отримання нероз'ємних
з'єднань тиском»**

для студентів денної та заочної форм навчання

зі спеціальності G8 «Матеріалознавство»

Затверджено
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 19.02.2026 р.

Харків
НТУ «ХП»

2026

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Основи технологій отримання нероз'ємних з'єднань тиском» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності G8 «Матеріалознавство» / уклад.: І. В. Касьяненко, В. В. Дмитрик, С. О. Губський – Харків : НТУ «ХПІ», 2026. – 19 с.

Укладачі: І. В. Касьяненко

В. В. Дмитрик

С. О. Губський

Рецензент А. В. Гайдамака

Кафедра «Комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском»

ВСТУП

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни **«Основи технологій отримання нероз'ємних з'єднань тиском»** містять чотири практичні роботи та призначені для студентів спеціальності **G8 «Матеріалознавство»** освітньої програми **«Прикладне матеріалознавство та новітні технології»** першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання закладів вищої освіти.

У процесі вивчення навчальної дисципліни студенти набувають теоретичних знань і практичних навичок, необхідних для застосування технологій зварювання тиском при з'єднанні конструкційних матеріалів. Дисципліна спрямована на формування вмінь ефективно використовувати сучасні зварювальні технології для отримання якісних нероз'ємних з'єднань, а також на опанування напрямів вдосконалення існуючих (штатних) технологічних процесів.

Кожна практична робота містить перелік необхідних матеріалів, стислий виклад теоретичних відомостей і методів дослідження, а також детальний порядок виконання, який сприяє правильному та усвідомленому виконанню практичної частини роботи і формуванню обґрунтованих висновків.

Метою методичних вказівок для виконання практичних робіт з дисципліни **«Основи технологій отримання нероз'ємних з'єднань тиском»** є забезпечення засвоєння студентами знань стосовно використання технологій зварювання тиском і отримання якісних нероз'ємних з'єднань із конструкційних матеріалів.

Практична робота 1

Вивчення технології точкового зварювання тиском вуглецевих конструкційних сталей (Сталі марок Ст3 і Ст10)

1.1. Мета роботи

Метою практичної роботи є вивчення технологічних особливостей процесу точкового зварювання тиском, дослідження впливу параметрів режиму зварювання на якість зварних з'єднань, а також набуття практичних навичок виконання точкового зварювання вуглецевих конструкційних сталей марок Ст3 і Ст10.

1.2. Основні положення

Точкове зварювання тиском є різновидом контактного зварювання, при якому локальний нагрів у зоні контакту досягається проходженням електричного струму великої сили при одночасному стисканні деталей електродами. Зварна точка формується внаслідок пластичної деформації та кристалізації розплавленого ядра.

Характеристика сталі. Сталі марок Ст3 і Ст10 – вуглецеві конструкційні сталі з доброю зварюваністю, яка зумовлена низьким вмістом вуглецю. Підвищення вмісту вуглецю (сталь марки Ст10) може вимагати коригування режимів для запобігання перегріву та виплесків металу.

Основні параметри режиму:

- зварювальний струм I , (А);
- тривалість імпульсу струму t , (сек);
- зусилля стискання електродів F , (МПа);
- діаметр і форма робочої поверхні електродів d , (мм).

Типові дефекти: непровар, виплески металу, пропалювання, тріщини, відбитки електродів.

1.3. Обладнання та матеріали

- машина для точкового контактного зварювання;
- електроди з мідного сплаву;
- листові зразки зі сталі марок Ст3 і Ст10;
- вимірювальні інструменти (штангенциркуль, лупа);
- засоби індивідуального захисту.

1.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.

2. Оформлений звіт стосовно виконаної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються додаткові питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоєння. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.

3. Звіт повинен містити:

- а) назву роботи;
- б) мету роботи;
- в) коротку інформацію відносно виконання теоретичної і практичної частин роботи;
- г) відповіді на питання для самоперевірки;
- д) висновки стосовно виконаної роботи.

1.5. Питання для самоперевірки

1. У чому полягає суть точкового зварювання тиском?

2. Як параметри режиму зварювання впливають на розміри литого ядра?
3. Як хімічний склад сталі впливає на зварюваність?
4. Які дефекти характерні для точкового зварювання та причини їх утворення?
5. Які вимоги пред'являються до електродів?

1.6. Додаткові питання

1. Що характеризує собою циклограма роботи точкової машини для контактного зварювання?
2. Як виконується блокування механізму включення струму з механізмом стискування?
3. Що являє собою зовнішня характеристика контактної машини?
4. Як будується зовнішня характеристика машин для контактного зварювання?
5. Як визначається опір зварних виробів при стиковому зварюванні оплавленням і опором?
6. Що являє собою номінальна потужність контактної машини?
7. Як виконують підготовку поверхні заготовок під точкове зварювання?
8. Як розраховується і вимірюється сила струму при контактному точковому зварюванні?
9. Як визначається тиск на електродах при використанні пневмосистеми стискування?
10. Наведіть вплив розміру і форми робочої поверхні електрода на міцність зварного з'єднання, отриманого точковим зварюванням.

Рекомендована література: [1-6].

Практична робота 2

Вивчення технології зварювання тиском низьколегованих конструкційних сталей (12Х1МФ)

2.1. Мета роботи

Вивчити фізичні та металургійні основи зварювання тиском низьколегованих конструкційних сталей; дослідити вплив параметрів режиму на формування зварного з'єднання; набути практичні навички виконання зварювання тиском сталі 12Х1МФ та оцінювання якості отриманих з'єднань.

2.2. Основні положення

Зварювання тиском забезпечує утворення нероз'ємних з'єднань внаслідок пластичної деформації поверхневих ділянок заготовок при високій температурі і дії зовнішнього зусилля. Для низьколегованих сталей важливу роль відіграє контроль температурного режиму та ступеня деформації.

Характеристика сталі. Сталь 12Х1МФ належить до теплостійких низьколегованих сталей, легуваних хромом, молібденом і ванадієм. Вона характеризується відносно високою міцністю та теплостійкістю, що зумовлює підвищені вимоги до режимів зварювання тиском та необхідність запобігання утворенню крихких структур.

Основні параметри процесу:

- температура нагріву зварюваних поверхонь;
- зусилля стискання (деформації);
- тривалість нагріву та деформації;
- стан поверхонь зварюваних деталей.

Типові дефекти: непровар, розшарування, утворення оксидних плівок у зоні контакту, тріщини в зоні з'єднання.

2.3. Обладнання та матеріали

- установка для зварювання тиском (стикове, контактне або дифузійне зварювання);
- нагрівальне обладнання (індукційний або електричний нагрів);
- зразки зі сталі 12Х1МФ;
- вимірювальні інструменти;
- засоби індивідуального захисту.

2.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.

2. Оформлений звіт стосовно виконаної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються додаткові питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоєння. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.

3. Звіт повинен містити:

- а) назву роботи;
- б) мету роботи;
- в) коротку інформацію відносно виконання теоретичної і практичної частин роботи;
- г) відповіді на питання для самоперевірки;
- д) висновки стосовно виконаної роботи.

2.5. Питання для самоперевірки

1. Наведіть особливості зварювання тиском низьколегованих сталей.
2. Як легувальні елементи впливають на зварюваність сталі 12Х1МФ?
3. Які параметри є визначальними для формування якісного з'єднання?
4. Наведіть дефекти зварних з'єднань, що утворилися при зварюванні тиском і причини їх утворення.
5. У яких галузях промисловості застосовується сталь 12Х1МФ?

2.6. Додаткові питання

1. Вкажіть як влаштований трансформатор для стикового зварювання?
2. Які складові входять до циклу точкового зварювання?
3. Назвіть параметри режиму точкового зварювання.
4. Як попередити виплескування розплавленого металу із зварювального ядра?
5. Яка мета проковування у циклі зварювання?
6. Наведіть окремі вузли пневматичної схеми машини для контактного зварювання.
7. У яких межах можна регулювати час зварювання з допомогою регулятора циклу зварювання?
8. Яке призначення «м'якого» і «жорсткого» режимів зварювання?
9. Як забезпечується охолодження робочої ділянки електроду при контактному точковому зварюванні?
10. Як виконується регулювання робочого переміщення електроду в точкових машинах контактного зварювання?

Рекомендована література: [1-6].

Практична робота 3

Вивчення технології зварювання тиском середньолегованих конструкційних сталей (25X2НМФА)

3.1. Мета роботи

Вивчити технологічні та металургійні особливості зварювання тиском середньолегованих конструкційних сталей; дослідити вплив параметрів режиму зварювання на формування зварного з'єднання; набуття практичних навичок виконання зварювання тиском заготовок зі сталі 25X2НМФА і оцінювання якості отриманих з'єднань.

3.2. Основні положення

Зварювання тиском здійснюється шляхом нагріву зварюваних поверхонь до температур пластичного стану або до температур близьких до плавлення з наступною потужною деформацією. Для середньолегованих сталей вирішальним є контроль температурного циклу та швидкості охолодження.

Характеристика сталі. Сталь 25X2НМФА є середньолегованою конструкційною сталлю, легованою хромом, нікелем, молібденом і ванадієм. Вона відзначається високою міцністю, прогартованістю та схильністю до утворення загартованих структур, що знижує її зварюваність і потребує ретельного вибору режимів зварювання та застосування термічної обробки.

Основні параметри процесу:

- температура нагріву зварюваних поверхонь T , ($^{\circ}\text{C}$);
- зусилля та ступінь пластичної деформації (МПа);
- тривалість процесу t , (сек);
- швидкість охолодження та післязварювальна термічна обробка.

Типові дефекти: тріщини загартування, непровари, оксидні включення, зниження пластичності зони зварювання.

3.3. Обладнання та матеріали

- установка для зварювання тиском (контактне, дифузійне або ковальське зварювання);
- нагрівальне обладнання (індукційний або електричний нагрів);
- зразки зі сталі 25Х2НМФА;
- вимірювальні прилади;
- засоби індивідуального захисту.

3.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.

2. Оформлений звіт стосовно виконаної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються додаткові питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоєння. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.

3. Звіт повинен містити:

- а) назву роботи;
- б) мету роботи;
- в) коротку інформацію відносно виконання теоретичної і практичної частин роботи;
- г) відповіді на питання для самоперевірки;
- д) висновки стосовно виконаної роботи.

3.5. Питання для самоперевірки

1. Чому середньолеговані сталі мають обмежену зварюваність?
2. Яку роль відіграють легувальні елементи у сталі 25Х2НМФА?
3. Назвіть параметри режиму контактного зварювання?
4. Які дефекти характерні для зварювання тиском сталі 25Х2НМФА?
5. У яких галузях застосовується сталь 25Х2НМФА?

3.6. Додаткові питання

1. Наведіть основні вузли машини для роликового зварювання.
2. Наведіть параметри режиму роликового зварювання.
3. Яка будова поверхні струмопроводів роликового зварювання?
4. В яких межах виконують регулювання швидкості роликового зварювання?
5. Яке призначення і яка будова приладів для перевірки струму?
6. Яка будова машин для роликового зварювання?
7. Який порядок роботи механізмів машини для роликового зварювання?
8. Який тип зварних з'єднань забезпечує використання машин для роликового зварювання?
9. Чим викликана необхідність використання при точковому зварюванні регуляторів часу?
10. Наведіть послідовність операцій зварювального циклу при точковому контактному зварюванні.

Рекомендована література: [1-6].

Практична робота 4

Вивчення технології зварювання тиском високолегованих конструкційних сталей (10X18H12T)

4.1. Мета роботи

Вивчити технологічні та металургійні особливості зварювання тиском високолегованих конструкційних сталей; дослідити вплив параметрів режиму зварювання на формування зварного з'єднання; набути практичні навички стосовно зварювання тиском аустенітної корозійностійкої сталі 10X18H12T та оцінювання якості отриманих з'єднань.

4.2. Основні положення

Зварювання тиском здійснюється шляхом нагріву поверхневих ділянок заготовок до пластичного стану з наступною деформацією. Для високолегованих сталей важливе значення має чистота поверхонь та запобігання утворенню оксидних плівок.

Характеристика сталі. Сталь 10X18H12T є високолегованою аустенітною корозійностійкою сталлю, легованою хромом і нікелем та стабілізованою титаном. Вона характеризується високою пластичністю, корозійною стійкістю та відсутністю схильності до загартування, що сприяє добрій зварюваності але потребує ретельної підготовки робочих поверхонь.

Основні параметри процесу:

- температура нагріву T , ($^{\circ}\text{C}$);
- зусилля та ступінь пластичної деформації (МПа);
- тривалість процесу t , (сек);
- стан і чистота контактних поверхонь.

Типові дефекти: оксидні включення в зоні з'єднання, непровар, зниження корозійної стійкості у зоні зварювання.

4.3. Обладнання та матеріали

- установка для зварювання тиском (контактне або дифузійне зварювання);
- нагрівальне обладнання;
- зразки зі сталі 10X18H12T;
- вимірювальні інструменти;
- засоби індивідуального захисту.

4.4. Порядок виконання роботи

1. В журналі для практичних робіт записують назву та мету роботи, а також в стислому вигляді наводять її матеріал.

2. Оформлений звіт стосовно виконаної роботи студент подає на підпис викладачеві. За матеріалами звіту надаються додаткові питання з метою закріплення студентом набутих знань, а також виявлення рівня їх засвоєння. Відповідно за виконану роботу виставляються оцінки.

3. Звіт повинен містити:

- а) назву роботи;
- б) мету роботи;
- в) коротку інформацію відносно виконання теоретичної і практичної частин роботи;
- г) відповіді на питання для самоперевірки;
- д) висновки стосовно виконаної роботи.

4.5. Питання для самоперевірки

1. Як особливості структури аустенітних сталей впливають на їх зварюваність?
2. Яку роль відіграє титан у сталі 10X18H12T?
3. Чому важливою особливістю є чистота поверхонь заготовок задіяних при зварюванні тиском?
4. Які дефекти характерні для зварювання тиском високолегованих сталей?
5. У яких умовах експлуатації застосовується сталь 10X18H12T?

4.6. Додаткові питання

1. Назвіть основні методи стикового зварювання.
2. Наведіть послідовність виконання процесу зварювання опором.
3. Наведіть основні параметри режиму стосовно зварювання оплавленням.
4. Назвіть вимоги до підготовки поверхні заготовки при зварюванні опором.
5. Як розподіляється температура у зоні нагрівання при зварюванні опором?
6. Як розподіляється температура у зоні нагрівання при стиковому зварюванні оплавленням?
7. Назвіть основні параметри режиму стикового зварювання опором.
8. Як впливають параметри режиму зварювання опором на якість зварних з'єднань?
9. Наведіть основні вузли машин для стикового контактного зварювання.
10. Які дефекти можуть утворюватися у зварних з'єднаннях, отриманих шляхом контактного зварювання опором і оплавленням?

Рекомендована література: [1-6].

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Лобанов Л. М., Демченко Ю. В., Маковецька О. К. Термінологічний словник зі зварювання та споріднених технологій. Київ : Академперіодика, 2022. 320 с. ISBN 978-966-360-474-9.
2. Биковський О. Г., Лутов Д. М., Пінковський І. В. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання : підручник. Київ, 2015. 256 с.
3. Kimchi M., Phillips D. H. Resistance Spot Welding: Fundamentals and Applications for the Automotive Industry. Cham: Springer, 2023. 182 p. ISBN 978-3-031-25782-7.
4. Бугаєнко Б. В., Тубальцев А. М., Бутурля Є. А. Технології та устаткування зварювання тиском: навч. посіб. – Миколаїв : НУК, 2015. – 256 с.
5. Zhang H. Resistance Welding: Fundamentals and Applications. Boca Raton: CRC Press, 2001. 280 p. ISBN 0-8493-2346-0.
6. Наливайко В. М., Василенко Ф. І., Черновол М. І. Обладнання для контактного зварювання, наварювання та припикання: навч. посіб. – Кіровоград: КНТУ, 2008. – 180 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Практична робота 1. Вивчення технології точкового зварювання тиском вуглецевих конструкційних сталей (Сталі марок Ст3 і Ст10)	4
1.1. Мета роботи	4
1.2. Основні положення	5
1.3. Обладнання та матеріали.....	5
1.4. Порядок виконання роботи	5
1.5. Питання для самоперевірки.....	5
1.6. Додаткові питання.....	6
Практична робота 2. Вивчення технології зварювання тиском низьколегованих конструкційних сталей (12X1МФ)	7
2.1. Мета роботи	7
2.2. Основні положення	7
2.3. Обладнання та матеріали	8
2.4. Порядок виконання роботи	8
2.5. Питання для самоперевірки.....	9
2.6. Додаткові питання.....	9
Практична робота 3. Вивчення технології зварювання тиском середньолегованих конструкційних сталей (25X2НМФА)	10
3.1. Мета роботи	10
3.2. Основні положення	10
3.3. Обладнання та матеріали	11
3.4. Порядок виконання роботи	11
3.5. Питання для самоперевірки.....	12
3.6. Додаткові питання.....	12
Практична робота 4. Вивчення технології зварювання тиском	

високолегованих конструкційних сталей (10X18H12T)	13
4.1. Мета роботи	13
4.2. Основні положення	13
4.3. Обладнання та матеріали	14
4.4. Порядок виконання роботи	14
4.5. Питання для самоперевірки.....	15
4.6. Додаткові питання.....	15
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	16

Навчальне видання

Методичні вказівки

до виконання практичних робіт

з навчальної дисципліни «Основи технологій отримання нероз'ємних
з'єднань тиском»

для студентів денної та заочної форм навчання
зі спеціальності G8 «Матеріалознавство»

Укладачі:

КАСЬЯНЕНКО Ігор Вікторович

ДМИТРИК Віталій Володимирович

ГУБСЬКИЙ Сергій Олександрович

Відповідальний за випуск Касьяненко І.В.

Роботу до видання рекомендувала проф. Пономаренко О.І.

В авторській редакції

План 2026 р., поз. 227

Підп. до друку 2026 р. Гарнітура Times New Roman. Ум. друк. арк. 1

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.

61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

Електронне видання