

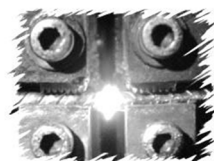
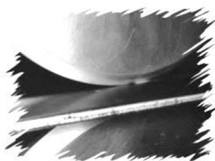
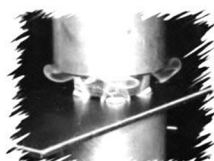
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 3

**ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ, ПРИНЦИПУ ДІЇ ТА
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ
МАШИНИ МСТ-2 ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРТЯМ**

з дисципліни
«Спеціальні методи зварювання тиском»
для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка»
освітньої програми
«Технології та устаткування зварювання»
всіх форм навчання



Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 3
«Вивчення конструкції, принципу дії та дослідження технологічних
можливостей машини МСТ-2 для зварювання тертям» з дисципліни
«Спеціальні методи зварювання тиском» для студентів спеціальності
131 «Прикладна механіка» освітньої програми «Технології та
устаткування зварювання» всіх форм навчання / Укл.:
Куликовський Р.А., Капустян О.Є. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 14 с.

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

О.Є. Капустян, ст. викл.

Рецензент: М.Ю. Осіпов, доцент, к.т.н.

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний

за випуск: Р.А. Куликовський

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 4
від 25.10.2018 р.

Рекомендовано до видання
НМК Інженерно-фізичного
факультету
Протокол № 3
від 20.11.2018 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	4
2.1 Сутність зварювання тертям.....	4
2.2 Призначення, технічні характеристики та опис машини МСТ-2.....	5
2.3 Послідовність налаштування та порядок роботи на машині МСТ-2.....	11
3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	12
4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ...	12
5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	13
6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ.....	13
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	13
8 ЗМІСТ ЗВІТУ.....	14
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	14

1 МЕТА РОБОТИ

Метою роботи є дослідження впливу основних параметрів режиму зварювання тертям на якість з'єднань та вивчення конструктивних особливостей, принципу дії, технологічних можливостей машини МСТ-2 для зварювання тертям.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

2.1 Сутність зварювання тертям

Конвекційне зварювання тертям – різновид зварювання тертям, при якому механічна енергія, яка постійно поступає від джерела, безпосередньо перетворюється у теплову в тонких приповерхневих шарах металу поверхонь сполучених з'єднуваних заготовок.

При зварюванні цим способом дві деталі співвісно встановлюють у затискачах зварювальної машини рис. 2.1. Одна з них нерухома, іншій надають обертальний рух з кутовою швидкістю шпинделя ω . Після чого деталі зближують та докладають до них осьове зусилля нагріву F_n . На сполучених торцях деталей виникають сили (момент) тертя. Робота, яка витрачається на їх подолання, при відносному обертанні зварюваних заготовок перетворюється в теплоту, це викликає локальний нагрів невеликих об'ємів металу стику.

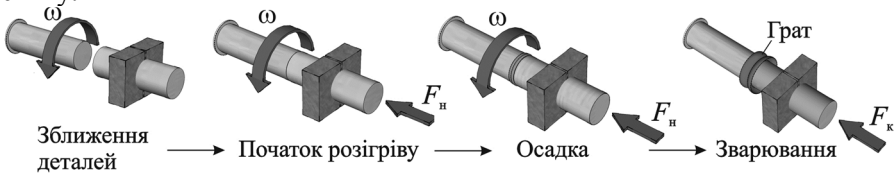


Рисунок 2.1 - Етапи конвекційного зварювання тертям

В початковий момент процесу тертя руйнуються різні забруднення та нерівності на контактуючих поверхнях. Нагрітий метал, який стає пластичним в процесі тертя, витискується зі стику в радіальних напрямках під дією осьового зусилля у вигляді ґрат разом з залишками окисних плівок, які покривали торцеві поверхні

з'єднуваних деталей до початку зварювання. Відбувається осад – зближення деталей. Стадію нагріву регламентують або часом нагріву t_n , або спільною деформацією зварюваних деталей Δ_d .

Процес нагріву завершується миттєвим припиненням відносного обертання зварюваних деталей. В цей момент у зіткнення залучаються чисті (ювенільні) та активовані поверхні заготовок – відбувається їх зварювання. Для отримання міцного з'єднання цей метал піддають дії додаткового осьового зусилля F_k - куванню, значення якого може бути тим самим як і при нагріві, або збільшеним.

2.2 Призначення, технічні характеристики та опис машини МСТ-2

Спеціалізована машина для зварювання тертям МСТ-2 (табл.2.1) призначена для зварювання круглих заготовок з різних видів сталей, кольорових металів і сплавів в дрібносерійному і масовому виробництвах.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики машини МСТ-2

Найменування параметра	Значення або характеристика
Напруга живлення (трифазна), В	380
Тип приводу обертання	Асинхронний двигун
Потужність машини, кВт	10
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	1430
Тип приводу тиску	Пневматичний
Тиск повітря в мережі живлення, МПа	5
Осьове зусилля, Н:	
максимальне	45000
мінімальне	500
Регулювання зусилля	Плавне
Тип затискачів деталей, що зварюються	Патрони
Діаметр зварюваних деталей, мм:	
сталь Р9 або Р18 + сталь 45	10...20
низьковуглецева сталь	10...25
Номінальна продуктивність машини, зв./г	75
Час зварювання, с	1...12
Габаритні розміри, мм	1700×700×1350
Маса машини, кг	900

Машина МСТ-2 (рис. 2.2) має такі основні вузли:

- обертальна повідня, яка складається з передньої бабки 6 зі шпинделем, який обертається в шарикопідшипниках і несе патрон для закріплення однієї з деталей, що підлягають зварюванню; клинопасової передачі 3 і двигуна 2;
- головний робочий циліндр 7, який забезпечує задане осьове зусилля разом зі штоком, на кінці якого встановлений патрон для закріплення другої деталі, яка не обертається.
- механізм контролю осаду у вигляді коромисла (процес регламентується за величиною аксіальної складової пластичної деформації деталей, які зварюються).

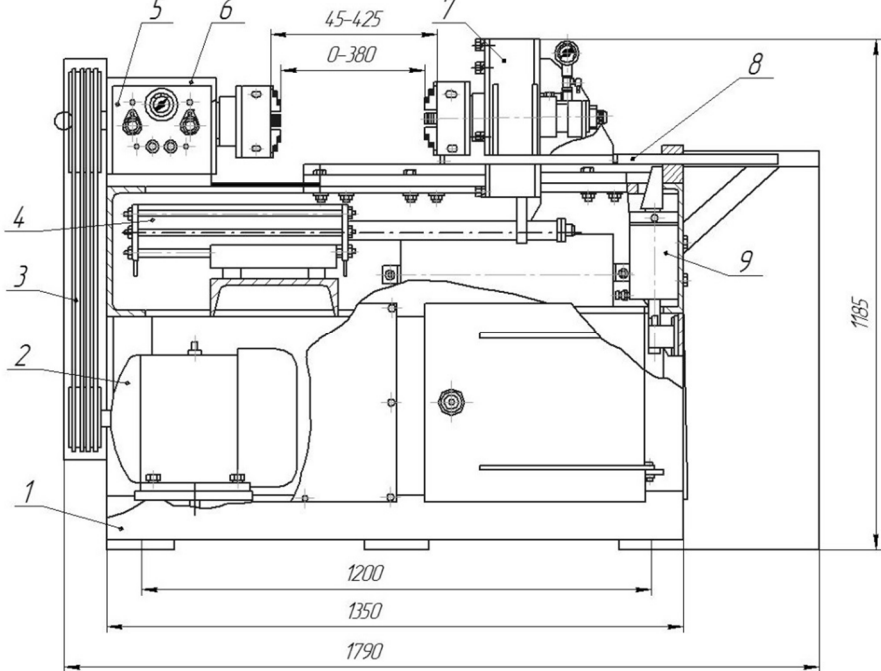


Рисунок 2.2 – Схема машини для зварювання тертям МСТ-2

Машина забезпечена трикулачковими патронами ($\varnothing 165$ мм), що дозволяє швидко переходити від зварювання заготовок одного діаметру до іншого.

Машина оснащена допоміжними пристроями: супортом 8, циліндром 4 переміщення супорта (штовхачем); противідкатними пристроями супорта 9; пультом управління 5, на якому розміщені манометр, сигнальні лампи, кнопки «Пуск» і «Стоп».

Всі основні і допоміжні вузли і механізми машини змонтовані на зварній станині та об'єднані спільними електричними (рис. 2.3) та пневматичними(рис. 2.4) схемами.

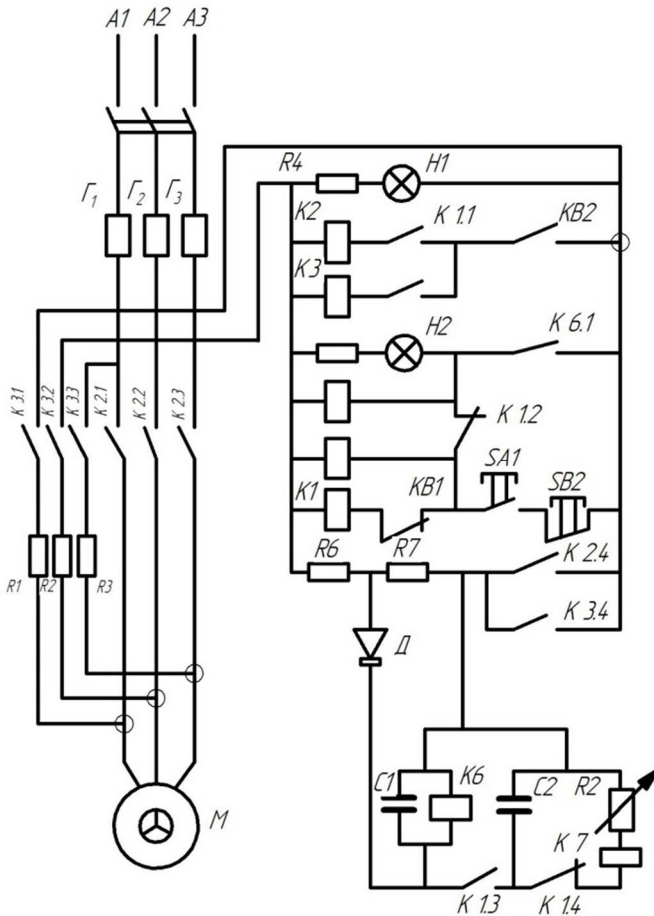
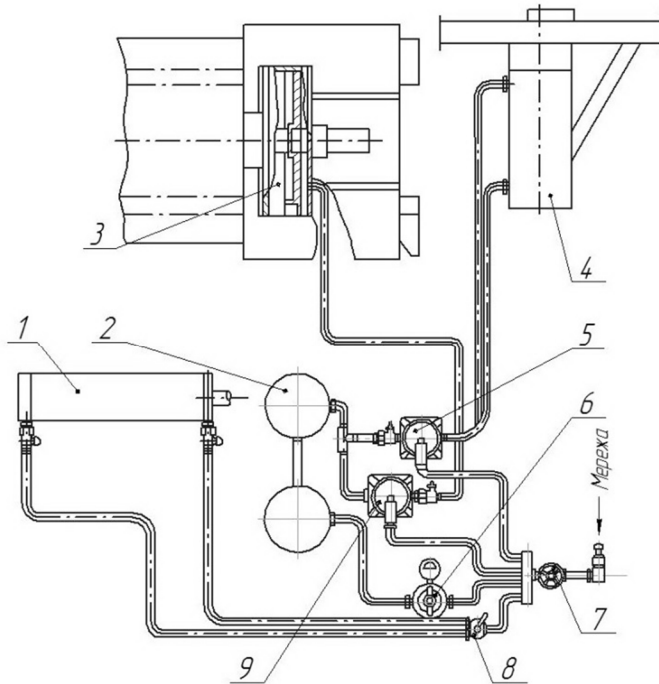


Рисунок 2.3 – Електрична схема машини МСТ-2



1 – штовхач; 2 – ресивери; 3 – робочий циліндр; 4 – циліндр клинового стопора; 5 – електромагнітний пневматичний клапан «ЕПК-II»; 6 – редуктор; 7 – вентиль; 8 – триходовий клапан; 9 – електромагнітний пневматичний клапан «ЕПК-I»

Рисунок 2.4 – Пневматична схема машини МСТ-2

Необхідна послідовність операцій безпосередньо циклу зварювання забезпечується відповідно механічним та електричним блокуванням механізмів машини та елементів схеми управління.

З можливих варіантів швидкого припинення відносного обертання зварюваних деталей, обраний (як найбільш простий та ефективний) спосіб гальмування, шляхом короткочасного реверсування двигуна М. Для цієї мети на машині встановлений реверсивний пускач В - Н (рис. 2.3). Витримка часу реверсування, яка відповідає тривалості «вибігання» двигуна, визначається величиною настроювального опору R2, на який розряджається конденсатор С2.

Для обмеження струму в обмотках двигуна під час реверсування в схему його живлення введені навантажувальні опори R1, R2 і R3.

Робота машини МСТ-2 відбувається наступним чином. За манометром встановлюється задана величина осьового зусилля (тиску в робочому циліндрі), за шкалою механізму контролю осаду - потрібна величина осаду. Поворотом ручки пакетного вимикача на машину подається живлення.

У патронах затискаються зварювані деталі. Після повороту рукоятки триходового крана, повітря надходить в камеру циліндра штовхача, і супорт переміщується до зіткнення торців деталей. Команда на початок процесу подається натисканням кнопки SA1 («Пуск») вмикається реле K1, яке своїми контактами K1.1 підготовляє до роботи мережі двигуна Мта замикає ланцюг С1-K1 (контакт K1.3) затримки подачі тиску повітря у головний циліндр крізь клапан ЕПК-I. При цьому спрацьовує електропневматичний клапан ЕПК-II (рис. 2.4), який керує пневмоцилиндром стопорного пристрою (рис. 2.5).

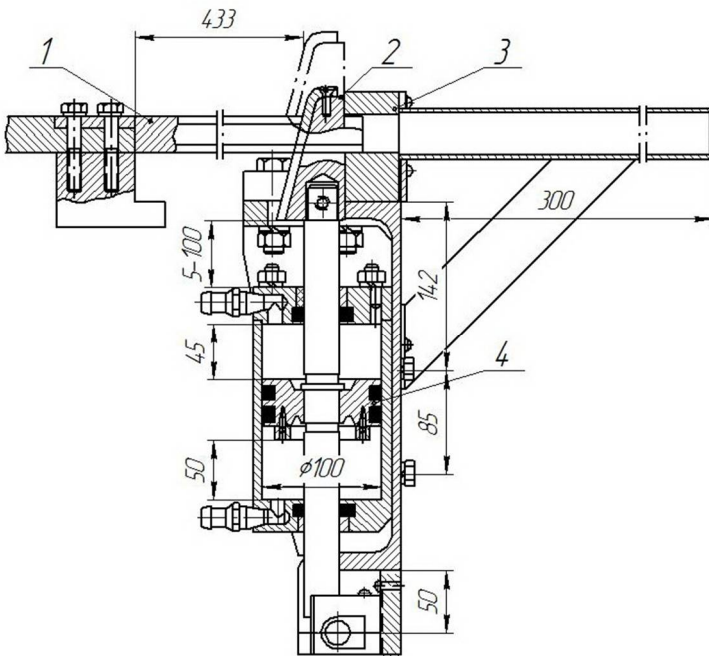


Рисунок 2.5 – Стопорний пристрій машини МСТ-2

Цей пристрій призначений для «замикання» супорта в передньому положенні, перешкоджаючи відкочуванню супорта назад.

Противідкочувальний (стопорний) пристрій має клин 2, який, будучи піднятий в верхнє положення поршнем циліндра 4, заповнює простір між кромкою упору 1 супорта і колодкою 3, жорстко закріпленої на станині машини, на яку клин спирається, своєю тильною стороною.

Завдяки тому, що клин замикає супорт в тому місці, де його застала команда, на машині без зміни упорів може проводитися зварювання деталей, сумарна довжина вільних кінців яких коливається в межах, до 15 мм. При підйомі клину спрацьовує кінцевий вимикач KB2 (рис. 2.3), який дає команду на ввімкнення двигуна (починають працювати коло живлення котушки K2 і контакти K2.1, K2.2, K2.3 - спрацьовує секція Н реверсивного пускача) і подачу повітря в робочий циліндр (спрацьовує електропневматичний клапан ЕПК-І, який живиться через реле K6 з контактами K6.1, які замикаються через деякий час, поки зарядиться конденсатор С1). Внаслідок цього, одна з деталей приводиться в обертання, та починається процес нагріву тертям зварюваних деталей, при поступово наростаючому зусиллі робочого циліндра (вхід в циліндр задросельовано для полегшення пускового періоду двигуна).

У процесі зварювання поршень головного циліндру переміщується вперед, компенсуючи пластичну деформацію металу деталей. Коли величина аксіальної складової пластичної деформації досягне значення, заданого попереднім налаштуванням механізму контролю осаду, кінцевий вимикач цього механізму KB1 (рис. 2.3) дасть команду на:

- зупинку двигуна – контакт KB1;
- перемикання двигуна на реверс – подача живлення на котушку K3 і замикання контактів K3.1, K3.2, K3.3;
- початок відліку витримки часу реверсу (мережа K7-R2-C2);
- початок відліку витримки часу затримки тиску в головному циліндрі (ланцюжок R2-C2).

При цьому відбудеться різке гальмування приводу обертання (тривалість 0,04...0,06 с), після чого спрацьовуванням реле K6 витримки часу через 0,5...1 с подається команда на спорожнення головного циліндра машини, а також на перемикання циліндра стопорного пристрою.

Після закінчення процесу зварювальник звільняє затиснуту в патронах зварену деталь і відводить супорт в крайнє праве положення до упору.

Натисканням аварійної кнопки SB1 («Стоп») зварювальний цикл може бути припинений в будь-який момент,

При зміні довжини зварюваних заготовок слід змінювати заставні упори. Довжина упорів підбирається таким чином, щоб виступаючі з патронів вільні кінці зварюваних деталей становили 0,75...1,0 їх діаметру.

Слід зазначити, що надійна фіксація супорта на час зварювання здійснюється лише за умови, якщо тиск в робочому циліндрі не менше 1 МПа, що відповідає нижній межі зусилля - 900 кг.

Машину типу МСТ-2 можна використовувати для зварювання стержнів з низьковуглецевої сталі діаметром до 15 мм (тиск в робочому циліндрі менше 1 МПа); для цього в пневматичну схему її введений додатковий електропневматичний клапан, що знімає тиск в правій камері циліндра штовхача, а отже, і зусилля, що викликає переміщення супорта на час процесу зварювання.

Котушка клапана під'єднана до двох фаз електродвигуна.

2.3 Послідовність налаштування та порядок роботи на машині МСТ-2

Перед пуском в роботу машини МСТ-2 необхідно:

- увімкнути пневмосистему;
- увімкнути рубильник на фідері живлення та пакетний вимикач машини.

Налаштування на робочий режим машини МСТ-2 здійснюється в наступній послідовності:

- надійно закріпити зразки деталей у патроні на передній бабці та на супорті;
- за допомогою редуктора встановити тиск повітря 0,1...0,5 МПа (1...5 атм) в залежності від режиму зварювання;
- за допомогою реле часу встановити необхідний час зварювання;
- повернути рукоятку триходового крану для переміщення супорту до стискання торців зварюваних деталей;

- натиснути кнопку «Пуск» для запуску процесу зварювання в автоматичному режимі;
- після завершення зварювального циклу, звільнити одну затиснуту частину готового виробу із одного з патронів та вивести супорт з крайнього правого положення;
- після остаточного охолодження зварного з'єднання розімкнути другий патрон та виїняти готовий виріб.

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Перед тим, як приступати до виконання лабораторної роботи студент зобов'язаний:

- вивчити дані методичні вказівки та за допомогою рекомендованої літератури самостійно ознайомитися з особливостями зварювання тертям, будовою та принципом роботи зварювальних машин [1 (с. 25...42, 80...98); 2 (с. 387...400); 3 (с. 230...236)];
- підготувати бланк звіту до лабораторної роботи;
- вивчити вказівки з техніки безпеки;
- відповісти на контрольні запитання викладача та отримати у нього дозвіл на виконання роботи.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Як утворюється з'єднання при зварюванні тертям?
2. Назвіть головні вузли машини для зварювання тертям.
3. Якими є технічні можливості та характеристики машини МСТ-2?
4. Які машини для зварювання тертям використовує промисловість?
5. Поясніть принцип роботи електричної схеми машини МСТ-2.

6. Назвіть основні параметри режиму зварювання тертям. Як вони впливають на якість зварювання?

7. Які ви знаєте галузі використання зварювання тертям?

8. Основні недоліки та переваги зварювання тертям.

9. Які циклограми застосовуються при зварюванні тертям?

5 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТИ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

Для виконання роботи використовуються:

- зразки для зварювання з низьковуглецевої сталі $\varnothing 10 \dots 20$ мм;
- машина для зварювання тертям МСТ-2.

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Студенти повинні пройти інструктаж з техніки безпеки при роботі з електроустановками до 1000 В.

Перед початком лабораторної роботи треба перевірити цілісність заземлення, наявність манометрів та герметичність пневмосистеми машини МСТ-2.

Перед початком зварювання необхідно забезпечити надійне кріплення деталей в патронах.

Під час зварювання оператор повинен знаходитись поза зоною ймовірного прямого викиду часток ґрату із зварного з'єднання.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Лабораторну роботу слід виконувати в наступній послідовності:

- ознайомитись з сутністю процесу зварювання тертям;

- ознайомитись з будовою та принципом роботи машини для зварювання тертям МСТ-2;
- здійснити зварювання зразків на різних режимах, змінюючи час зварювання та зварювальне зусилля;
- визначити оптимальні режими;
- з'ясувати вплив тривалості зварювання та зварювального зусилля на якість зварних з'єднань.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва та мета роботи.
2. Технічні характеристики, стислий опис конструкції та принципу дії машини МСТ-2.
3. Циклограми процесу зварювання.
4. Пневматична схема машини МСТ-2.
5. Оцінка якості отриманих зварних з'єднань, та пояснення причин їх відмінності.
6. Висновки по роботі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сварка трением. Справочник / Под ред. В.К. Лебедева. – М.: Машиностроение, 1987. – 236 с.
2. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х т.Т.1./ Под ред. Н.А. Ольшанского. — М.: Машиностроение, 1978. — 504 с.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Оборудование для сварки. Т.IV-6 / В.К. Лебедев, С.И. Кучук-Яценко, А.И. Четвертко и др.; Под ред. Б.Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1999. – 496 с.