

Навчально-методичний професійно-технічної освіти в Одеській області

ДПТНЗ “Іллічівський професійний судноремонтний ліцей”

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА

УРОКУ ВИРОБНИЧОГО НАВЧАННЯ

ПРОФЕСІЯ : 7212.2 “Електрозварник ручного зварювання”

КВАЛІФІКАЦІЯ – II розряд

ТЕМА ПРОГРАМИ:

“Зварювання вуглецевих сталей”

Тема уроку:

«Знайомство з правилами і прийомами зварювання вуглецевих сталей»

Розробив: майстер виробничого навчання

Миронюк Катерина Василівна

Розглянуто на засіданні обласної
методичної секції гарячої обробки металів
(зварювальних професій, ковалів)
Рекомендовано до використання
в навчальному процесі

Розглянуто на засіданні методичної комісії
зварювально-судноремонтного профілю
Рекомендовано до використання
в навчальному процесі

м. Іллічівськ

2010 рік

ЗМІСТ

УРОК № 1: «Знайомство з правилами і прийомами зварювання вуглецевих сталей»	-3 -
Корисні поради.....	-5 -
Інструктаж з охорони праці з теми.....	-6 -
Інструкційна карта до уроку №1.....	-7-
Тести до уроку.....	-10-
Теоретичні відомості.....	-11-
Критерії оцінювання умінь учнів з теми «Зварювання вуглецевих сталей».....	-13-
Наочні посібники.....	-14-
Література.....	-25-

ПЛАН УРОКУ ВИРОБНИЧОГО НАВЧАННЯ

Професія: «Електрозварник ручного зварювання»

Рівень кваліфікації - 2 розряд

Тема № 9 робочої програми: Зварювання вуглецевих сталей

Тема уроку: Знайомство з правилами і прийомами зварювання вуглецевих сталей.

Мета уроку:

- Навчальна: засвоєння міцного та усвідомленого обсягу зварювання вуглецевих сталей.
- Розвиваюча: формування раціонального мислення, увагу, спостережливості,
- Виховна: виховати культуру навчального процесу.

Тип уроку : формування первинних умінь.

Вид уроку : Вправи

Матеріально – технічне забезпечення:

- Обладнання: випрямлювач зварювальний ВДМ – 1600, баластні реостати;
- Інструменти: молотки, металеві щітки, зубило;
- Пристрої: робоче місце зварника;
- Матеріали: пластини з низьковуглецевої сталі розміром 205x150 (6-20 мм), електроди діаметром 3 мм з якісної обмазки типу Е42.

Міжпредметні зв'язки: Спец технологія, матеріалознавство.

ХІД УРОКУ

I. Організаційна частина (5 хв)

- Перевірка наявності учнів
- Перевірка готовності учнів до уроку
- Інструктаж з охорони праці

II. Вступний інструктаж (40 хв)

- Повідомлення теми і мети уроку:
« Знайомство з правилами і прийомами зварювання вуглецевих сталей»;
- Пояснити яке значення має ця тема для оволодіння професією;
- Перевірка теоретичних знань:

а/ Що називається сталю?

б/ Назвіть особливості зварювання низьковуглецевих сталей.

в/ Що називається зварювальною дугою?

г/ Які можуть бути зварні з'єднання?

д/ Що називається зварювальним постом?

е/ Як обладнується зварювальний пост?

Викладання нового матеріалу

1.Розглянемо низьковуглецеві сталі (0.25% С)

Це добре зварювальні сталі, зварюються без обмежень. Низьковуглецеві сталі зварюються без попереднього підігріву і наступної термообробки.

Рід струму й полярність установлюють залежно від зварювального металу і його товщини.

Швидкість зварювання встановлюється залежно від вибраного способу зварювання, властивостей основного металу, характеристики електрода.

Низьковуглецеві сталі зварюють на максимально можливих режимах, які забезпечують високу продуктивність й високу якість зварного шва та з'єднання.

Швидкість переміщення електрода встановлює зварник.

Стикове з'єднання без скосу кромки зварюють одностороннім швом діаметром 3мм. Пластини товщиною 6мм зварюють двостороннім швом. Дугу переміщуємо таким чином, щоб забезпечувалось проплавлення зварювальних кромки та одержання необхідної якості розплавленого металу при нормальному формуванні шва. Для цього рухи електрода виконуємо у трьох напрямках.

При обриві дуги очищають кратер від шлаку і повторно запалювання виконують перед кратером, потім переміщують електрод назад. Розваривши метал кратера і продовжують зварювання.

а/ Вимоги до зварювальної дуги:

- легко і швидко запалюватися;
- стійко горіти;
- мінімальна чутливість дуги до змін її довжини в заданих межах;
- забезпечувати необхідне проплавлення основного металу;
- відводити кінець електрода від основного металу на відстань 3-5 мм;
- зварювання закінчувати зварюванням кратера.

б/ Можливі види помилок зварювання вуглецевих сталей.

Способи запобігання та усунення помилок:

Тріщина – виділити метал на всю довжину тріщини.

Засвердлили кінці тріщини. Заварити спочатку.

Напливи – зрубати напливи і місце не провару, підварити.

Пори – розчистити шов й знову зварити.

Підріз – усунути дефект підварювання.

- Опитування учнів та пробне виконання ними нових прийомів робіт з метою перевірки засвоєння матеріалу вступного інструктажу.
- Відповідь на запитання учнів.

III. Поточний інструктаж (270 хв)

Основна мета – формування навичок та удосконалення умінь при зварюванні вуглецевих сталей.

Реалізація поточного інструктажу:

- видача завдань для самостійної роботи учнів;
- пояснення послідовності виконання завдань;
- розподіл учнів по робочим місцям;

- повідомлення про критерії оцінювання практичної діяльності учнів;
- перевірка правильності організації робочих місць учнів та дотримання ними правил з охорони праці;
- перевірка правильності виконання учнями прийомів роботи;
- приймання та оцінка роботи.

ІУ. Заключний інструктаж (30 хв)

Підведення підсумків виконання учнями трудових завдань

Основна мета – підвести підсумки виконання завдань, оцінити їх та зробити аналіз їх досягнень.

При проведенні заключного інструктажу:

- аналіз причин помилок учнів та застосування засобів і усунення ;
- повідомлення та обґрунтування оцінок, отримання учнями на уроці;
- аналіз дотримання правил з охорони праці, організація робочого місця.

Видача домашнього завдання :

1. І.В. Гуменюк підручник «Технологія електродугового зварювання » параграф 7.5, параграф 14.4.

2. Повторити з підручника В.В.Хільчевський, С.Є. Кондратюк « матеріалознавство і технологія» параграф 39

План уроку виробничого навчання

склав майстер в/н Миронюк К.В.

ДПТНЗ « Іллічівський професійний судноремонтний ліцей»

КОРИСНІ ПОРАДИ

Зварювальна дуга повинна задовольняти таким вимогам:

- Легко і швидко запалюватися;
- Стійко горіти;
- Мінімальна чутливість дуги до змін її довжини в заданих межах;
- Забезпечувати необхідне проплавлення основного металу;
- Відводити кінець електрода від основного металу на відстань 3-5 мм;
- Зварювання закінчувати зварюванням кратера.

Інструктаж з охорони праці з теми:

«Знайомство з правилами й прийомами зварювання вуглецевих сталей»

Учень-електрозварник повинен:

- Користуватися спецодягом(брезентовий костюм з вогнестійким просочуванням із захисними накладками), спецвзуттям та засобами індивідуального захисту(маску, щиток з світлофільтрами);
- Виконувати тільки зварювання вуглецевих сталей, яка доручена майстром в/н і з якою проінструктований;
- Не допускати знаходження сторонніх осіб на своєму робочому місці.
- Пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці та безпеку учнів, що працюють поруч;
- Вміти користуватися первинними засобами пожежегасіння і вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим;

Вимоги безпеки перед початком роботи

- Надіти спецодяг , спецвзуття, засоби захисту;
- Підготувати робоче місце;
- Перевірити наявність і справність робочого інструменту, пристосувань;
- Одержати завдання від майстра в/н;

Вимоги під час виконання роботи

- Учень повинен слідкувати за дотриманням чистоти і вимог безпеки;
- Забороняється дивитися на електрозварювання незахищеними очами;
- Місце зварювання повинні закриватись переносними щитами чи шторами;
- Одяг та рукавиці зварника не повинні мати мастила, жиру;
- Для захисту очей та обличчя учень повинен користуватись ручним щитком або маскою електрозварника із скляними - світлофільтрами.

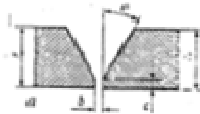
Вимоги безпеки після закінчення роботи

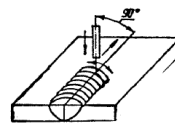
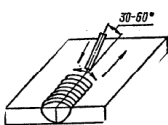
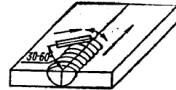
- Після закінчення практичних зварювальних робіт учень зобов'язаний прибрати за собою робоче місце і передати майстру в/н в належному технічному стані;
- Покласти на місце інструменти, інвентар та приладдя;
- Докласти майстру в/н про закінчення роботи;
- Зняти і привести в порядок спецодяг, засоби індивідуального захисту, залишити їх на зберігання в спеціально відведеному місці.

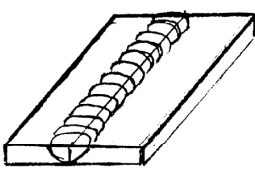
**Інструкційно – технологічна карта по ознайомленню з правилами і
прийомами зварювання вуглецевих сталей**

№ з/п	Прийоми зварювання	Матеріали	Ескіз
1	Підготовлені контрольні планки	Сталь ВСТЗсп	
2	Очищення поверхні планки	Сталь ВСТЗсп	
	Підготовка до зварювання	Сталь ВСТЗсп	
	Виконання стикового зч		

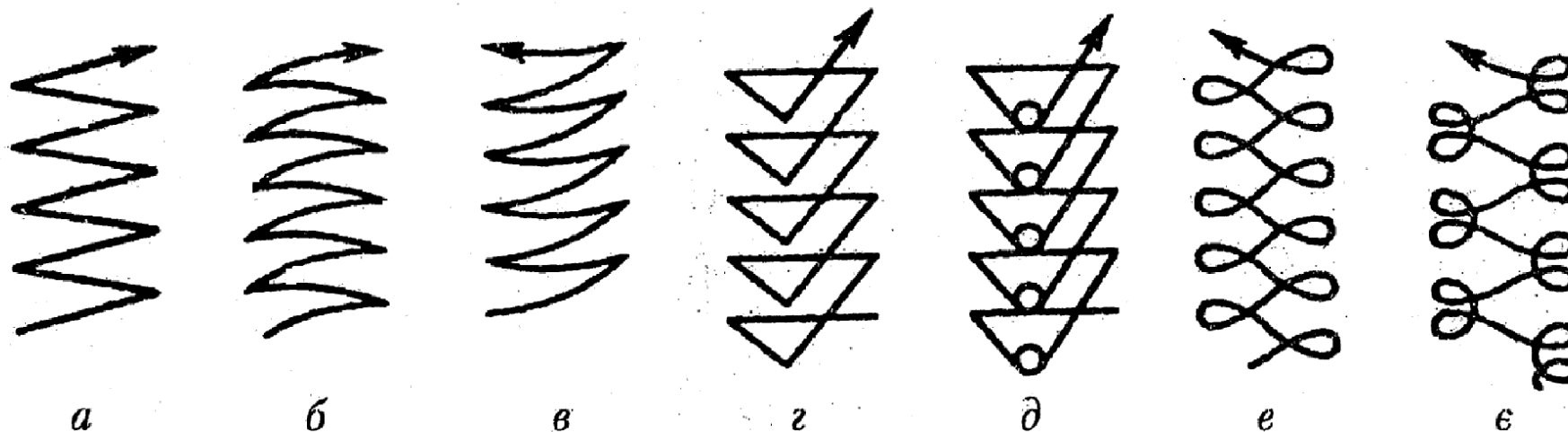
Інструктивна карта по знайомству з правилами і прийомами зварювання вуглецевих сталей

№ п/п	Прийоми зварювання	Матеріали	Ескіз
1.	Підготовлені контрольні планки	Сталь ВСТ3сп	
2.	Очищення поверхні планки	Сталь ВСТ3сп	
3.	Підготовка до зварювання	Сталь ВСТ3сп	

4.	Виконання стикового з'єднання (Вертикально розташованим електродом)	Сталь ВСТ3сп Електрод Ф3 мм з якісної обмазки типу Е 42	
5.	Виконання стикового з'єднання (кутом назад)	Сталь ВСТ3сп	
6.	Виконання стикового з'єднання (кутом вперед)	Сталь ВСТ3сп	

7.	Перевірка якості зварного шва.	Сталь ВСТ3сп	
----	--------------------------------	-----------------	--

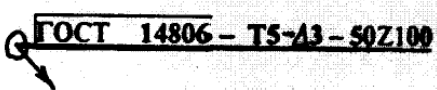
Термін виконання – 4 академічні години



Коливальні рухи кінцем електрода впоперек шва:

а — прями за ламаною лінією; *б* — півмісяцем, повернутим кінцями до шва; *в* — півмісяцем, повернутим кінцями в напрямку зварювання; *г* — трикутником; *д* — трикутником із затримкою електрода в корені шва; *е* і *є* — петлеподібні

Тести до уроку виробничого навчання з професії електрозварник ручного зварювання

<i>Зміст тексту</i>	<i>Відповідь</i>
1. Яка допустима довжина з'єднувальних проводів між мережею живлення та пересувним зварювальним апаратом	1. Не більше 10 м 2. Не більше 15 м 3. Не більше 20 м
2. Для яких цілей призначено осцилятор	1. Для регулювання зварювального струму 2. Для забезпечення запалення дуги 3. Для вимірювання потужності зварювального струму
3. Як називається відстань між поверхнею основного металу та дном кратера	1. Глибина кратера 2. Розміри зварювального шва 3. Глибина провару
4. Що є основним показником зварювальності вуглеводних сталей	1. Дотримання технології 2. % вміст вуглеводу в сталі 3. Якість зварювання
5. Як розташована прихватка при з'єднанні довгих листів в тавр	1. На кінцях з'єднання 2. З середини з'єднання 3. Симетрично
6. Для чого використовується принцип зворотньодрабинної зварки	1. Для збільшення швидкості зварювання 2. Для збільшення глибини провару 3. Для рівномірного нагрівання металу шва за довжиною
7. Від чого утворюються підрізи на швах	1. Малий зварювальний струм, обрив дуги 2. Недостатній зварювальний струм, брудні кромки 3. Великий зварювальний струм, довга дуга
8. Чим перевіряються унутрішні дефекти швів	1. Водю та керосином 2. Рентгено- і гама опромінюванням 3. Зовнішній огляд
9. Що означає умовне позначення на кресленні 	1. Шов стикового з'єднання заварений по периметру. Ширина шва 3 мм, довжина 100 мм, шаг 50 мм 2. Шов таврового з'єднання, катет 3 мм, довжина 100 мм., шаг 50 мм 3. Шов нахльостаного з'єднання з однієї сторони довжиною 50 мм, з другої 100 мм, катет 3 мм.

Теоретичні відомості

Тема: «Знайомство з правилами й прийомами зварювання вуглецевих сталей»

Більшість зварних конструкцій виготовляють із низько вуглецевих сталей, які містять до 0.25 вуглецю. Вони відносяться до добре зварюваних сталей практично всіма видами зварювання плавленням. Низьковуглецеві сталі зварюються без обмежень при використанні типових зварювальних матеріалів.

Для забезпечення стійкості швів проти утворення тріщин і збереження високої пластичності металу шва, зварювальні матеріали повинні містити менше вуглецю, ніж основний метал, що комплексується додатковим легуванням шва кремнієм і марганцем.

При виготовленні конструкцій із низьковуглецевих сталей широко використовується ручне зварювання покритими електродами.

Низьковуглецеві сталі зварюються на максимально можливих режимах, які забезпечують високу продуктивність й високу якість зварного шва та з'єднання. Під якістю розуміють відсутність дефектів (газових пор, підрізів, відшарування металу шва, не провару шлакових включень), а також одержання механічних властивостей, які відповідають технічним вимогам.

Режим зварювання – це сукупність різних факторів зварювального процесу, які забезпечують стійке горіння дуги і одержання швів заданих розмірів, форми та якості. До таких факторів відносяться: діаметр електрода, сила зварювального струму, тип і марка електрода, напруга на дузі, рід і полярність зварювального струму, швидкість зварювання, розташування шва у просторі, попередній підігрів і наступна термічна обробка.

Діаметр електрода встановлюється залежно від товщини зварювального металу типу зварного з'єднання, розташування шва у просторі, розмірів деталі й складу зварюваного металу.

Вибір діаметра електрода залежно від товщини металу

Товщина зварюваного металу, мм 9 – 12

Діаметр електрода, мм 4 - 5

Для зварювання вертикальних, горизонтальних і стельових швів, незалежно від товщини металу, застосовують електроди діаметром до 4 мм, оскільки при цьому легше запобігти скапуванню рідкого металу.

Напруга на дузі прямо залежить від довжини і становить 16-40 В. Зварювати слід короткою дугою з напругою 16-20 В. Нормальною вважається дуга довжиною (0,5-1,1) de, залежно від типу марки електрода і положення зварювання у просторі.

Рід струму й полярність установлюють залежно від зварювального металу і його товщини. На прямій полярності зварюють товсті метали, тому що на основному металі виділяється більше тепла.

Зворотну полярність використовують для зварювання тонких металів, щоб уникнути пропалів і при зварюванні високолегованих сталей для зменшення їх перегрівання.

Швидкість зварювання встановлюється залежно від вибраного способу зварювання, властивостей основного металу, характеристики електрода тощо.

Швидкість переміщення електрода встановлює зварник. Найзручнішим є нижнє положення, яке забезпечує високу якість зварного шва.

Стикові з'єднання без скосу кромки зварюють односторонніми швами із застосуванням електродів діаметром рівним товщині металу, якщо вона не перевищує 4 мм. Дугу збуджують із краю скосу кромки, а потім, перемістивши її вниз, проварюють корінь шва. На скосах кромки рух електрода уповільнюють, щоб краще їх проварити. При переході дуги з однієї кромки на іншу швидкість руху електрода збільшують для того, щоб уникнути пропалу в місці зазору.

Листи без скосу кромки товщиною 4-8 мм зварюють двостороннім швом.

Для правильного ведення зварювальних робіт необхідно, щоб зварювальна дуга задовольняла такі умови:

- легко і швидко запалюватися;
- стійко горіти;
- чутливість дуги до зміни її довжини в заданих межах повинна бути мінімальною;
- забезпечувати необхідне проплавлення основного металу.

Запалювання зварювальної дуги проводиться короточасним дотиком кінця електрода до виробу. Внаслідок протікання струму короткого замикання і наявності контактної опору торець електрода швидко нагрівається до високої температури, при якій після відриву електрода під впливом термо - і автоелектронної емісії проходить іонізація газового проміжку і виникає зварювальна дуга. Для цього зварнику необхідно відвести кінець електрода від основного металу на відстань 3-5 мм.

Запалювання дуги можна виконувати двома способами: впритул-короточасним дотиком кінця електрода до поверхні виробу й прямим відривом електрода після короткого замикання; чирканням – рухом кінця електрода як сірником.

В кінці шва не можна відразу обривати дугу і залишати кратер. Це може спричинити появу тріщин через вміст у кратері шкідливих домішок, насамперед сірки й фосфору. Не рекомендується також заварювати кратер декількома обривами і запалюванням дуги через утворення оксидних забруднень металу. Зварювання закінчують заварюванням кратера. Для цього електрод тримають нерухомо до природного обриву дуги або сильно вкорочують дугу до частих коротких замикань, після чого дугу різко обривають.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ УМІНЬ УЧНІВ З ТЕМИ

«Зварювання вуглецевих сталей»

Професія — 7212.1. Електрозварник ручного зварювання

Кваліфікація — 2 розряд

Бали	Уміє
1	Учень повинен вміти підготувати контрольну планку до направлення.
2	Учень має перевірити заземлення випрямляча Приєднати прямий та зворотній кабель. Підібрати полярність.
3	Учень має перевірити електрод на відсутність дефектів: цілісність покриття, ексцентричність стержня електроду.
4	Учень має підібрати діаметр електроду залежно від товщини планки.
5	Учень має вміти вмикати випрямляч.
6	Учень має вміти в ставити електрод в електродотримач
7	Учень має підібрати режими наплавлення залежно від товщини планки та діаметру електрода.
8	Учень повинен вміти запалювати дугу кількома способами
9	Учень повинен вміти наплавити нитковий валик без коливань електроду виконуючи тільки перший поступальний та рух вздовж осі шва.
10	Учень має виконувати запалення дуги після обриву.
11	Учень має виконувати наплавлення валика з коливанням електроду, виконуючи наплавлення з різною швидкістю.
12	Учень має виконувати наплавлення валика використовуючи режими зварювання для одержання наплавлених валиків різної ширини та глибини проводу.

Наочні посібники

СВАРОЧНАЯ ДУГА ВОЗНИКНОВЕНИЕ

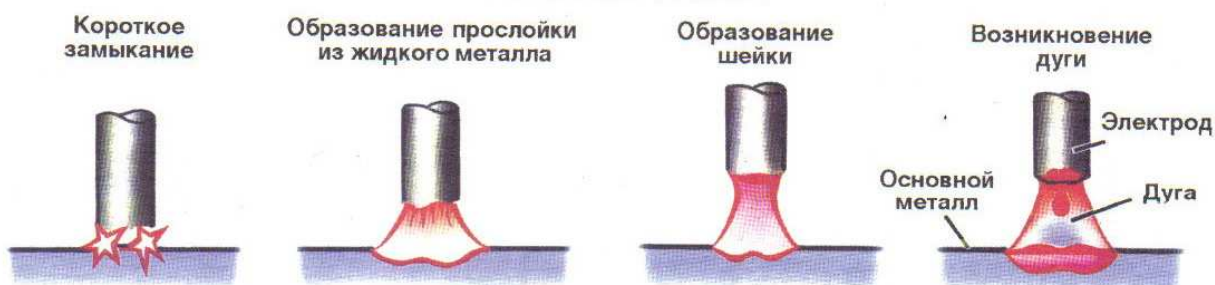
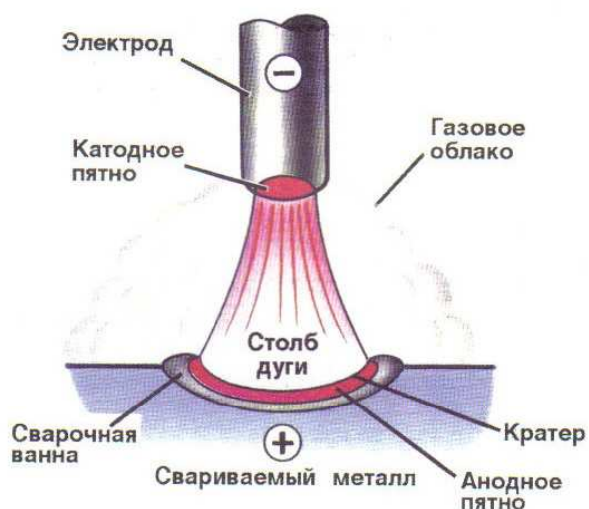


СХЕМА ГОРЕНИЯ



ПРОЦЕССЫ

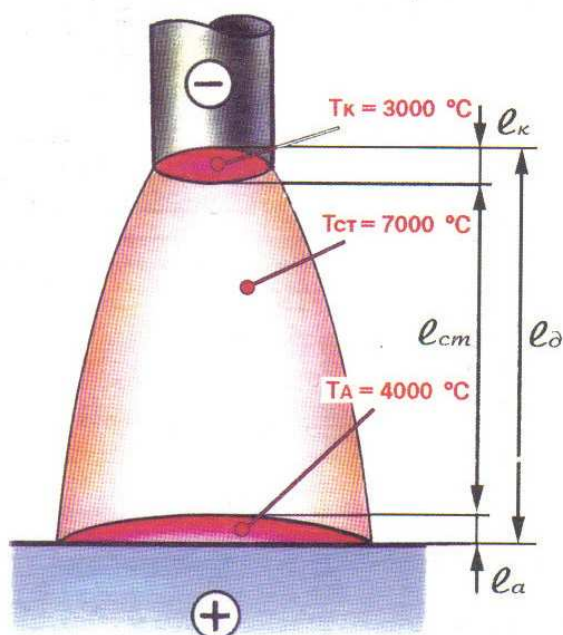
ЭМИССИЯ – появление электронов проводимости

ИОНИЗАЦИЯ – образование положительно заряженных частиц

РЕКОМБИНАЦИЯ – объединение отрицательных электронов и положительных ионов в нейтральные атомы



СТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ



l_k - катодная область

l_a - анодная область

$l_{ст}$ - столб дуги

l_d - длина дуги

$l_d = l_a + l_k + l_{ст}$

$l_a \approx l_k = 10^{-5} \div 10^{-3} \text{ см}$

ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ ДУГИ

$$Q = 0,24 k I_{св} U_d,$$

где Q - тепловая мощность, кал/с;
 0,24 - коэффициент перевода электрических величин в тепловые, кал/Вт · с;
 k - коэффициент снижения мощности дуги при сварке на переменном токе (0,7-0,97);

$I_{св}$ - сварочный ток, А;

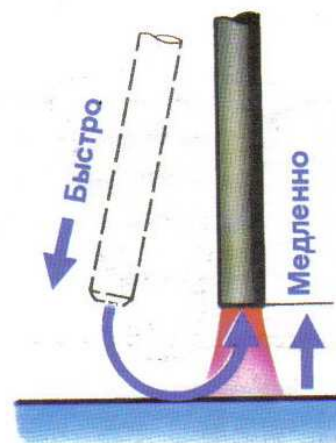
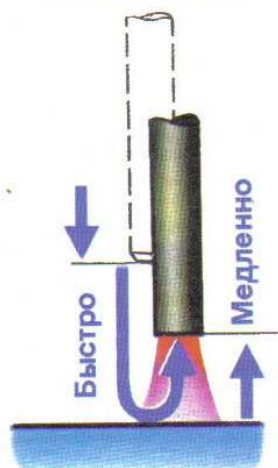
U_d - напряжение на дуге, В

СПОСОБЫ ЗАЖИГАНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

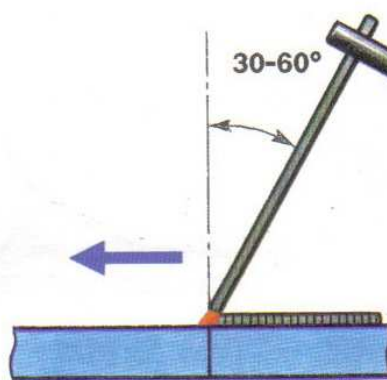
КАСАНИЕМ

ЧИРКАНЬЕМ

Дугу зажигают коротким прикосновением электрода к изделию (впритык) или чирканьем концом электрода о поверхность металла ("спичкой"). Способ "спичкой" предпочтительнее, но он неудобен в узких, труднодоступных местах

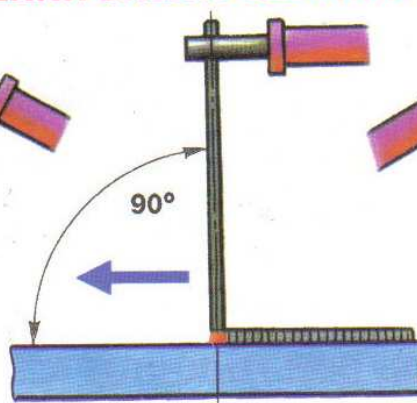


ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА ПРИ СВАРКЕ



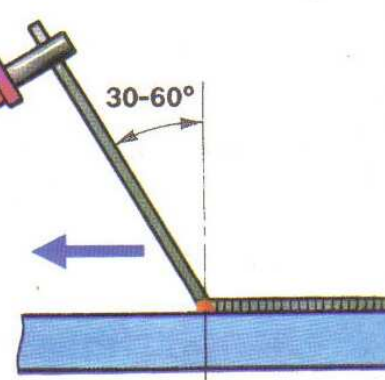
"УГЛОМ ВПЕРЕД"

Горизонтальные, вертикальные, потолочные швы, сварка неповоротных стыков труб



"ПОД ПРЯМЫМ УГЛОМ"

Сварка в труднодоступных местах

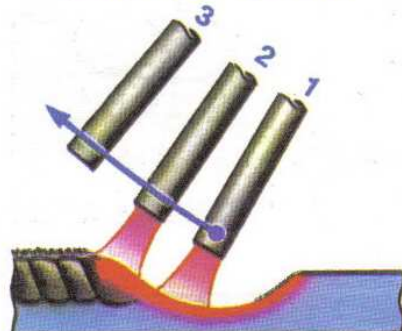


"УГЛОМ НАЗАД"

Угловые и стыковые соединения

ОКОНЧАНИЕ СВАРКИ

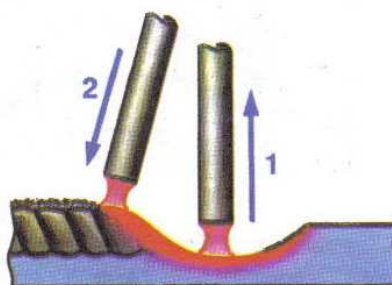
ОБРЫВ ДУГИ



В конце шва нельзя обрывать дугу сразу. Электрод перемещают на верхний край сварочной ванны (1-2) и затем быстро отводят (3) от кратера

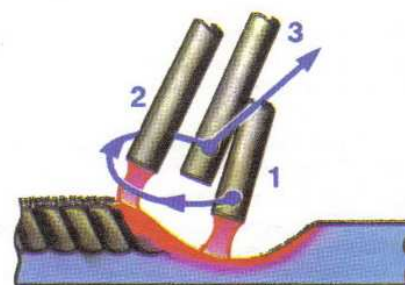
ЗАВАРКА КРАТЕРА

1-й способ



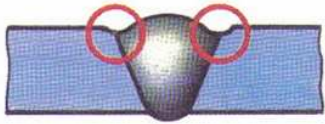
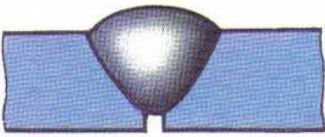
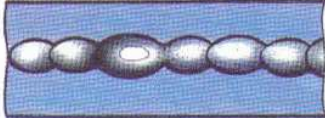
Дугу обрывают в конце сварного шва (1), а затем повторно зажигают (2) для формирования необходимой высоты шва

2-й способ



Из положения 1, не обрывая дуги, смещают электрод на 10-15 мм в положение 2, а затем в положение 3, после чего дугу обрывают

ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ

НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА	НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА
КРАТЕРЫ 	- Обрыв дуги - Неправильное выполнение конечного участка шва	ПОДРЕЗЫ 	- Большой сварочный ток - Длинная дуга - При сварке угловых швов - смещение электрода в сторону вертикальной стенки
ПОРЫ 	- Быстрое охлаждение шва - Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.п. - Непросушенные электроды - Высокая скорость сварки	НЕПРОВАР 	- Малый угол скоса вертикальных кромок - Малый зазор между ними - Загрязнение кромок - Недостаточный сварочный ток - Завышенная скорость сварки
ВКЛЮЧЕНИЯ ШЛАКА 	- Грязь на кромках - Малый сварочный ток - Большая скорость сварки	ПРОЖОГ 	- Большой ток при малой скорости сварки - Большой зазор между кромками - Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка
НЕСПЛАВЛЕНИЯ 	- Плохая зачистка кромок - Большая длина дуги - Недостаточный сварочный ток - Большая скорость сварки	НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА 	- Неустойчивый режим сварки - Неточное направление электрода
НАПЛЫВ 	- Большой сварочный ток - Неправильный наклон электрода - Излишне длинная дуга	ТРЕЩИНЫ 	- Резкое охлаждение конструкции - Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях - Повышенное содержание серы или фосфора
СВИЩИ 	- Низкая пластичность металла шва - Образование закалочных структур - Напряжение от неравномерного нагрева	ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА 	- Чрезмерный нагрев околошовной зоны - Неправильный выбор тепловой мощности - Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

ПО НАЗНАЧЕНИЮ		ОБОЗНАЧЕНИЕ
Сварка углеродистых и низколегированных сталей конструкционных с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа	9 типов Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60	У
Сварка легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа	5 типов Э70, Э85, Э100, Э125, Э150	П
Сварка легированных теплоустойчивых сталей	9 типов Э09М, Э09МХ и др.	Т
Сварка высоколегированных сталей с особыми свойствами	49 типов Э12Х13, Э06Х13М, Э10Х17Т и др.	В
Наплавка поверхностных слоев с особыми свойствами	44 типа Э10Г2, Э11Г3, Э16Г2ХМ и др.	Н

ПО ВИДУ ПОКРЫТИЯ		ОБОЗНАЧЕНИЕ
Сварка во всех пространственных положениях постоянным и переменным током. Не рекомендуется для сталей с повышенным содержанием серы и углерода. Недостаток: возможны трещины в швах, сильное разбрызгивание	Кислые	А
Сварка во всех пространственных положениях постоянным и переменным током	Рутиловые	Р
Сварка постоянным током обратной полярности во всех пространственных положениях металла большой толщины	Основные	Б
Сварка во всех пространственных положениях постоянным и переменным током. Целесообразны на монтаже. Не допускают перегрева. Большие потери на разбрызгивание	Целлюлозные	Ц
Сварка конструкций и трубопроводов во всех положениях шва, кроме потолочного, при низком расходе на 1 кг наплавленного металла	Смешанного типа	РЦЖ*
*С железным порошком		

ПО ДОПУСТИМЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПОЛОЖЕНИЯМ ШВА	
Для сварки во всех положениях	1
Для сварки во всех положениях, кроме вертикального сверху вниз	2
То же, кроме вертикального сверху вниз и потолочного	3
Для швов нижнего и нижнего "в лодочку"	4

ПО РОДУ И ПОЛЯРНОСТИ СВАРОЧНОГО ТОКА		
Переменный ток (U _{сх} , В)	Постоянный ток (полярность)	Обозначение
Не применяется	обратная	0
50 ± 5	любая	1
	прямая	2
	обратная	3
70 ± 10	любая	4
	прямая	5
	обратная	6
90 ± 5	любая	7
	прямая	8
	обратная	9

СВАРИВАЕМОСТЬ СТАЛЕЙ

СВАРИВАЕМОСТЬ - способность металлов образовывать качественное сварное соединение, удовлетворяющее эксплуатационным требованиям

ЭКВИВАЛЕНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА $C_{эк}$ - количественная характеристика свариваемости. Она определяется по формуле:

$$C_{эк} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15},$$

где C - содержание углерода, %;
Mn, Cr... - содержание легирующих элементов, %

ГРУППА СВАРИВАЕМОСТИ	$C_{эк}$ %	МАРКИ СТАЛЕЙ		
		Углеродистые	Легированные	Высоколегированные
I Хорошая	До 0,25 вкл	ВСт1; ВСт2; ВСт3; ВСт4; Стали 08; 10; 15; 20; 25	15Г; 20Г; 15Х; 15ХА; 20Х; 15ХМ; 20ХГСА; 10ХСНД; 10ХГСНД; 15ХСНД	08Х20Н14С2; 20Х23Н18; 08Х18Н10; 12Х18Н9Т; 15Х5
II Удовлет- ворительная	Свыше 0,25 до 0,35 вкл.	ВСт5; Стали 30; 35	12ХН2; 12ХН3А; 20ХН3А; 20ХН; 20ХГСА; 30Х 30ХМ; 25ХГСА	30Х13; 12Х17; 25Х13Н2
III Ограниченная	Свыше 0,35 до 0,45 вкл	ВСт6 Стали 40; 45	35Г; 40Г; 45Г; 40Г2; 35Х; 40Х; 45Х; 40ХМФА; 40ХН; 30ХГС; 30ХГСА; 35ХМ; 20Х2Н4МА	17Х18Н9; 12Х18Н9; 36Х18Н25С2; 40Х9С2
IV Плохая	Свыше 0,45	Стали 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85	50Г; 50Г2; 50Х; 50ХН; 45ХН3МФА; ХГС; 6ХС; 7Х3	40Х10С2М; 40Х13; 95Х18; 40Х14Н14В2М; 40Х10С2М

ГРУППА СВАРИВАЕМОСТИ	УСЛОВИЯ СВАРКИ
I	Без ограничений, в широком диапазоне режимов сварки независимо от толщины металла, жесткости конструкций, температуры окружающей среды
II	Сварка только при температуре окружающей среды не ниже - 5 °С, толщине металла менее 20 мм при отсутствии ветра
III	Сварка с предварительным или сопутствующим подогревом до 250 °С в жестком диапазоне режимов сварки
IV	Сварка с предварительным и сопутствующим подогревом, термообработкой после сварки

СТАЛЬ НИЗКОЛЕГИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ (ГОСТ 19282-73)

ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ
ИМЕЮТ
БУКВЕННО-ЦИФРОВОЕ
ОБОЗНАЧЕНИЕ

Первые две цифры означают содержание углерода в сотых долях процента. Цифры после букв - содержание легирующего элемента в %. Отсутствие цифры после буквы указывает, что данного элемента содержится около 1%

МАРКА	%C	%Si	%Mn	%Cr	%Ni	%Cu	Предел прочности, МПа
09Г2	0,12	0,37	1,8	0,3	0,3	0,3	440
09Г2С	0,12	0,7	1,7	0,3	0,3	0,3	496
14Г2	0,12-0,18	0,37	1,6	0,3	0,3	0,3	460
10Г2С	0,12	1,1	1,65	0,3	0,3	0,3	490
15ХСНД	0,12-0,18	0,7	0,7	0,9	0,6	0,4	490-687
10ХСНД	0,12	1,1	0,8	0,9	0,8	0,6	530-687
17ГС	0,14-0,20	0,6	1,4	0,3	0,3	0,3	510
17Г1С	0,15-0,20	0,6	1,6	0,3	0,3	0,3	510
17Г1С-У	0,15-0,20	0,6	1,55	0,3	0,3	0,3	510-628

СТАЛИ И СПЛАВЫ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ (ГОСТ 5632-72)

обла- дают стойкостью против различных видов коррозии		- стойкие против химического разрушения поверхно- сти в газовых средах при $t > 550^{\circ}\text{C}$. Работают в ненагруженном или сла- бонагруженном состоянии		работают в нена- груженном или слабонагруженном состоянии при высоких t° в течение определенного времени. Достаточно жаростойки	
МАРКА	Предел прочности, МПа	МАРКА	Предел прочности, МПа	МАРКА	Предел прочности, МПа
12Х18Н9	530	12МХ	420	08Х15М24В4ТР	880
12Х18Н9Т	530	12Х1МФ	480	ХН70Ю	880
17Х18Н9	588	25Х1МФ	900	ХН35ВТЮ	930
08Х22Н6Т	588	25Х2М1Ф	800	ХН70ВМЮТ	980
20Х20Н14С2	630	25Х3МВФ	900	ХН77ТЮР	1080

АРМАТУРНЫЕ СТАЛИ **свариваемые**

КЛАСС СТАЛИ	МАРКА СТАЛИ	Предел прочности, МПа	Диаметр стержня, мм
A-I	Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс	373	5,5-40
A-II	Ст5сп, Ст5пс, 18Г2С	420	10-80
Ac-II	10ГТ	441	10-32
A-III	35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс	590	6-40
At-IIIc	Ст5сп, Ст5пс	590	6-40
A-IV	80С, 20ХГ2Ц	883	10-32
At-IV	20ГС	780	10-40
At-IVc	25Г2С, 35ГС, 28С, 27ГС	780	10-40
At-IVк	10ГС2, 08Г2С, 25С2Р	780	10-32
A-V	23Х2Г2Т	1030	10-32
At-V	20ГС, 20ГС2, 10ГС2, 08Г2С, 25Г2С, 28С и др.	980	18-32
At-Vк	35ГС, 25С2Р	980	18-32
A-VI	22Х2Г2АВ, 22Х2Г2Р, 20Х2Г2СР	1230	10-22
A-VII	30ХС2	1370-1420	10-32

СТАЛИ ДЛЯ СВАРКИ КОНСТРУКЦИЙ

КЛАССИФИКАЦИЯ		Содержание углерода, %	Содержание легирующих элементов, %
УГЛЕРОДИСТЫЕ	Низкоуглеродистые	До 0,25	0
	Среднеуглеродистые	0,25 - 0,6	0
	Высокоуглеродистые	0,6 - 2,0	0
ЛЕГИРОВАННЫЕ	Низколегированные	РАЗЛИЧНО	До 2,5
	Среднелегированные		2,5 - 10,0
	Высоколегированные		Более 10,0

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА (ГОСТ 380-71*)

Подразделяется на 3 группы

Согласно СНиП II-23-81 для сварки конструкций используются только стали группы В с номером марки 3

ГРУППА	МАРКА СТАЛИ	МАРКА	% углерода	Предел прочности, МПа
А	Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6	ВСт 3 кп	0,14 - 0,22	360 - 460
		ВСт 3 пс		370 - 480
Б	БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5	ВСт 3 сп		380 - 500
		ВСт 3 Гпс		370 - 490
В	ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5	ВСт 3 Гсп		390 - 570
		кп-кипящая, пс-полуспокойная, сп-спокойная, Г-с содержанием марганца до 1 %		

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ (ГОСТ 1050-74)

Обозначается цифрой, соответствующей % содержания углерода в сотых долях

МАРКА	% УГЛЕРОДА	Предел прочности, МПа	МАРКА	% УГЛЕРОДА	Предел прочности, МПа
05кп	Не более 0,06	320	15Г	0,12 - 0,19	410
08кп, 08	0,05 - 0,12	330	20Г	0,17 - 0,24	430
10кп, 10	0,07 - 0,14	340	25Г	0,22 - 0,30	460
15кп, 15	0,12 - 0,19	380	30Г	0,27 - 0,35	540
20кп, 20	0,17 - 0,24	420	35Г	0,32 - 0,40	600 - 720
25	0,22 - 0,30	460	40Г	0,37 - 0,45	790 - 820
30	0,27 - 0,35	470	45Г	0,42 - 0,50	780 - 1310
35	0,32 - 0,40	530			
40	0,37 - 0,45	570			
45	0,42 - 0,50	600			

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

химических элементов, используемых как легирующие добавки

N Азот А	Nb Ниобий Б	W Вольфрам В	Mn Марганец Г	Cu Медь Д	Se Селен Е
Co Кобальт К	Mo Молибден М	Ni Никель Н	P Фосфор П	B Бор Р	Si Кремний С
Ti Титан Т	C Углерод У	V Ванадий Ф	Cr Хром Х	Zr Цирконий Ц	Al Алюминий Ю

ОБОРУДОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА

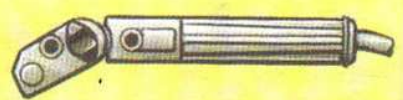
ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛИ



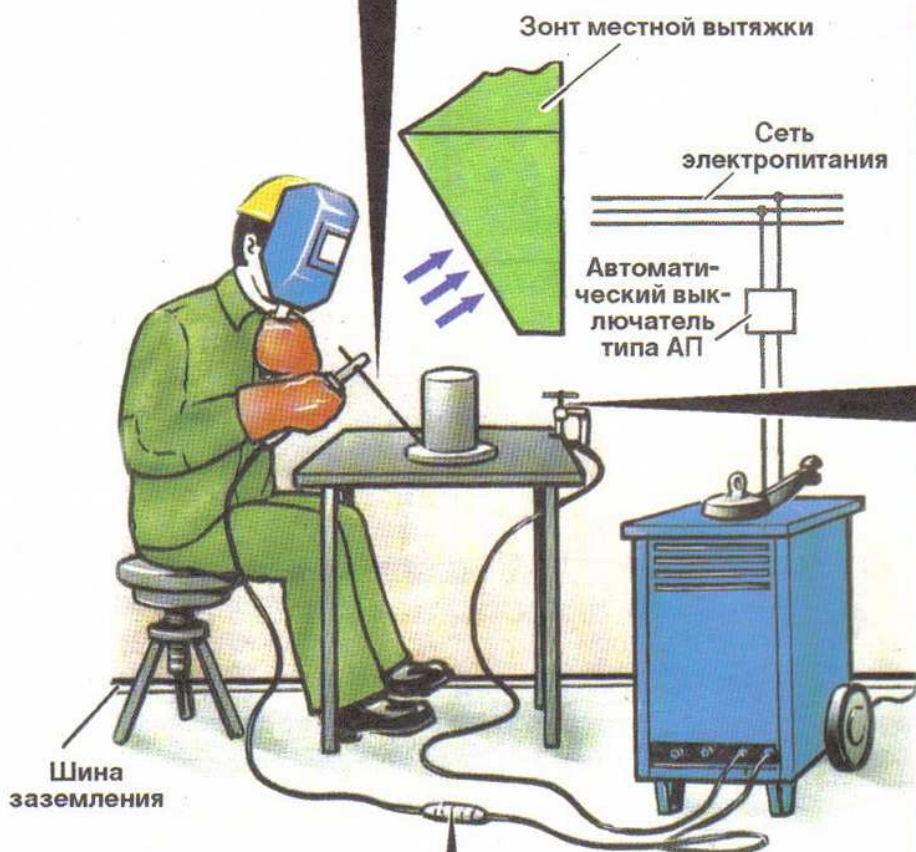
Пассатижный



Винтовой



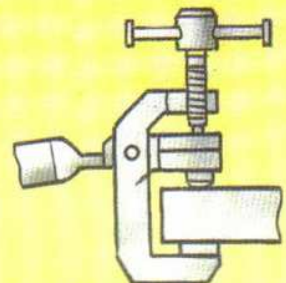
Клиновой



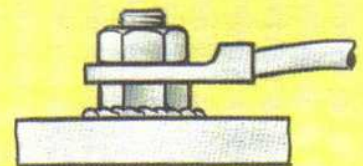
ТОКОПОДВОДЯЩИЕ ЗАЖИМЫ



Быстродействующий пружинный



С винтовой струбциной



Приваренный к столу

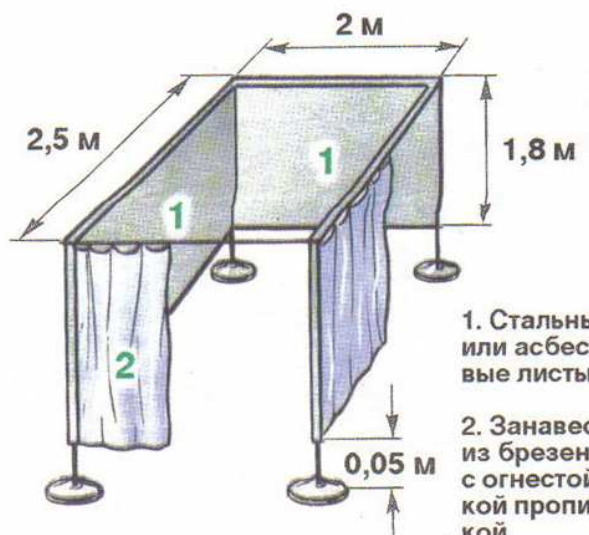
СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ МУФТА



СВАРОЧНЫЙ КАБЕЛЬ марок ПРГ, ПРГД, КРПП, КРПГ

Сварочный ток, А	Сечение провода, мм ²
100	10
200	25
300	35
400	50
500	70

ОГРАЖДЕНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА



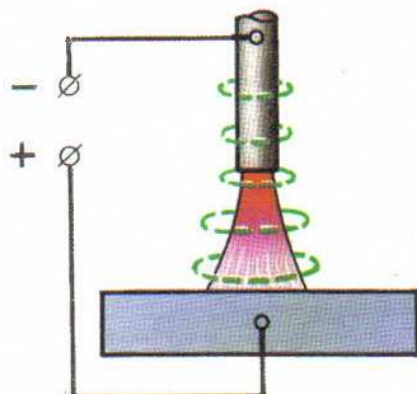
1. Стальные или асбестовые листы
2. Занавески из брезента с огнестойкой пропиткой

ПРИЧИНЫ ОТКЛОНЕНИЯ ДУГИ

- При несимметричном относительно дуги подводе тока к изделию дуга из-за воздействия магнитных полей искривляется
- Отклонение дуги может быть вызвано также присутствием ферромагнитных масс вблизи сварки
- Из-за этого стабильность горения дуги нарушается, затрудняется процесс сварки

МАГНИТНОЕ ДУТЬЕ

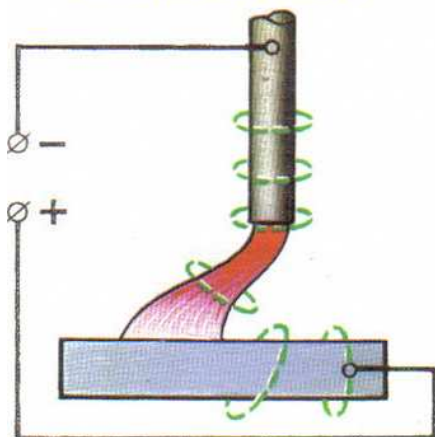
Нормальное положение дуги



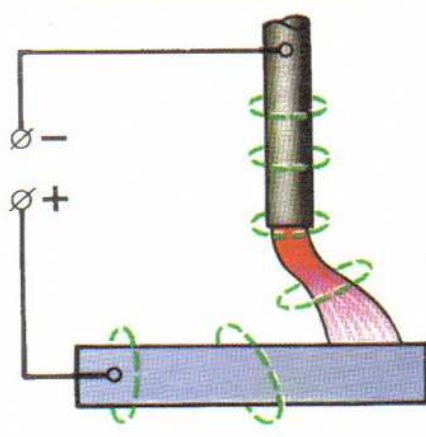
МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

- Сварка короткой дугой
- Подвод сварочного тока в точке, максимально близкой к дуге
- Изменение наклона электрода
- Размещение у места сварки компенсирующих ферромагнитных масс
- Использование трансформаторов или инверторных источников питания

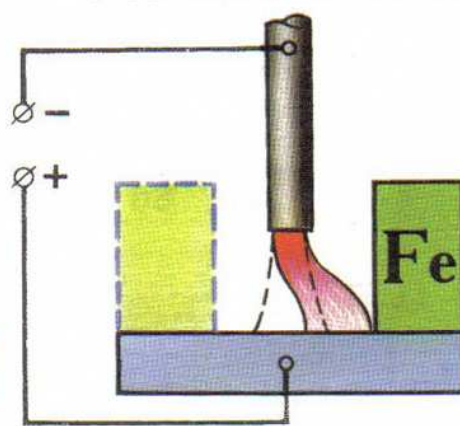
Отклонение влево



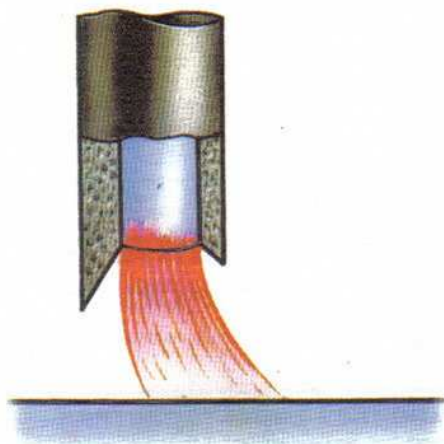
Отклонение вправо



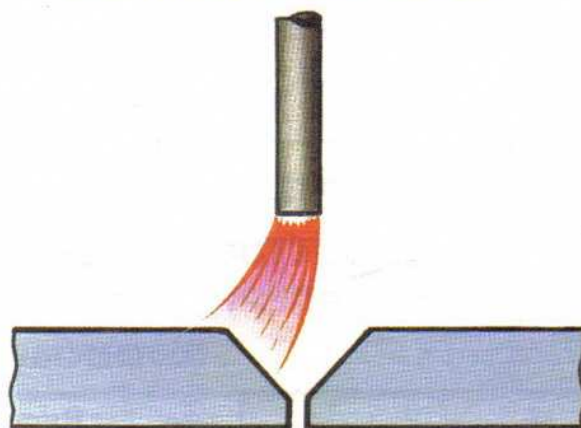
Действие ферромагнитной массы



НЕСИММЕТРИЧНОСТЬ ОБМАЗКИ ("КОЗЫРЯНИЕ" ЭЛЕКТРОДА)



ХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ СВАРИВАЕМОЙ СТАЛИ

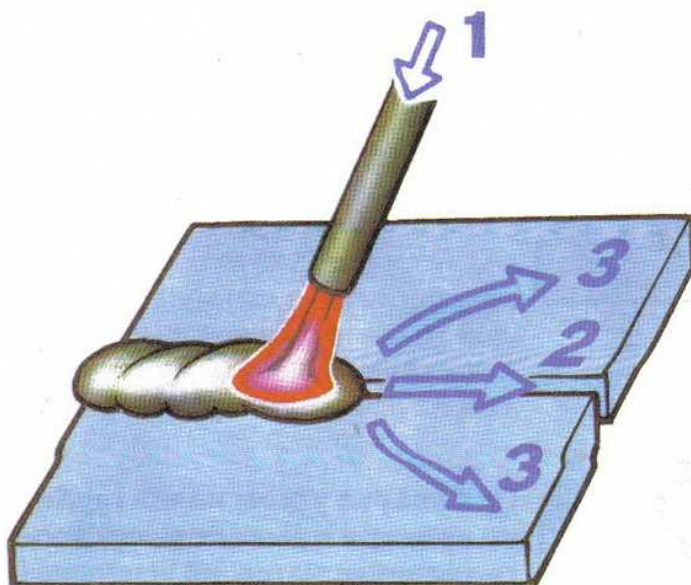


МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

- Изменение угла наклона электрода к изделию
- Сварка короткой дугой
- Применение инверторных источников питания

- Использование стабилизаторов дуги
- Изменение угла наклона электрода к изделию
- Применение источников переменного тока и инверторных

МАНИПУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДОМ



ЭЛЕКТРОД ПЕРЕМЕЩАЮТ В ТРЕХ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ:

1. **ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ** - вдоль оси электрода. Обеспечивает подачу электрода, постоянство длины дуги и скорости плавления
2. **ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ** - вдоль оси шва. Обеспечивает необходимую скорость сварки и качественное формирование шва
3. **КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ** - поперек оси шва для прогрева кромок. Этими движениями за один проход получают шов шириной до 4-х диаметров электрода, а без них - 1,5 диаметра. Поперечные движения можно исключить при сварке тонких листов или при прохождении первого (корневого) шва многослойной сварки

ВИДЫ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ (ПОПЕРЕЧНЫХ) ДВИЖЕНИЙ КОНЦА ЭЛЕКТРОДА

Прямые по ломаной линии (зигзагообразные) шаг 2-3 мм Применяют для получения наплавленных валиков при сварке встык без скоса кромок в нижнем положении и если нет вероятности прожечь деталь	Полумесяцем вперед Для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметром до 4 мм	Полумесяцем назад Для сварки в нижнем положении, а также для вертикальных и потолочных швов с выпуклой наружной поверхностью
Треугольником Для угловых швов с катетом более 6 мм и стыковых швов со скосом кромок в любом пространственном положении. Дает хороший провар корня шва	Треугольником с задержкой электрода в корне шва Для сварки толстостенных конструкций с гарантированным проплавлением корневого участка шва	Петлеобразные Для усиленного прогрева кромок шва, особенно при сварке высоколегированных сталей. Электрод задерживают на краях, чтобы не было прожога в центре шва или вытекания металла при сварке вертикальных швов

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- Шебеко Л.П. «Производственное обучение электрогазосварщика», Москва, Высшая школа, 1984 г.
- І.В. Гуменюк, О.Ф. Іваськів, О.В. Гуменюк «Технологія електродугового зварювання» - К. Грамота 2006 рік.
- О.Г. Александров, І.І. Заруба, І.В. Пінковський «Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням» - К.Техніка 1998 рік.
- С.С.Шевчук «Урок виробничого навчання у ПТНЗ» (методичні рекомендації) - Донецьк 2004 рік.
- В.В. Хільчевський, С.Є. Кондратюк, В.О. Степаненко, К.Г.Лопатько «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів» – К.Либідь 2002 рік.
- М.Е. Дриц, М.П. Москалёв «Конструкционные материалы и материаловедение» – Вища школа 1990 рік.
- Р.А. Равлусевич, А.З. Глебов «Инструмент и средства защиты электросварщика», Москва «Машиностроение», 1984 г.
- В.П. Фоминих, А.П. Яковлев «Ручная дуговая сварка», Москва «Высшая школа», 1986 г.
- В.М. Рыбаков «Дуговая и газовая сварка», Москва «Высшая школа», 1981 г.
- Л.С. Сапиро «Справочник сварщика», Донбас 1975 г.
- Б.П. Конищев, С.А. Курланов «Справочные материалы для дуговой сварки», Москва 1989 г.
- Г.Г.Чернышов, В.Б. Мордынский «Справочник молодого электросварщика по ручной дуговой сварке», Москва 1987
- В.П. Фоминих «Методика практического обучения сварщиков ручной дуговой сварки», Москва «Высшая школа». 1979г.
- В.Н. Вовченко, А.К. Гуревич «Контроль и качество сварочных работ», Москва «Машиностроение», 1975 г