

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 4

«Вибір та розрахунок режимів зварювання і наплавлення,
розрахунок витрат основних, допоміжних матеріалів та електроенергії
при проектуванні процесів зварювання конструкцій і відновлення
деталей машин наплавленням» з дисципліни «Проектування
технологічних процесів відновлення та зміцнення деталей» для
студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення
зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи №4 «Вибір та розрахунок режимів зварювання і наплавлення, розрахунок витрат основних, допоміжних матеріалів та електроенергії при проектуванні процесів зварювання конструкцій і відновлення деталей машин наплавленням» з дисципліни «Проектування технологічних процесів відновлення та зміцнення деталей» для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» всіх форм навчання / Укл.: М.І. Андрущенко, О.Є. Капустян/ – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 18 с.

Укладачі: М.І. Андрущенко, канд. техн. наук, доцент

О.Є. Капустян, старш. викл.;

Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент

Редактор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 6

від 31.01.2018

Рекомендовано до видання

НМК ІФФ

Протокол № 6

від 13.02.2018

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Ручне дугове зварювання та наплавлення.....	5
2.2 Зварювання (наплавлення) у вуглекислому газі дротом суцільного перетину	8
2.3 Зварювання (наплавлення) під флюсом дротом суцільного перетину	9
2.4 Зварювання (наплавлення) порошковим самозахисним дротом	11
2.5 Витрати електродного дроту	12
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ.....	12
4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	14
5 ЗМІСТ ЗВІТУ	14
6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	14
Додаток А Витрати матеріалів для укрупнених розрахунків	16

1 МЕТА РОБОТИ

Освоєння методики вибору та розрахунку режимів зварювання, наплавлення, розрахунків витрат основних та допоміжних матеріалів та електроенергії при проектуванні процесів зварювання конструкцій і відновлення деталей наплавленням.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Можливо декілька підходів до вибору режимів процесів зварювання і наплавлення:

- за довідковими даними;
- шляхом розрахунку;
- використання графічно-аналітичного способу;
- експериментальним шляхом.

Перший спосіб найбільш простий. Але, по-перше, не зважаючи на те, що існує велика кількість довідкової літератури, далеко не завжди можна знайти необхідні рекомендації. По-друге, механічний вибір режимів не дає достатнього уявлення про те що, який саме чинник і в якій мірі впливає на оптимальність режиму, а це ускладнює пошук причин нестабільності процесу при його освоєнні та використанні.

Другий спосіб більш універсальний і наглядний, дозволяє аналітично слідкувати вплив різних чинників на оптимальність режимів, що, в свою чергу, допомагає в роботі спеціалістів на стадії впровадження технологій та при її використанні. Але в той же час, в зв'язку з тим що більшість розрахункових формул знайдені на основі узагальнення експериментальних даних, тобто несуть емпіричний характер не для всіх випадків вони справедливі, особливо коли мова іде про менш розповсюджені варіанти.

До третього підходу слід звертатись тоді, коли неможливо знайти достатньо вихідних даних для реалізації першого чи другого способу. В такому випадку необхідно в літературі знаходити розрізнені дані (залежності окремих параметрів режимів від різних

чинників у виді графіків або за текстом публікації та інше) і аналізуючи та узагальнюючи цю інформацію, можливо піддаючи математичній обробці, вибирати і обґрунтовувати параметри режимів процесів зварювання, чи нанесення покриття.

Експериментальний шлях можливий тільки в умовах діючого виробництва, чи в лабораторії. Але при проектуванні технологічних процесів, в тому числі і в дипломних проектах, обов'язковим являється техніко-економічне обґрунтування проекту. Воно не можливе без інформації відносно режимів, оскільки від параметрів процесу залежать продуктивність праці, витрати матеріалів, електроенергії та інше. Тому необхідно звертатись до перших трьох способів вибору режимів.

В даному випадку розглянемо розрахунковий спосіб.

2.1 Ручне дугове зварювання та наплавлення

Режими процесів зварювання та наплавлення характеризуються багатьма параметрами.

При ручному дуговому зварюванні (напавленні) до параметрів режиму зварювання належать сила зварювального струму, напруга, швидкість переміщення електрода уздовж шва (швидкість зварювання), рід струму, полярність та ін.

Діаметр електрода вибирається залежно від товщини металу, що зварюється, типу зварного з'єднання і положення шва у просторі.

При виборі діаметра електрода для зварювання можна використати наступні орієнтовні дані:

Товщина листа, мм	1- 2	3	4-5	6-10	10-15	> 15
Діаметр електрода, мм	1,6-2,0	2,0-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	5,0	> 5,0

У багатошарових стикових швах перший шар виконують електродом 3-4 мм, наступні - електродами більшого діаметра.

Зварювання у вертикальному положенні проводять із застосуванням електродів діаметром не більше 5 мм. Стельові шви виконують електродами діаметром до 4 мм.

При напавленні зношеної поверхні повинна бути компенсована товщина зношеного шару плюс 1-1,5 мм на обробку поверхні після

наплавлення.

Сила зварювального струму, А, розраховується за формулою:

$$I_{зв} = K \cdot d_e \quad (2.1),$$

де K – коефіцієнт, в залежності від діаметру електрода d_e приймається за табл. 2.1;

d_e – діаметр електрода, мм.

Таблиця 2.1 - Коефіцієнт K в залежності від діаметра електрода

d_e , мм	1-2	3-4	5-6
K , А/мм	25-30	30-45	45-60

Силу зварювального струму, розраховану за формулою 2.1, варто відкоригувати з урахуванням товщини елементів, що зварюються, типу з'єднання та положення шва в просторі:

- якщо ж $S \leq 1,5d_e$, або при зварюванні у вертикальному або стельовому положенні, зварювальний струм зменшують на 10–15 %.
- якщо товщина металу $S \geq 3d_e$, або при зварюванні кутових швів і наплавленні, то значення $I_{зв}$ варто збільшити на 10–15 %.

Для більшості марок електродів, які використовують при зварюванні вуглецевих і легованих конструкційних сталей, напруга дуги $U_d = 22 \div 28$ В.

Розрахунок швидкості зварювання, м/год, виконується за формулою

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{100 \cdot F_{шв} \cdot \rho}, \quad (2.2)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/(А·год) (приймають за характеристикою вибраного електроду);

$F_{шв}$ – площа поперечного перетину шва при однопрохідному зварюванні (чи одного шару валика при багат шаровому шві), см²;

ρ – густина металу, г/см³ (для сталі $\rho = 7,8$ г/см³).

Маса наплавленого металу, кг, розраховується за наступними формулами:

при зварюванні

$$G_n = F_{зв} \cdot I \cdot \rho, \quad (2.3)$$

при наплавленні

$$G_H = V_H \cdot \rho, \quad (2.4)$$

$$V_H = F_H \cdot h, \quad (2.5)$$

де l – довжина шва, см;

V_H – об'єм наплавленого металу, см^3 .

F_H – площа наплавленої поверхні, см^2 ;

h – висота наплавленого шару, см.

Витрата електродів, кг, для ручного дугового зварювання (наплавлення) визначається за формулою:

$$G_M = G_H \cdot k_e, \quad (2.6)$$

де k_e – коефіцієнт, що враховує витрати електродів на 1 кг наплавленого металу.

Час горіння дуги (основний час) визначається за формулою:

$$t_o = \frac{G_H}{I_{зв} \cdot \alpha_H}, \quad (2.7)$$

Повний час зварювання (наплавлення), год, приблизно визначається за формулою

$$T = \frac{t_o}{k_{\Pi}}, \quad (2.8)$$

де t_o – час горіння дуги (основний час), год;

k_{Π} – коефіцієнт використання зварювального поста, що приймається для ручного зварювання $0,5 \div 0,55$.

Витрата електроенергії, кВт·год,

$$A = \frac{U_d \cdot I_{зв}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_o + W_o \cdot (T - t_o), \quad (2.9)$$

де η – ККД джерела живлення зварювальної дуги (табл. 2.2);

W_o – потужність джерела живлення зварювальної дуги, що працює на холостому ході, кВт (табл. 2.2);

T – повний час зварювання, або наплавлення, год.

Таблиця 2.2 - Значення ККД і потужності джерела живлення зварювальної дуги

Рід струму	η	W_o
Змінний	0,8 - 0,9	0,2 - 0,4
Постійний	0,6 - 0,7	2,0 - 3,0

2.2 Зварювання (наплавлення) у вуглекислому газі дротом суцільного перетину

В основу вибору діаметра електродного дроту покладені ті ж принципи, що й при виборі діаметра електрода при ручному дуговому зварюванні (табл.. 2.3).

Таблиця 2.3 - Діаметр електродного дроту

Товщина листа, мм	1- 2	3-6	6-24 і більше
Діаметр електродного дроту d_e , мм	0,8-1,0	1,2-1,6	2,0

Розрахунок зварювального струму, А, при зварюванні дротом суцільного перетину за формулою

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_e^2 \cdot a}{4}, \quad (2.10)$$

де а – густина струму в електродному дроті, при зварюванні в CO_2 $a = 110 \div 130 \text{ А/мм}^2$;

Механізовані способи зварювання дозволяють застосовувати значно більшу густину струму в порівнянні з ручним зварюванням. Це пояснюється меншою довжиною вильоту електродного дроту (8-15 мм - зменшується з підвищенням зварювального струму).

Напруга дуги й витрата вуглекислого газу вибираються залежно від сили зварювального струму за табл. 2.4.

При зварювальному струмі 200 - 250 А довжина дуги повинна бути в межах 1,5 - 4,0 мм.

Швидкість подачі електродного дроту, м/год,

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{\text{зв}}}{\pi \cdot d_e^2 \cdot \rho}, \quad (2.11)$$

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{\text{зв}}}{d_e}, \quad (2.12)$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення дроту, г/А·год.

Таблиця 2.4 - Залежність напруги й витрати вуглекислого газу від сили зварювального струму

Сила зварювального струму, А	50÷60	90÷100	150÷160	220÷240	280÷300	360÷380	430÷450
Напруга дуги, В	17-28	19-20	21-22	25-27	28-30	30-32	32-34
Витрата CO ₂ , л/хв	8-10	8-10	9-10	15-16	15-16	18-20	18-20

Швидкість зварювання (наплавлення), маса та об'єм наплавленого металу, час горіння дуги та повний час зварювання, витрата електроенергії, розраховуються за формулами (2.2-2.5, 2.7, 2.8), де при зварюванні в CO₂ $k_{\text{П}} = 0,6 \div 0,67$, $F_{\text{ШВ}} = 0,3-0,7 \text{ см}^2$.

$$\alpha_n = \alpha_p (1 - \psi),$$

де Ψ - коефіцієнт втрат металу на угар та розбризкування; при зварюванні в CO₂ $\Psi = 0,1-0,15$;

Витрата електродного дроту, кг, розраховується за формулою

$$G_{\text{пр}} = G_n \cdot (1 + \psi), \quad (2.13)$$

2.3 Зварювання (наплавлення) під флюсом дротом суцільного перетину

Швидкість зварювання (наплавлення), маса та об'єм наплавленого металу, час горіння дуги та повний час зварювання, витрата електроенергії, зварювальний струм, швидкість подачі електродного дроту, витрата зварювального дроту розраховуються за формулами (2.2-2.5, 2.7-2.13) відповідно.

При зварюванні для більш глибокого проплавлення рекомендується використовувати високі значення густини струму в електродному дроті ($a \geq 40 \div 50 \text{ А/мм}^2$), а при напавленні для

зниження глибини проплавлення приймається $a \leq 30 \div 40 \text{ А/мм}^2$.
Діаметр електродного дроту бажано вибирати таким, щоб він забезпечив максимальну продуктивність зварювання (наплавлення) при необхідній глибині проплавлення.

Таблиця 2.5 - Залежність напруги дуги від сили зварювального струму (флюс АН-348А)

Сила зварювального струму, А	180-300	300-400	500-600	600-700	700-850	850-1000
Напруга дуги, В	32-34	34-36	36-40	38-40	40-42	41-43

Наплавлення рекомендується виконувати на постійному струмі прямої полярності. Виліт електродного дроту приймається 30-60 мм, при цьому більш високі його значення відповідають більшому діаметру дроту й силі струму.

Коефіцієнт розплавлення дроту суцільного перетину при зварюванні під флюсом для постійного струму зворотної полярності $\alpha_p = 10 \div 12 \text{ г/А} \cdot \text{год}$, для змінного струму:

$$\alpha_p = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{I_{зв}}{d_{пр}}, \quad (2.14)$$

для постійного струму прямої полярності

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{I_{зв}}{d_{пр}}},$$

При наплавленні під флюсом приймається $\Psi = 0,02 \div 0,03$;
 $F_B = 0,3 \div 0,6 \text{ см}^2$.

Товщина шару флюсу залежить від сили зварювального струму (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 - Товщина шару флюсу в залежності від сили зварювального струму

Зварювальний струм, А	200-400	400-800	800-1200
Товщина шаруючи флюсу, мм	25-35	35-45	45-60

Витрата флюсу, г/пог. м, визначається по формулі

$$G_{\phi} = \frac{(U_d - 1,8) \cdot 780}{V_{зв}}, \quad (2.15)$$

2.4 Зварювання (наплавлення) порошковим самозахисним дротом

Зварювальний струм, напруга дуги, швидкість подачі і виліт електродного дроту приймаються за табл. 2.7.

Таблиця 2.7 - Режими зварювання самозахисними порошковими дротами

Товщина листа, що зварюється, мм	Параметри режиму			
	I, А	U, В	V _{пр} , м/ч	Виліт дроту, мм
ПП-АН1, d _{др} = 2 мм, α _н = 13 г/А год				
3-6	200-240	24-25	100	15-20
8-12	250-300	25-27	120	15-20
14-20	300-350	26-28	170	20-25
ПП-АН3, d _{др} = 3,0 мм, α _н = 13 - 17 г/А·год				
5-10	360-380	25-28	140	15-20
10-15	420-450	26-29	170	20-25
15-25	460-490	29-32	210	25-30
ПП-Нп-14ГСТ, ПП-Нп-19ГСТ d _{др} = 3,0 мм α _н = 14,6-17,3 г/А·год				
	310-330	28-30	126	50
	400-420	30-32	200	60

Швидкість зварювання (наплавлення), маса та об'єм наплавленого металу, час горіння дуги та повний час зварювання, витрата електроенергії, зварювальний струм, швидкість подачі електродного дроту, витрата зварювального дроту розраховуються за формулами (2.2-2.5, 2.7-2.13) відповідно.

Витрата порошкового дроту, м, визначається за формулою:

$$G_{\text{пр}} = G_{\text{н}} \cdot K, \quad (2.16)$$

де **K** – коефіцієнт, що враховує конструкцію дротів; **K** = 1,25 - 1,35.

2.5 Витрати електродного дроту

Витрати електродного дроту ($G_{\text{пр}}$) можна розраховувати за формулою:

$$G_{\text{пр}} = \lambda \frac{G}{1-\psi}, \quad (2.17)$$

де λ - коефіцієнт втрат на недогарки, рівний 1,1;

G - кількість металу, необхідного для одержання зварювального шва заданого перетину, кг;

ψ - коефіцієнт витрат на вигар та розбризкування, рівний 0,05 - 0,1.

Кількість металу (G), необхідного для одержання шва заданого перетину, варто визначати за формулою:

$$G = \frac{\gamma F_n L}{100}, \quad (2.18)$$

де γ - густина наплавленого металу, кг/см³;

F_n - площа поперечного перерізу шва, см²;

L - довжина шва, см.

Для укрупнених розрахунків витрат зварювального дроту, захисних газів та інше можна приймати довідково відповідно даних додатків 1–5.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1 Назвіть шляхи вибору режимів процесів зварювання і наплавлення.

2. Якими параметрами характеризуються режими процесів зварювання та наплавлення при ручному дуговому зварюванні і наплавленні (РДЗ і РДН)?

3 Якими даними можна скористатися при виборі діаметра

електрода?

4. Як розраховується сила зварювального струму при РДЗ?

5. На якому рівні знаходиться напруга дуги при зварюванні вуглецевих і легованих конструкційних сталей?

6. Від яких параметрів залежить швидкість зварювання?

7. Як розраховується маса наплавленого металу при зварюванні і при наплавленні?

8. Як визначається витрата електродів для ручного дугового зварювання і наплавлення?

9. Як визначається час горіння дуги (основний час)?

10. Як визначається повний час зварювання і наплавлення?

11. Від яких параметрів залежить витрата електроенергії при зварюванні і наплавленні?

12. При якому виді струму (змінний, постійний) значення коефіцієнту корисної дії (ККД) джерела живлення зварювальної дуги більш високий?

13. Від яких параметрів залежить розрахункова величина струму при зварюванні дротом суцільного перетину?

14. Чим можна пояснити, що механізовані способи зварювання, наплавлення дозволяють застосовувати значно більшу густину струму в порівнянні з ручним зварюванням?

15. Залежність напруги й витрати вуглекислого газу від сили зварювального струму.

16. Від якого параметру, перш за все, залежить розрахункові величина напруги дуги і витрата вуглекислого газу?

17. Як розрахувати швидкість подачі електродного дроту суцільного перетину при зварюванні у вуглекислому газі?

18. Від чого залежать при зварюванні і наплавленні під флюсом дротом суцільного перетину зварювальний струм, швидкість зварювання (наплавлення), маса та об'єм наплавленого металу, час горіння дуги та повний час зварювання, витрата електроенергії, швидкість подачі електродного дроту та його витрати?

19. Як забезпечити більш глибоке проплавлення при зварюванні під флюсом дротом суцільного перетину?

20. Чим відрізняються підходи при виборі глибини проплавлення при зварюванні і при наплавленні?

21. Як визначається коефіцієнт розплавлення дроту суцільного перетину при зварюванні під флюсом для постійного струму зворотної

і прямої полярності?

22. Як визначаються витрати флюсу при зварюванні і наплавленні?

23. Як розрахувати витрати електродного матеріалу при зварюванні і наплавленні порошковим самозахисним дротом?

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Отримати у викладача ескіз деталей для наплавлення.
2. Вибрати спосіб наплавлення.
3. Розрахувати режими наплавлення та витрати матеріалів на один виріб.

5 ЗМІСТ ЗВІТУ

5.1 Найменування і мета роботи.

5.2 Загальні положення призначення та змісту методик вибору режимів.

5.3 Результати розрахунків у виді таблиці.

6 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Наплавочные материалы стран членов СЭВ. Каталог – справочник. - К-М: Международный центр научной и технической информации, 1979.

2. Сварка в машиностроении. Справочник. т. 2. Под редакцией д.т.н. Акулова А.И. - М: Машиностроение, 1978. – 462 с.

3. Порошковые проволоки для электродуговой сварки. Каталог-справочник. Под редакцией Походни И.К. - К.: Наукова думка, 1980. – 180 с.

4 Порошкові дроти для електродугового зварювання. Каталог-довідник. /ПК.Походня, А.М.Суптель, В.Н.Шлепаков й ін. -К.: Наукова думка-1980.-180с.

5 Зварювальні матеріали для зварювання сталей і чавуну (електроди, флюси, дріт). Довідник під ред. В.Н. Горпенюка. К: Наукова думка, 1994. - 622 с.

6. Сварочные материалы для дуговой сварки, Справочник т. 1, Защитные газы и сварочные флюсы, Под общей редакцией Н.Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989.

Додаток А

Витрати матеріалів для укрупнених розрахунків

Таблиця А.1 - Витрати електродного дроту

Катет шва, мм	Годинна витрата зварювального дроту при зварюванні, кг			
	ручному дуговому зварюванні		напівавтоматичної і автоматичної в середовищі захисних газів	автоматичної під шаром флюсу
2	-	-	0,8	1,2
3	1,2	1,2	0,9	1,5
4	1,5	1,5	1,0	2,0
5	2,0	2,0	1,5	2,5
6	2,2	2,2	2,0	4,0
8	2,5	2,5	2,3	7,0
10	2,7	2,7	2,5	9,0
12	3,0	3,0	2,8	11,0

Таблиця А.2 - Витрати води

Машина	Годинна витрата на одиницю, м ³
Для контактного зварювання потужністю:	
200 кВ·А	0,8
630 кВ·А	1,2
Шовна	1,2
Багатоелектродна, з кількістю електродів, шт.:	
до 48	5,0
до 96	10,0
Роботи контактного зварювання (кліщі з убудованим трансформатором)	0,6
Роботи дугового зварювання при силі струму понад 500 А	0,1

Таблиця А.3 - Витрата газів і їх суміші при дуговому зварюванні

Газ	Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Робочий тиск, МПа	Годинна витрата на 1 пальник, м ³	
				для напівавтоматів	для автоматів
Вуглекислий (ГОСТ 8050-76)	до 3	0,8 - 1,0	0,05 - 0,1	0,6 - 0,8	0,4 - 0,6
	3 - 5	1,2 - 1,6		0,8 - 1,2	0,8 - 1,0
	5 - 8	1,6 - 2,0		1,2 - 1,5	1,0 - 1,3
	понад 8	2,0 - 3,0		1,5 - 2,0	1,3 - 1,8
Суміш (70 % CO ₂ і 30 % O ₂)	до 3	0,8 - 1,0	0,05 - 0,1	0,5 - 0,7	0,4 - 0,5
	3 - 5	1,2 - 1,6		0,7 - 0,9	0,5 - 0,7
	5 - 8	1,6 - 2,0		0,9 - 1,2	0,7 - 1,0
	понад 8	2,0 - 3,0		1,2 - 1,4	1,0 - 1,4
Суміш (70 % Ar і 30 % CO ₂)	до 3	0,8 - 1,6	0,03 - 0,07	0,4 - 0,6	0,3 - 0,5
	до 6	1,6 - 2,0		0,6 - 0,7	0,7 - 0,9
Для сталевих конструкцій (аргон)	1,5	2,0	до 0,05	0,2 - 0,3	-
	2,0	2,0 - 3,0		0,3 - 0,4	-
Для алюмінієвих (вольфрамовий електрод)	4,0	3,0 - 4,0		0,4 - 0,5	-
	5,0	5,0		0,5 - 0,6	-

Примітки: 1. Витрата аргону й діаметр вольфрамового електрода наведені для ручного зварювання.

2. Витрата аргону при зварюванні нержавіючої сталі зазначених товщин зварюваного металу приймати менше на 10 %.

Таблиця А.4 - Витрати суміші газів при газовому зварюванні (на 1 м зварного шва)

Товщина аркуша, мм	Суміш газів, м ³					
	Ацетилен	Кисень	Пропан-бутан	Кисень	Природний газ	Кисень
	З відбортковкой крайок					
0,5	0,006	0,007	0,003	0,012	0,010	0,015
1,0	0,009	0,011	0,006	0,019	0,016	0,025
1,5	0,016	0,019	0,010	0,033	0,028	0,043
	Без скоосу крайок					
1,0	0,015	0,018	0,013	0,044	0,038	0,057
1,5	0,029	0,033	0,023	0,081	0,071	0,107
2,0	0,042	0,048	0,034	0,119	0,105	0,158
2,5	0,052	0,060	0,044	0,148	0,128	0,194
3,0	0,062	0,070	0,051	0,178	0,152	0,230

Примітки: 1. Тиск ацетилену, пропан-бутану, природного газу не нижче 0,001 МПа, кисню 0,3 - 0,5 МПа.

2. Для двосторонніх стикових з'єднань наведені норми витрати газу приймати з коефіцієнтів 1,4.

3. Для зварювання труб наведені норми витрати газу приймати з коефіцієнтом 1,15.

4. Для плазмового різання й зварювання в середовищі захисного газу витрати газу приймати за паспортними даними устаткування.

Таблиця А.5 - Витрата стисненого повітря на одиницю устаткування залежно від товщини зварювального матеріалу.

Споживачі	Середня годинна витрата повітря (наведеного до нормальних умов), м ³ , для конструкцій	
	до 3 мм	понад 3 мм
Контактні машини:		
точкові, рельєфні	8,0 - 10,0	6,0 - 8,0
шовні	1,0 - 2,0	-
багатоточкові	5,0 - 8,0	6,0 - 7,0
Великі пристосування	3,0	4,0
Пневмоінструмент	36,0	36,0
Установки повітряно-плазмового різання	5,0	8,0