

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНА

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального
виробництва»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття №3
з дисципліни «Матеріали для зварювання
плавленням, наплавлення і напилення»

на тему:

«Розрахунок і вибір параметрів режиму і
геометричних розмірів шва при зварюванні
під флюсом»

Тернопіль,
2016

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального виробництва»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичного заняття №3
з дисципліни «Матеріали для зварювання плавленням,
наплавлення і напилення»

на тему:

«Розрахунок і вибір параметрів режиму і геометричних розмірів
шва при зварюванні під флюсом»

Для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»,
спеціальності 6.050504 «Зварювання»

Тернопіль,
2016

Методичні вказівки розроблено відповідно з навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня " бакалавр", спеціальності 6.050504 "Зварювання", а також робочої програми з дисципліни "Матеріали для зварювання плавленням, наплавлення і напилення"

Укладачі: к.т.н., доц. Татарин Б.П.
ст. викладач Береженко Б.М.
асистент Сенчишин В.С.
Рецензент: к.т.н., доц. Сташків М.Я.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри «Технології і обладнання зварювального виробництва»
Протокол № _____ від "___" _____ 20__ р.

Затвердила та рекомендувала до друку методична комісія
ФМТ ТНТУ імені Івана Пулюя, протокол № __ від _____ 20__ р.

1. Стикові шви без розроблення кромок

1.1. Розрахунок і вибір параметрів режиму

Основними параметрами режиму зварювання під флюсом, які впливають на розміри і форму шва, є:

Діаметр зварювального дроту	– $d_{ел}$;
Зварювальний струм	– $I_{зв}$;
Напруга на дузі	– $U_{д}$;
Швидкість зварювання	– $V_{зв}$;
Швидкість подачі дроту	– $V_{п.д}$;
Виліт електроду	– $l_{ел}$;
Марка зварювального дроту і флюсу.	

ГОСТ8713-79 передбачає автоматичне і напівавтоматичне зварювання металу під флюсом товщиною від 1,5 до 160 мм. Без скошу кромок при звичайному зазорі можна зварювати в стик метал товщиною 16-20 мм. При великих товщинах потрібні або підвищений зазор, або розробка кромок. При розробці з прямолінійним скосом кромок кут розробки складає 60 ± 5 , при криволінійному скосі кромок кут розробки – 25-26. Прямолінійний скос кромок використовують для листів більшої товщини /до 160 мм/ використовуємо криволінійний скос кромок, оскільки це забезпечує значно менший об'єм наплавленого металу і зменшує кут деформації .

Зварювання кутових, таврових і напусткових з'єднань без скошу кромок можливе для металу товщиною до 40 мм.

Стандарт передбачає використання зварювального дроту діаметром від 1,6 до 6,0 мм [1].

Вихідною величиною для розрахунку і вибору параметрів режиму зварювання стикових з'єднань є товщина

металу (S). Режим зварювання встановлюється з умови заданих розмірів і форми.

1.1.1. Визначення глибини проплавлення

Розрахункова глибина проплавлення визначається за товщиною металу. Існує декілька методів визначення глибини проплавлення $/h/$

$$h=(0,7+0,8) S , \text{ мм} \quad (1)$$

для двобічного зварювання (рис.2)

$$h_1=h_2=0,6S , \text{ мм} \quad (2)$$

або:

$$h_1=h_2=0,5 S+ (2-3), \text{ мм} \quad (3)$$

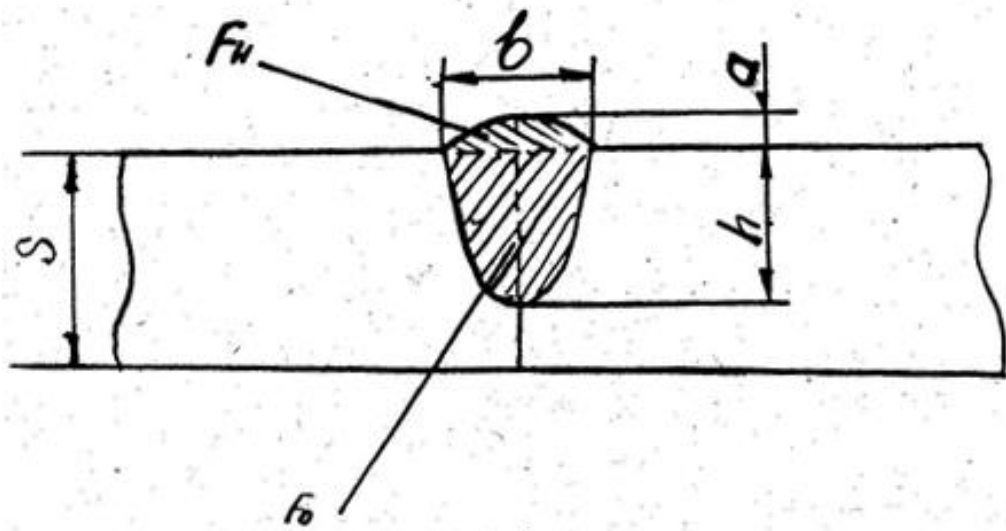


Рис. 1 – Основні розміри стикового шва

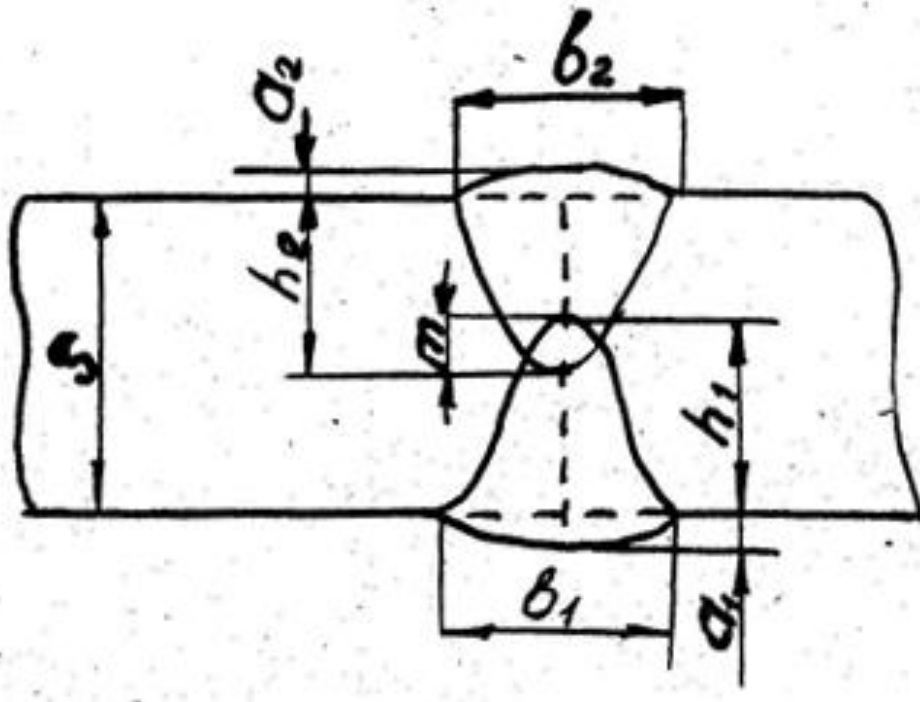


Рис. 2 – Геометричні розміри шва при двобічному зварюванні

Для товщини 10-16 мм рекомендується однопрохідне однобічне зварювання, а для товщини 16-20 мм - двобічне. Зварювання виконується з використанням різних підкладок, або на флюсовій подушці.

1.1.2. Вибір діаметра зварювального дроту

В залежності від товщини зварювальних листів рекомендується орієнтовно використовувати такі діаметри зварювального дроту:

при $S < 5$ мм - $d_e = 1,6 \div 3,0$ мм;

при $5 < S < 30$ мм - $d_e = 2,0 \pm 5,0$ мм;

при $S > 30$ мм - $d_e = 5,0 \div 6,0$ мм.

Для напівавтоматичного зварювання застосовують дріт діаметром 1,6-2 мм незалежно від товщини зварювальних елементів.

1.1.3. Визначення зварювального струму

$$I_{зв} = \frac{h}{K_a} 100, \quad \text{А} \quad (4)$$

де K_a - коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов проведення зварювання.

Таблиця 1- Значення коефіцієнта K_a в залежності від умов проведення зварювання

Марка флюсу	Діаметр дроту, мм	Змінний струм	Постійний струм, пряма полярність	Постійний струм, зворотня полярність
ОСЦ-45	2	1,30	1,15	1,45
	3	1,15	0,95	1,30
	4	1,00	0,85	1,15
	5	0,95	0,75	1,10
	6	0,90	-	-
АН-348 А	2	1,25	1,15	1,40
	3	1,10	0,95	1,25
	4	1,00	0,90	1,10
	5	0,95	0,85	1,05
	6	0,90	-	-

Можна використовувати середнє значення $K_a=0,01\text{мм/А}$ при $I_{зв}$ до 1000 А. При зварюванні високолегованих сталей внаслідок їх меншої теплопровідності, одержане значення струму потрібно зменшити на 10÷30 %.

1.1.4. Уточнення діаметру зварювального дроту.

В роботах (2) і (3) діаметр електродного дроту визначають за встановленою величиною зварювального струму і допустимою густиною струму в електроді, яка при автоматичному зварюванні змінюється в широких межах

$$d_{ел} = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \text{ мм} \quad (5)$$

де γ - рекомендована густина струму, А/мм², яка вибирається з таблиці 2.

Таблиця 2 - Рекомендована густина струму в електроді

D _{ел} , мм	1,6	2	3	4	5	6
J, А/мм ²	80-300	65-200	45-90	35-60	30-50	25-45

1.1.5. Визначення напруги на дузі

Напругу на дузі можна розрахувати за формулою або вибрати за графіком з врахуванням заданого коефіцієнта форми проплавлення /рис.3/ [2]:

$$U_{д} = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_{ел}}} I_{зв} \pm 1, \text{ В} \quad (6)$$

1.1.6. Визначення швидкості зварювання

Швидкість зварювання розраховується за емпіричною формулою:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \text{ м/ГОД} \quad (7)$$

Значення “А” для різних діаметрів дроту приведені в табл. 3.

Таблиця 3 - Значення коефіцієнта “А” для різних діаметру дроту

A, А м/год	(5- 8)10 ³	(8- 12)10 ³	(12- 16)10 ³	(16- 20)10 ³	(20- 25)10 ³	(25- 30)10 ³
D _{ел} , мм	1,6	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0

При цьому треба мати на увазі, що при автоматичному однодуговому зварюванні без особливих технологічних прийомів, швидкість зварювання не повинна виходити за межі 60 м/год.

Нижня межа швидкості при напівавтоматичному зварюванні складає 10-12 м/год.

Верхня межа швидкості при напівавтоматичному зварюванні складає 40 м/год, так як при більш швидкому переміщенні електрода вздовж зварюваних кромek практично не вдається отримати рівномірну глибину провару і задовільне рівномірне формування шва.

При даних на кресленні прикладах шва швидкість зварювання визначається за наступною формулою з врахуванням площі поперечного перерізу наплавленого металу:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n I_{зв}}{F_n \gamma 100}, \quad \text{м/год}, \quad (8)$$

F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу, см² /див.ф-ли 11-13 [5] /;

γ – густина металу, г/см³ /для сталі – 7,8 г/см³ /;

α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А*год.

При зварюванні під флюсом $\alpha_n \approx \alpha_p$ і визначається за графіком з рис.4, або за нижче вказаними формулами.

Для постійного струму зворотньої полярності коефіцієнт наплавлення дорівнює

$$\alpha_n = 11,6 \pm 0,4, \text{ г/год}, \quad (9)$$

Для постійного струму прямої полярності і змінного струму:

$$\alpha = A + B \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, \quad \text{г/Агод} \quad (10)$$

де А і В-коефіцієнти, значення яких для флюсу АН-348А є в таблиці 4.

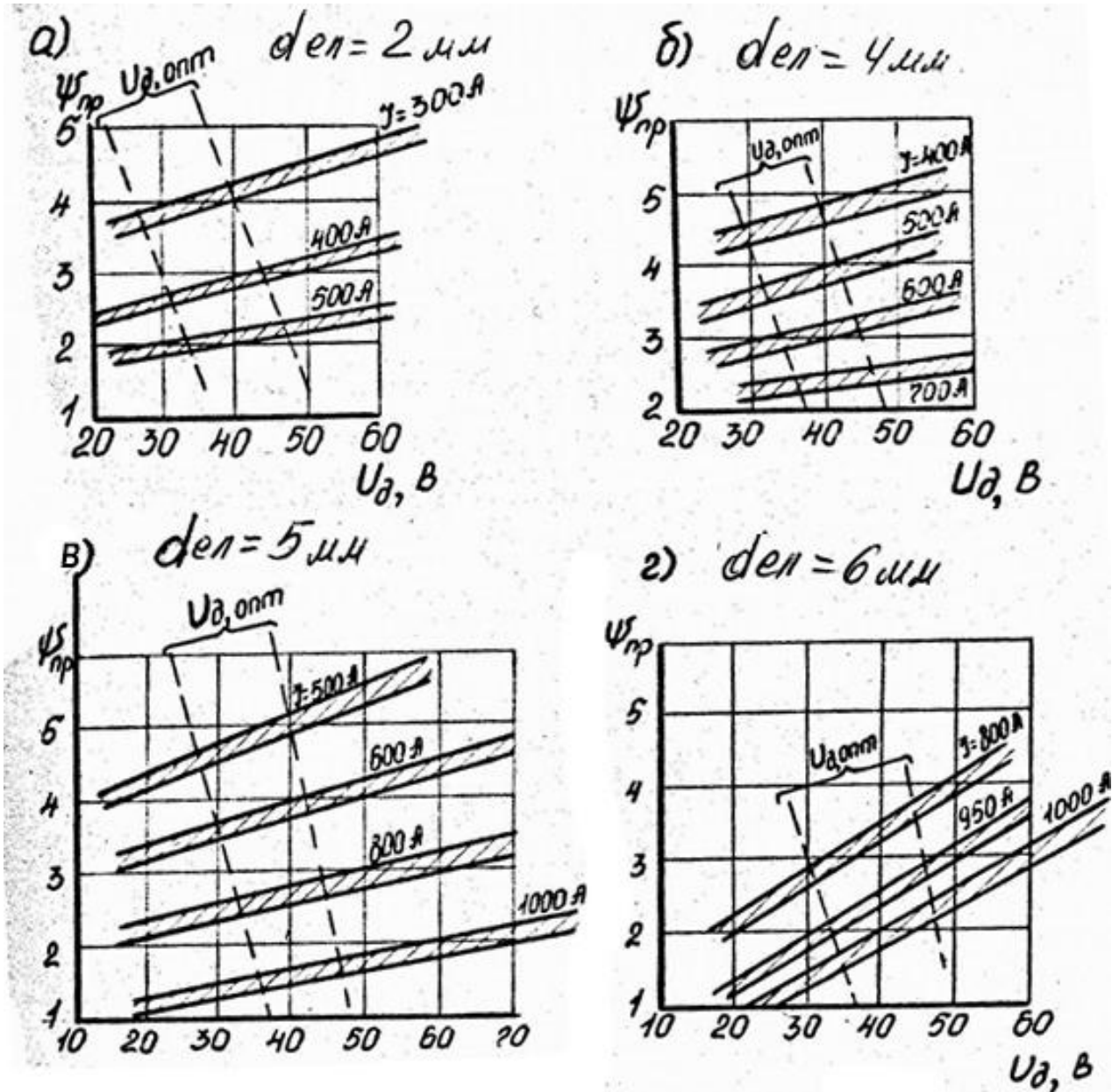


Рис. 3 – Значення коефіцієнтів форми проплавлення ($\psi_{пр}$) в залежності від параметрів режиму зварювання: зварювального струму ($I_{зв}$), напруги на дузі (U_d) і діаметра електродного дроту ($d_{ел}$).

а) $d_{ел} = 2 \text{ мм}$; б) $d_{ел} = 4 \text{ мм}$; в) $d_{ел} = 5 \text{ мм}$; г) $d_{ел} = 6 \text{ мм}$

Таблиця 4 - Значення коефіцієнтів А і В

Коефіцієнти	А	В
Пряма полярність	2,3	0,065
Змінний струм	7,0	0,040

Якщо відома швидкість подачі дроту, $V_{зв}$ визначається за формулою:

$$V_{зв} = \frac{F_e V_h}{F_n}, \quad \text{м/год}, \quad (11)$$

де F_n – площа поперечного перерізу дроту, мм^2 ;

$V_{п.д}$ – швидкість подачі зварювального дроту, м/год.

1.1.7. Визначення швидкості подачі зварювального дроту

Швидкість подачі зварювального дроту визначається за формулою:

$$V_{п.д} = \frac{\alpha_n I_{зв}}{q}, \quad \text{м/год} \quad (12)$$

q – маса одного метра дроту, г

можна розрахувати: $q = \pi r_e^2 l \gamma$

γ – густина зварювального дроту, г/см^3 (7,8 г/см^3)

1.1.8. Визначення вильоту зварювального дроту

Для різних по діаметру низьковуглецевих і низьколегованих дротів оптимальними є встановлені дослідним шляхом наступні значення вильоту електрода /табл.5/.

Таблиця 5-Залежність вильоту електроду від діаметра дроту.

$d_{ел}$	1,6-2,0	2,5-3,0	4,0-6,0
$l_{ел}$	15-25	20-40	30-60

Для виготовлення дротів виліт електрода зменшується в 1,5 раза через високого омичного опору.

1.1.9.Вибір марки зварювального дроту і флюсу

Марка зварювального дроту і флюсу вибирається в залежності від хім. складу марки основного металу з табл.7.

1.1 Розрахунок геометричних розмірів стикового шва без розробки кромки

По одержаних даних параметру режиму зварювання визначаємо геометричні розміри шва: глибину проплавлення /h/, ширину шва /в/ і підсилення шва /а/ рис.1, рис.2/. Крім вказаних параметрів, зварювальний шов характеризується також $F_{пр}$, $F_{н}$ і коефіцієнтом форми проплавлення /провару/ - ψ_{np} , коефіцієнтом форми валика - $\psi_{в}$.

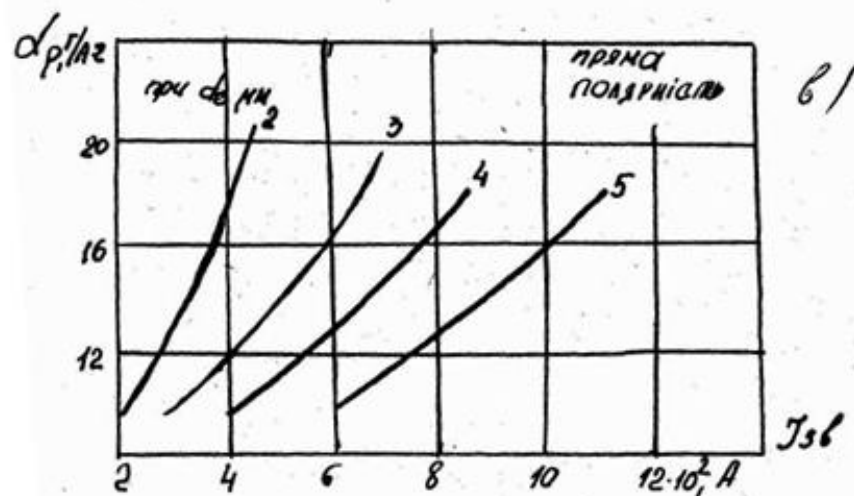
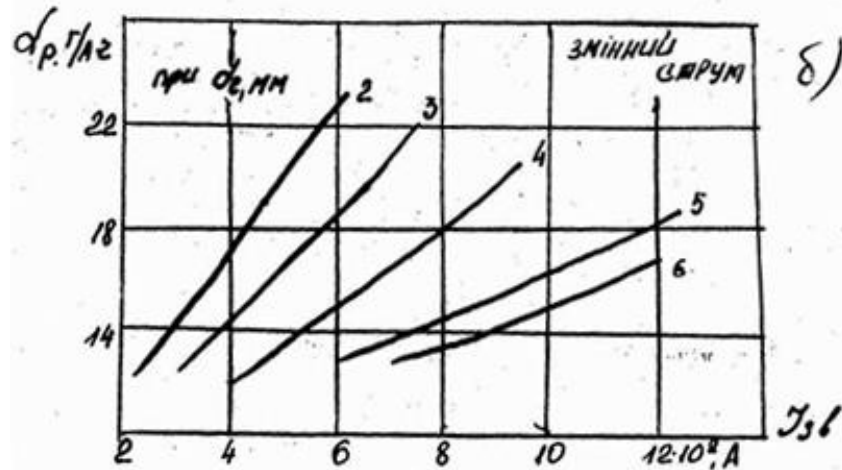
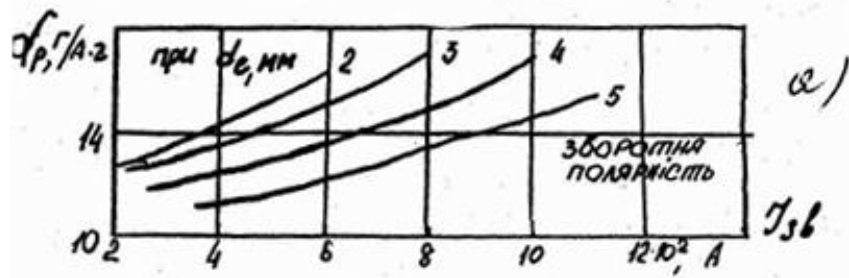


Рис. 4 – Залежність коефіцієнта розплавлення (α_p) від режиму при автоматичному і напівавтоматичному зварюванні під флюсом – зварювального струму ($I_{зв}$) і діаметру ел. дроту $d_{ел}$ - 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0.

- а) на постійному струмі зворотної полярності;
- б) на змінному струмі;
- в) на постійному струмі прямої полярності.

Методика розрахунку розмірів і параметрів шва, приведена в методичних вказівках по розрахунку і вибору параметрів режиму зварювання плавким електродом в захисних газах. У зв'язку з різною проплавляючою можливістю дуги під флюсом і в захисних газах, визначення фактичної глибини проплавлення має свої особливості. Фактична глибина проплавлення розраховується за параметрами режиму:

$$h=K\sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}},$$

де q_n – ефективна погонна енергія, кал/см, яка визначається за формулою:

$$q_n = \frac{0,24I_{зв} U_c \eta_u}{v_{зв}}, \quad \text{кал/см} \quad (14)$$

де η_u – ефективний ККД нагрівання виробу дугою /0,8-0,95/;

K – коефіцієнт, рівний 0,0156, при зварюванні під флюсом низьковуглицевих і низьколегованих сталей [2];

ψ_{np} – коефіцієнт форми проплавлення, який визначається за формулою 19.

Коефіцієнт K , який входить в формулу 19, вибирається за табл. 9[5], при $\gamma \leq 120 \text{ А/мм}^2$, або береться рівним при $\gamma \geq 120 \text{ А/мм}^2$, для зворотної полярності $K=0,92$, а для прямої полярності $K=1,12$. При зварюванні змінним струмом на всьому діапазоні використовуваних густин струму $K=1$.

Для зварювання під флюсом значення ψ_{np} повинно бути в межах 0,8-4,0.

2. Стикові шви з розробкою кромок і зазором

2.1. Розрахунок режиму зварювання і параметрів шва.

У відповідності з ГОСТ8713-79 розробку кромок рекомендується використовувати для товщини більше 12-16мм. Рекомендується така послідовність розрахунку:

2.1.1. Визначаємо параметри режиму зварювання за заданою товщиною для стикового безкосного з'єднання без зазора за формулами, які є в розділі 1.1 цих методичних вказівок.

2.1.2. Визначаємо параметри шва за формулами 14,16,19,23,27-29,[5].

3. Багатопрохідні стикові шви

3.1. Розрахунок режиму зварювання і параметрів шва

Багатопрохідні шви виконуються по товщинах більше 16-20 мм. Розрахунок режиму зварювання включає 2 етапа.

3.1.1. Визначення режиму зварювання першого проходу з одного боку, який забезпечує дану величину провару притуплення /С₀/, щоб після виконання першого шару шва з другого боку, провар був спільним, рис.7.

3.1.2. Визначення режиму зварювання другого і наступних проходів з кожного боку для повного заповнення розробки при задовільному формуванні шва.

При виконанні першого шару шва потрібно проплавити 2/3 величини притуплення. Але зварювання першого шару шва при високих густинах струму в електроді може привести до небажаної форми провару, при якій умови кристалізації є не сприятливими і можливе утворення гарячих тріщин в шві.

Таблиця 6 - Рекомендована густина струму в електроді

$D_{\text{ел}}$	2	4	5	6
$\gamma, A / \text{мм}^2$	160	55	50	42

Послідовність розрахунку режиму зварювання параметрів шва приведена у методичних вказівках.

4. Кутові шви

4.1. Розрахунок режимів зварювання і параметрів шва.

При розрахунку режиму зварювання необхідно забезпечити одержання катета шва, призначеного конструктором з міцності.

Послідовність виконання розрахунку режиму зварювання кутових швів таврових, кутових і напусткових з'єднань, зварених в "човник", з деяким наближенням така ж, як і для стикових з'єднань з кутом розробки $\alpha = 90^\circ$. Але абсолютні значення величин розраховується і вибирається за формулами і таблицями даних методичних вказівок.

Таблиця 7 - Вибір марки дроту і флюсу в залежності від марки сталі.

Марка зварюваної сталі	Марка зварювального дроту	Марка плавненого флюсу /ГОСТ9087-69/
Теплостійкі 12МХ, 15ХМ, 20ХМ 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФ-Л	Св-08МХ, Св-08ХМ, Св-14Х1М1ФА	АН-22, ЦФ-11, АН-22, АН-15, АН-22

Мартенситні і мартенситно-феритні сталі 08X13,12X13, 15X11МВФ, 14X11В2МФ, 14X17Н2	Св-08X14ГНТ, Св-10X11ВМФН, Св-15X12НМВФБ, Св-08X18Н2ГТ	АН-18, АН-10, АН-17, 48-ОФ-6 АН-17
Аустенітні сталі корозійно-стійкі 12X18Н9, 08X18Н10, 12X18Н12Т, 12X18Н9Т Жароміцні: 12X18Н9, 12X18Н9Т	Св-01X19Н9, Св-04X19Н9, Св-06X19Н9Т, Св-04X19Н9, Св-08X18Н8Т2Б,	АН-26 48-ОФ-10 АНФ-14 АН-26, АНФ-22, АНФ-14
Жаростійкі: 20X23Н18,08X20Н14С2 20X25Н20С1	Св-07X25Н13, Св-07X25Н12Г2, Св-06X25Н12Т10	АН-26,АНФ-14, 48-ОФ-10, АНФ-22

Орієнтовні режими автоматичного і напівавтоматичного зварювання під флюсом різних з'єднань з низьковуглецевих сталей, низьколегованих конструкційних сталей приведені в таблицях.

5. Приклади розрахунку і вибору режиму зварювання і наплавлення

Приклад 1.

Розрахувати режим автоматичного зварювання під флюсом стикового з'єднання з низьковуглецевої сталі товщиною 12 мм.

1. По ГОСТ8713-79 для товщини (S) 12 мм вибираємо односторонній шов з розробкою одної кромки з такими конструктивними елементами підготовлених кромок зварювального шва /рис.6 /:

кут скоса кромки $\beta/30^\circ \pm 5^\circ$; притуплення кромок $c/1,5 \pm 1$ мм;

висота розробки $h/10,5 \pm 1$ мм; ширина шва $v/22 \pm 4$ мм;

зазор між деталями $e/2 \pm 1$ мм; підсилення шва $a/2,01,0$ мм.

1. Визначаємо глибину проплавлення за формулою (1), приймаючи, що зварювання одностороннє однопрохідне на мідній підкладці:

$$h=0,7 S=0,7 \cdot 12=8,4 \text{ мм.}$$

2. Вибираємо діаметр зварювального дроту за товщиною металу, а марку дроту і флюсу – з табл.7. Для низьковуглецевої сталі товщиною 12 мм беремо дріт діаметром 2,0 мм марки Св-08А, /ГОСТ2246-70/, а флюс-марки АН-348А /ГОСТ9087-69/.
3. Розраховуємо величину зварювального струму за формулою (4). Зварювання виконуємо на змінному струмі. Значення K_a вибираємо з табл.1.

$$I_{зв} = \frac{h}{K_a} 100 = \frac{8,4}{1,25} 100 = 675 \text{ А.}$$

4. Уточнемо діаметр дроту за формулою 5 з врахуванням даних табл.2.

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}} = 1,13 \sqrt{\frac{875}{214}} = 1,99 \text{ мм.}$$

Діаметр дроту залишаємо 2,0 мм. Виліт електрода беремо 25 мм /табл.5 /.

5. Розраховуємо напругу дуги за формулою 6 :

$$U_d = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_e}} I_{зв} \pm 1 = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{2}} 675 - 1 = 45 \text{ В.}$$

8. Розраховуємо швидкість подачі дроту за формулою 12, попередньо вирахувавши значення α_n за формулою 10:

$$\alpha_n = A + B \frac{I_{36}}{d_e} = 7 \pm 0,04 \frac{675}{2} = 20,42 / \text{Агод.}$$

Вага одного погонного метра дорівнює :

$$q = \frac{\pi d^2}{4} e \gamma = \frac{3,140,04}{4} 100 * 7,8 = 24,452 / \text{м.}$$

$$V_{\text{п.д}} = \frac{\alpha_n I_{36}}{q} = \frac{20,4 * 675}{24,4} = 560 \text{м} / \text{год.}$$

9 Визначаємо швидкість зварювання за формулою 8, так як конструктивні елементи розробки кромки і зварного шва відомі з ГОСТ8713-79. Попередньо вираховуємо площу поперечного перерізу наплавленого металу за формулою 11, рис. 6.

$$F_n = F_p + F_3 + F_b = 1/2 q q \text{tg} \beta + S e + \mu b a ;$$

$$F_n = \frac{10 * 5^2}{2} \text{tg} 30^\circ + 12 * 1,5 + 0,73 * 20 * 2 = 79,2 \text{мм}^2 ;$$

$$V_{\text{п.д}} = \frac{F_3 V_{\text{н.д}}}{F_n} = \frac{3,14 * I^2 * 560}{79,2} = 22,2 \text{м} / \text{год.}$$

10 Виконуємо перевірочний розрахунок глибини проплавлення за одержаними параметрами режиму зварювання, використовуючи формулу 13:

$$h = 0,0156 \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}} = 0,0156 \sqrt{\frac{0,24 * I_{36} * U_d * \eta_u}{V_{36} \psi_{np}}}$$

Попередньо визначаємо коефіцієнт форми проплавлення за формулою 19, перед цим вибравши значення К.

$$\psi_{np} = K * (19 - 0,01 * I_{36}) * \frac{d_e U_d}{I_{36}} = 1 * (19 - 0,01 * 675) * \frac{2 * 45}{675} = 1,6 ;$$

$$h = 0,0156 \sqrt{\frac{0,24 * 675 * 45 * 0,9}{0,62 * 1,6}} = 1,26 \text{см} = 12 \text{мм.}$$

Одержане значення h показує, що параметри режиму вибрані правильно. Параметри шва не розраховуються, оскільки вони дані

ГОСТом. Приклад розрахунку кутових швів треба дивитися в методичних вказівках.

Приклад 2.

Розрахувати режим автоматичного двобічного зварювання стикового з'єднання з низьколегованої сталі 10ХСНД товщиною 20 мм.

1 По ГОСТ8713-79 для товщини $S=20$ мм вибираємо зварювання без розробки кромки з такими конструктивними елементами зварного шва /рис.1/:

-зазор між деталями $e=0-1$ мм;

-підсилення шва $a=2,0-1,5$ мм;

-ширина шва $v=22-4$ мм.

2 Визначаємо глибину проплавлення з однієї сторони за формулою 2:

$$h=0,6 S=0,6 \cdot 20=12 \text{ мм.}$$

3 Визначаємо діаметр зварювального дроту за товщиною металу, а марку дроту і флюсу-за табл.7. Для низьколегованої сталі 10ХСНД товщиною 20 мм беремо дріт діаметром 3,0 мм марки Св-08ГСМТ /ГОСТ2246-70/, а флюс марки АН-348А /ГОСТ9087-69/.

4 Розраховуємо величину зварювального струму за формулою(4). Зварювання виконуємо постійним струмом зворотної полярності. Значення K_a вибираємо з таблиці 1.

$$I_{зв} = \frac{h}{K_a} 100 = \frac{12}{1,25} * 100 = 960 \text{ А.}$$

5 Уточнюємо діаметр електрода за формулою (5) з врахуванням даних табл.2:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}} = 1,13 \sqrt{\frac{960}{136}} = 2,94 \text{ мм.}$$

6 Вираховуємо напругу на дузі за формулою (6):

$$U_d = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_e}} I_{36} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 * 960}{\sqrt{3}} \pm 1 = 50B.$$

7 Розраховуємо швидкість подачі дроту за формулою (12), попередньо вирахувавши значення за формулою (9):

$$\alpha_n = 11,6 + 0,4 = 12z / год.$$

Вага погонного метра дорівнює :

$$q = \frac{\pi d^2}{4} l \gamma = \frac{3,14 * 0,09}{4} 100 * 7,8 = 56,1z / м.$$

$$V_{п.д} = \frac{\alpha_n I_{36}}{q} = \frac{12 * 960}{56,1} = 205м / год.$$

6. Визначаємо швидкість зварювання за формулою (7), вибравши значення “А” з таблиці 3.

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{36}} = \frac{16000}{960} = 16,6м / год.$$

7. Визначаємо коефіцієнт форми проплавлення за формулою (19), попередньо взявши значення $K=0,92$, так як $\gamma \geq 120A / мм^2$ і зварювання виконується постійним струмом зворотної полярності.

$$\psi_{np} = K(19 - 0,01I_{36}) \frac{d_e U_b}{I_{36}} = 0,92(19 - 0,01 * 960) * \frac{3 * 50}{960} = 1,35.$$

8. Визначаємо площу поперечного перерізу наплавленого металу за формулою (11), або за формулою (16):

$$F_H = \frac{V_{п.д} F_e}{V_{зв}} = \frac{205 * 3,14 * 1,5^2}{16,6} = 87мм^2;$$

або:

$$F_H = \frac{\alpha_n I_{36}}{3600 \gamma W_{36}} = \frac{12 * 960}{3600 * 7,8 * 0,46} = 0,89см^2 = 89мм^2.$$

9. Визначаємо підсилення шва за формулою (23):

$$B = \psi_{np} h = 1,35 * 12 = 16,2мм.$$

12 Визначаємо підсилення ширину шва за формулою(25):

$$a = \frac{F_n}{0,736} = \frac{77}{0,73 * 16,2} = 6,5 \text{ мм};$$

$$F_n = F_3 + F_b; \quad F_b = F_n - F_3 = 89 - 12 = 77 \text{ мм}^2.$$

Так як розрахункове значення в і а відрізняються від заданих за стандартом, доцільно збільшити напругу на 3-5 В, а інші параметри залишити без зміни. Режим зварювання з другого боку відповідає першому режиму.

Приклад 3.

Вирахувати режим автоматичного наплавлення валика на пластину з сталі 09Г2с товщиною 14 мм з глибиною проплавлення 3 мм.

1. Беремо згідно п. 2, розділ 1, для наплавлення зварювальний дріт діаметром 3,0 мм. Марку дроту і флюсу вибираємо з таблиці 7. Дріт Св-10ГА /ГОСТ2246-70/, флюс АН-22 /ГОСТ9087-69 /.
2. Розраховуємо величину зварювального струму за формулою (4), взявши значення K_a з таблиці 1. Наплавлення виконується на постійному струмі прямої полярності.

$$I_{зв} = \frac{h100}{K_a} = \frac{3}{0,95} * 100 = 315 \text{ А}.$$

3. Уточнюємо діаметр дроту за формулою (5) з врахуванням даних таблиці 2:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}} = 1,13 \sqrt{\frac{315}{44}} = 2,9 \text{ мм}.$$

Діаметр дроту лишаємо 3,0 мм. Виліт електроду берем рівним 30 мм /табл.5/.

4. Розраховуємо напругу на дузі за формулою (6):

$$U_d = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{d_e}} I_{зв} \pm 1 = 20 + \frac{0,05 * 315}{3} = 30 \text{ В}.$$

5. Розраховуємо швидкість зварювання за формулою (7), вибравши значення “А” з таблиці 3.

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{36}} = \frac{12000}{315} = 38,4 \text{ м / год.}$$

6. Визначаємо швидкість подачі дроту за формулою (12), попередньо вираховавши α_n за формулою (10):

$$\alpha_n = A + B \frac{I_{36}}{d_e} = 2,3 + 0,065 \frac{31}{3} = 9,12 / \text{Агод.}$$

Вага погонного метра дроту дорівнює:

$$q = \frac{\pi d^2}{4} l \gamma = \frac{3,14 * 0,09}{4} 100 * 7,8 = 56,12 / \text{м.}$$

$$V_{п.д} = \frac{\alpha_n I_{36}}{q} = \frac{9,1 * 315}{56,1} = 51 \text{ м / год.}$$

7. Визначаємо коефіцієнт форми проплавлення за формулою, попередньо вибравши значення К:

$$\psi_{np} = K(19 - 0,01 I_{36}) \frac{d_e U}{I_{36}} = 0,75 * (19 - 0,01 * 315) \frac{3 * 30}{315} = 3,3.$$

8. Визначаємо площу поперечного перерізу за формулою (16):

$$F_n = \frac{\alpha_n I_{36}}{3600 \gamma v_{36}} = \frac{9,1 * 315}{3600 * 7,8 * 1,05} = 0,097 \text{ см}^2 = 9,7 \text{ мм}^2.$$

9. Визначаємо ширину шва за формулою (23):

$$b = \psi_{np} a = 3,3 * 3 = 10 \text{ мм}$$

10. Визначаємо підсилення шва за формулою (25):

$$a = \frac{F_n}{0,73} = \frac{9,7}{0,73 * 10} \approx 1,5 \text{ мм.}$$

Якщо необхідно отримати більше підсилення валика за один прохід, тоді зменшуємо швидкість наплавлення, залишивши інші параметри режиму без зміни.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ8713-70. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Изд. стандартов, 1980.
2. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.Л. Технология и оборудования сварки плавлением.-М.: Машиностроение, 1977, 431 с.-2 прим.
3. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением.-Л.: 1978, 456с.-30 прим.
4. Сварка в машиностроении: Справочник. Т. 2 / Под ред .А.И. Акулова.-М.: Машиностроение, 1978, 402с.-2 прим.
5. Татарин Б.П. Методичні вказівки по розрахунку і вибору параметрів режиму зварювання плавким електродом в захисних газах.-Тернопіль. Каф. ОТЗВ, 1994.-5 прим.
6. Технология сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Акад. Б.Е.Патона.-М.: Машиностроение, 1974, 759 с.-7 прим.
7. Терещенко В.И., Либанов А.В. Выборы и применение способов сварки при изготовлении конструкций.-К.: Наукова думка, 1987, 189 с.-2 прим.