



ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

«Зварювальне виробництво»

Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lekz10_TKM_1M_GDB_7.11.14



План лекції

1. Види зварних з'єднань
2. Автоматичне та напіваавтоматичне дугове зварювання
3. Електрошлакове зварювання та зварювання в захисних газах
4. Стикове, точкове та шовне зварювання
5. Будова пальника газового
6. Зварювальне полум'я
7. Плазмове зварювання, зварювання вибухом та лазерне зварювання
8. Дефекти зварних з'єднань



Види зварних з'єднань

Стикові

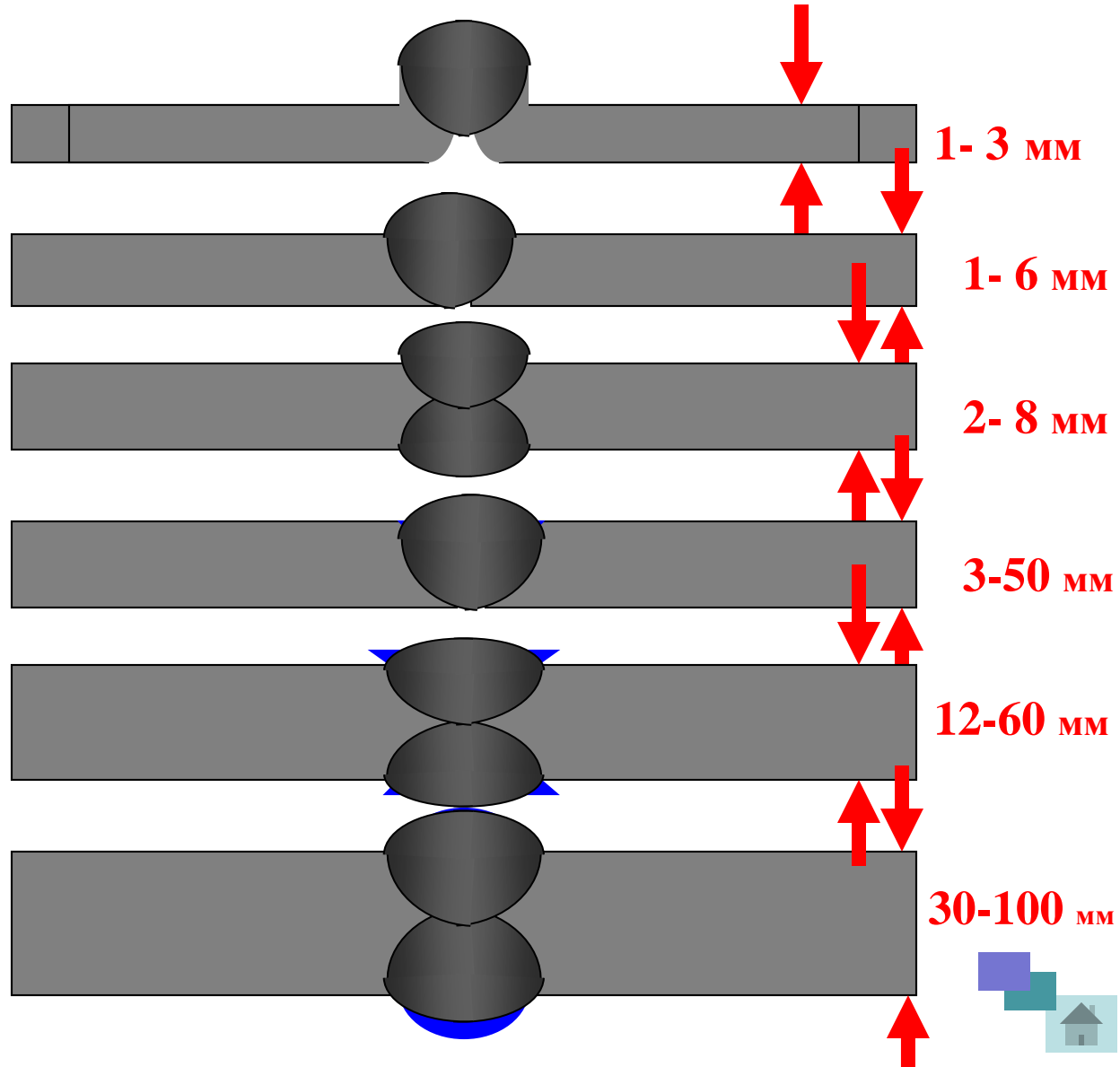
З відбортуванням

Без скосу країв

Зі скосом країв у формі V

Зі скосом країв у формі X

З двохстороннім
криволінійним скосом
країв



Види зварних з'єднань

Кутові

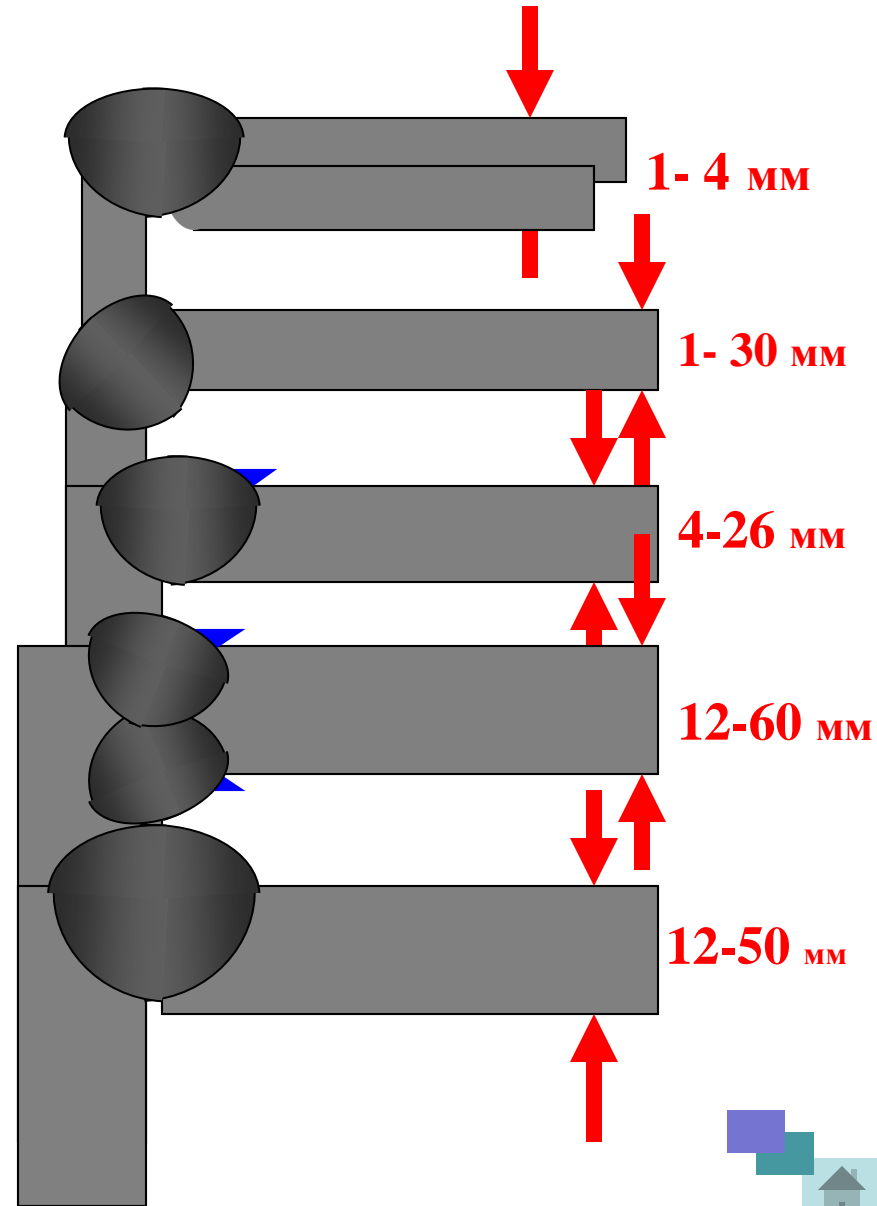
З відбортуванням

Без скосу країв

З одностороннім скосом країв листа

З двостороннім скосом країв листа

З двохстороннім скосом країв обох
листів



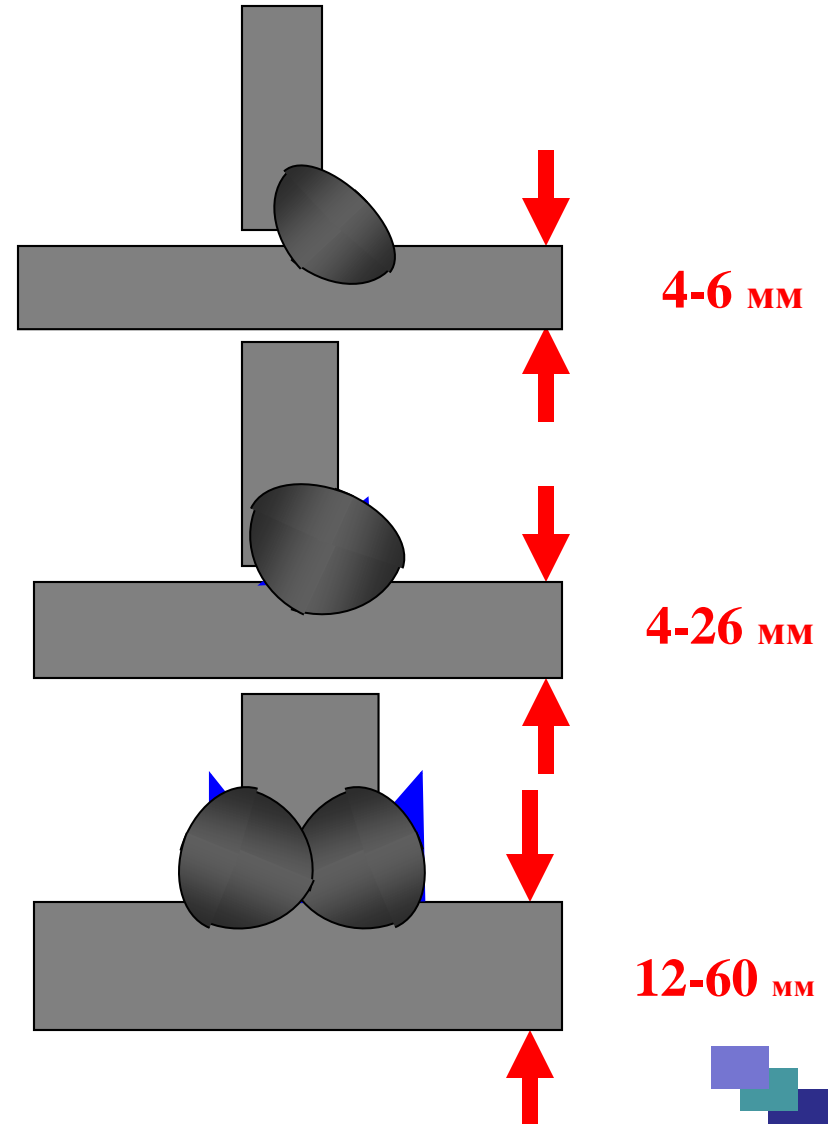
Види зварних з'єднань

Таврові

Без скосу країв

З одностороннім скосом країв листа

З двостороннім скосом країв листа



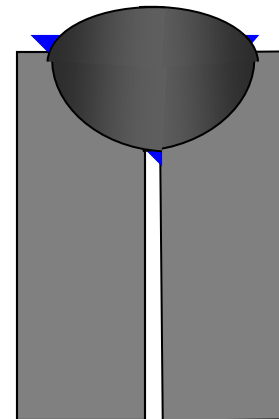
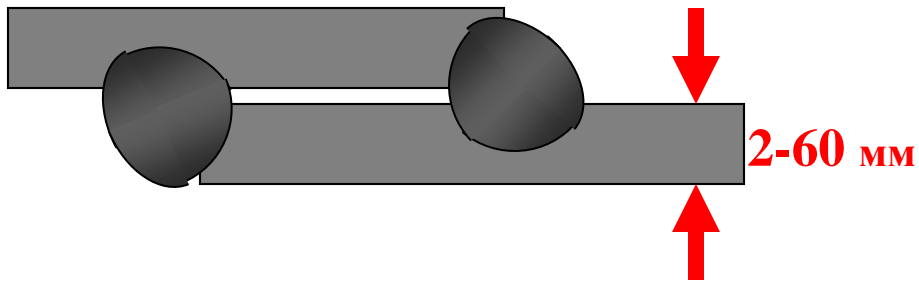
Види зварних з'єднань

Внапуск

Торцеві

Без скосу країв

Зі скосом обох листів

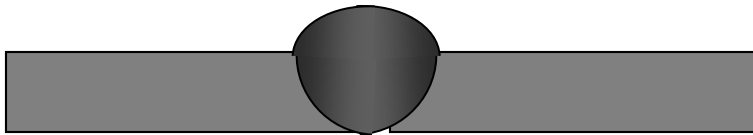


Види зварних з'єднань

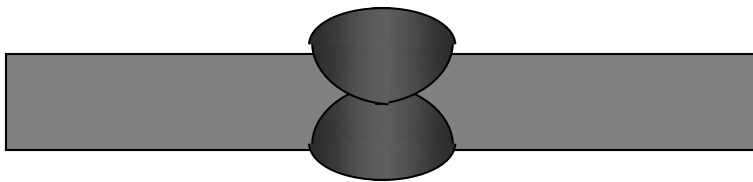


По виконанню

односторонні



двохсторонні



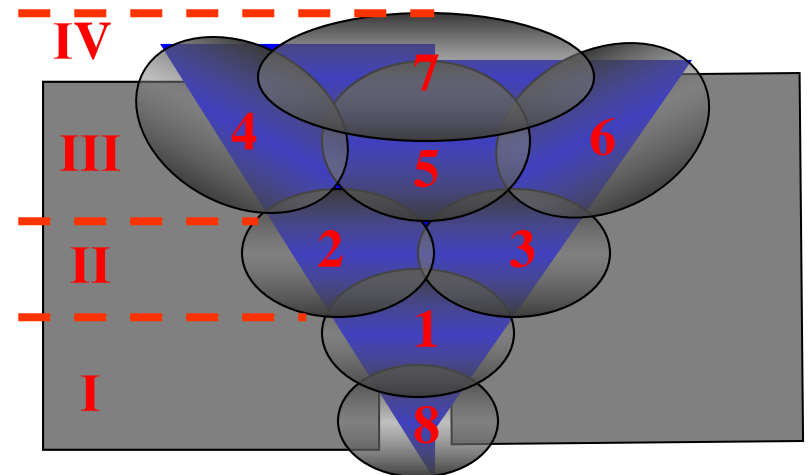
По кількості шарів та проходів

одношарові

багатошарові

однопрохідні

багатопрохідні



I-IV число шарів

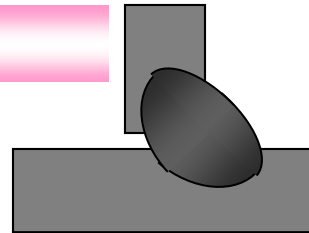
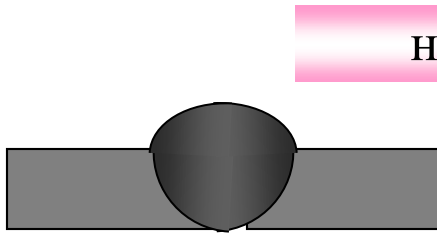
1-8 число проходів

Техніка виконання зварних швів

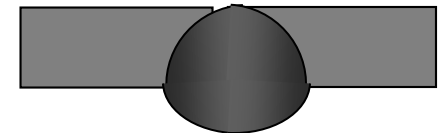
Залежить від положення швів у просторі і виду зварного з'єднання

По положенню у просторі шви

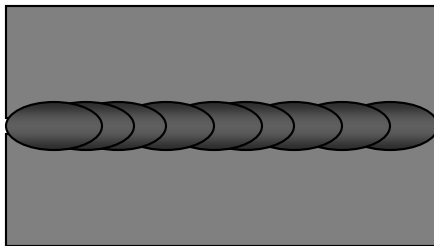
нижні



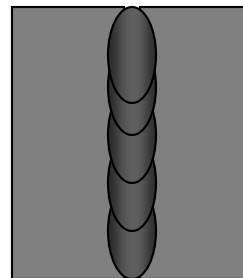
стельові



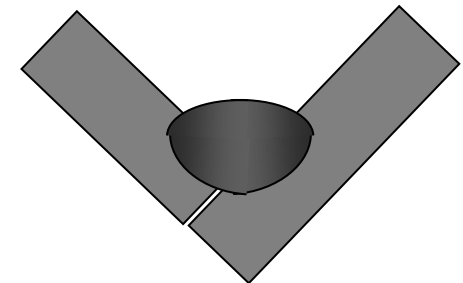
горизонтальні



вертикальні



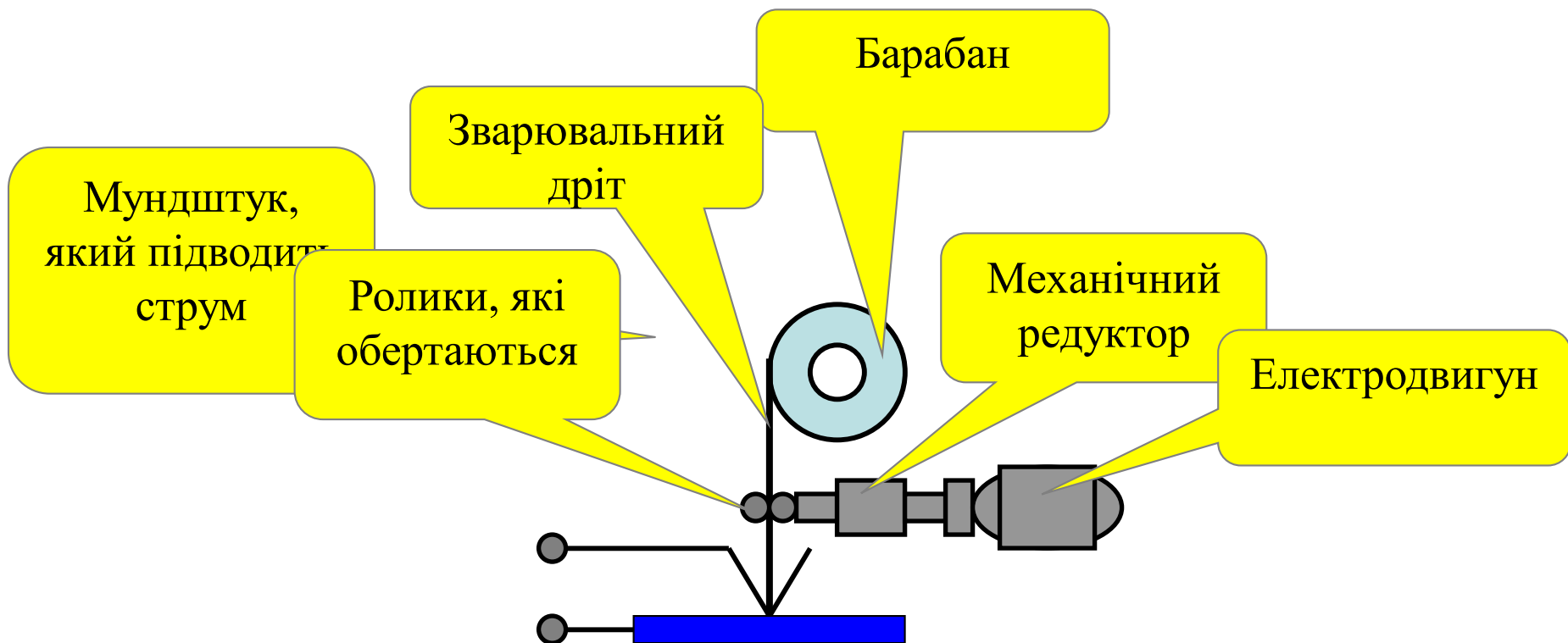
«В ЧОВНИК»



Якщо конструкція виробу дозволяє, то його повертають так, щоб усі шви можна було виконувати в нижньому положенні, а кутові і таврові з'єднання зварювати в «ЧОВНИК».

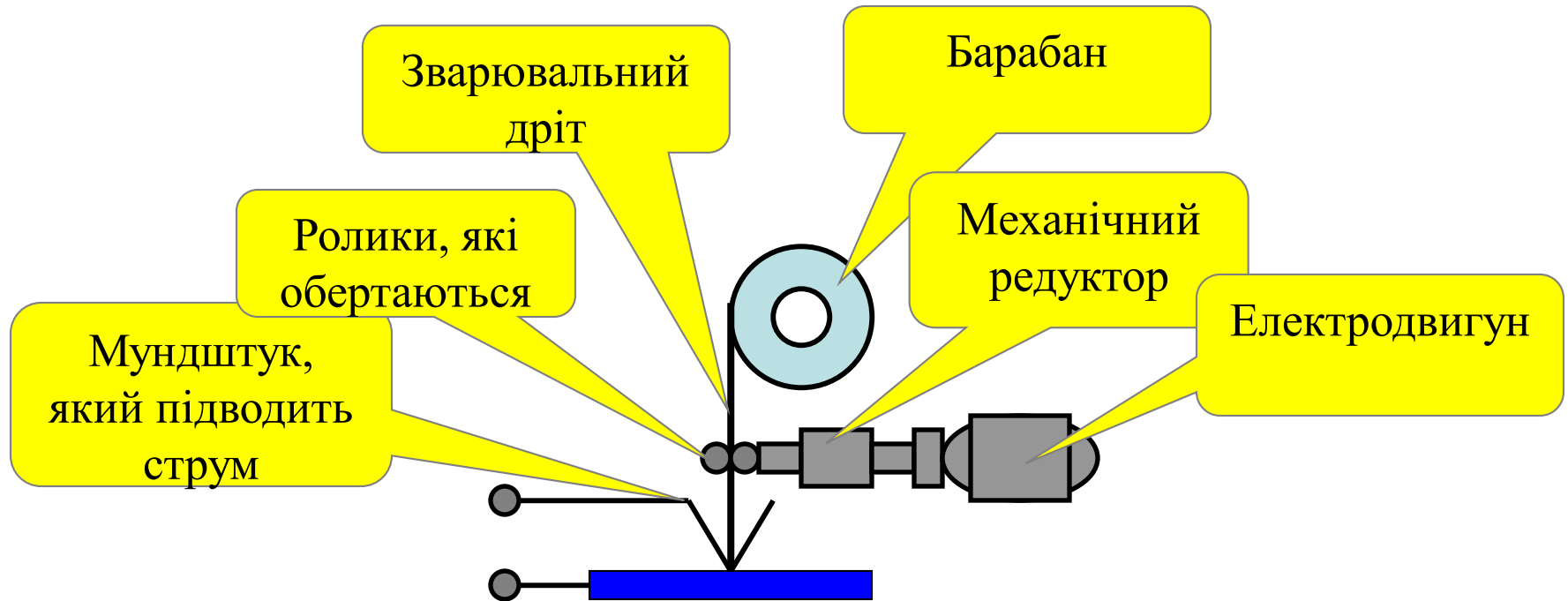
Автоматичне та півавтоматичне дугове зварювання

При автоматичному дуговому зварюванні всі основні операції процесу (запалювання дуги, подавання зварювального дроту до виробу, підтримування постійної довжини дуги і переміщення дуги в напрямку зварювання) механізовані.



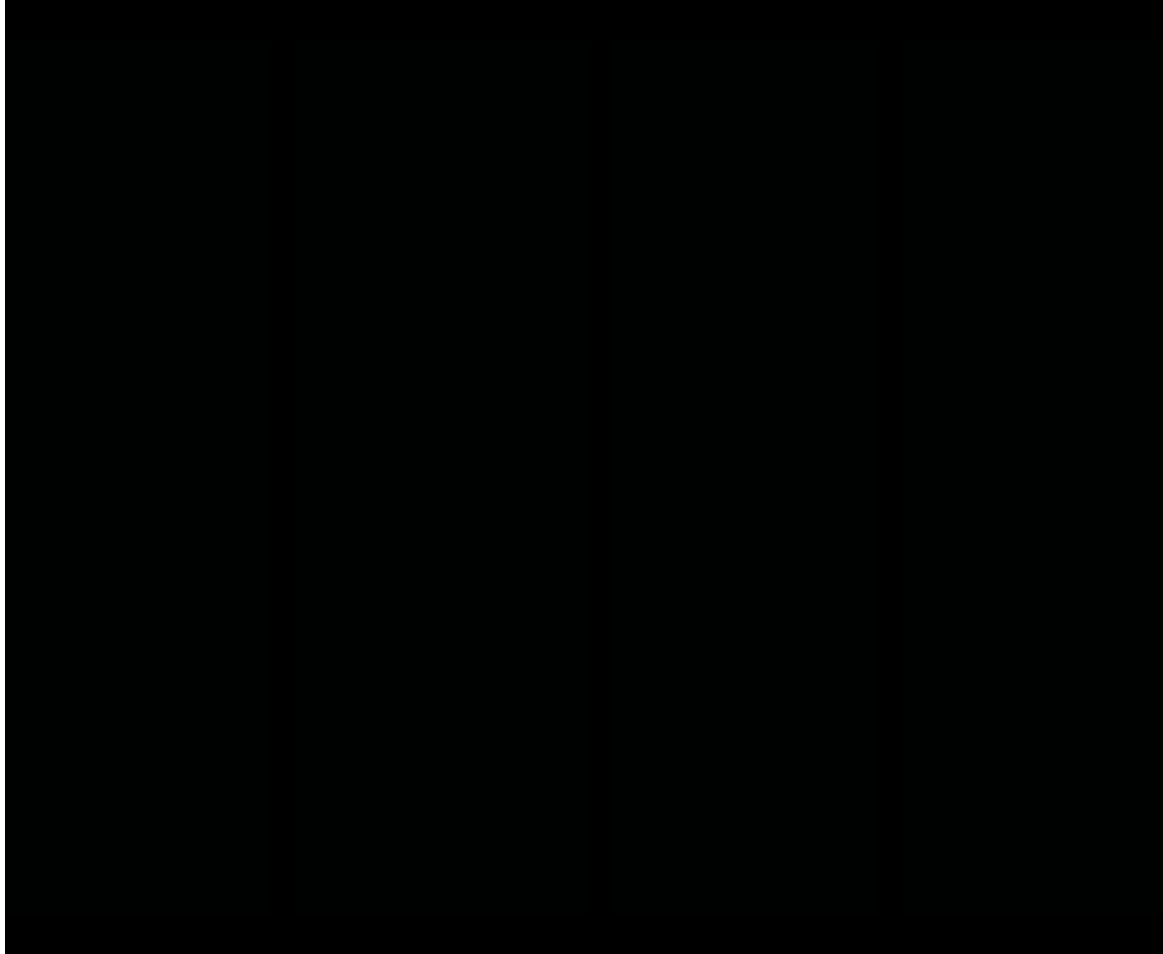
Автоматичне та півавтоматичне дугове зварювання

Схема будови зварювального автомата



Електродвигун за допомогою механічного редуктора передає обертання роликам, які подають дріт до виробу. Зварювальний дріт подавальні ролики змотують з мотка чи бухти, розміщеної на барабані або в касеті, і спрямовують крізь струмопровідний мундштук у зону зварювання.

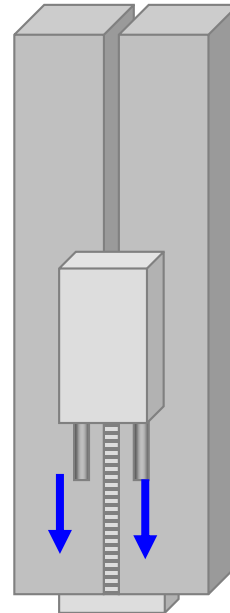
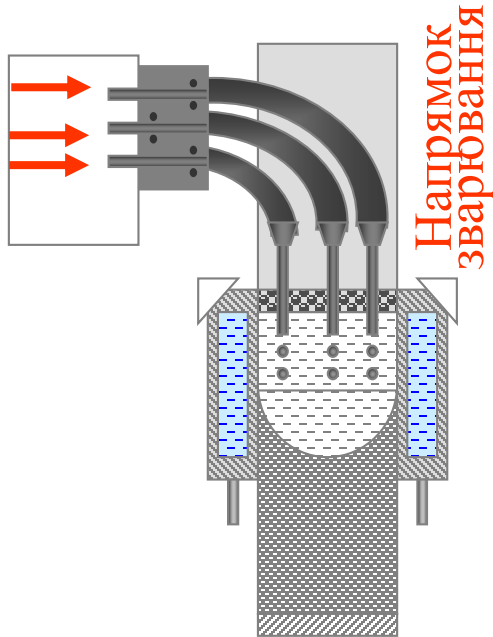
АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ



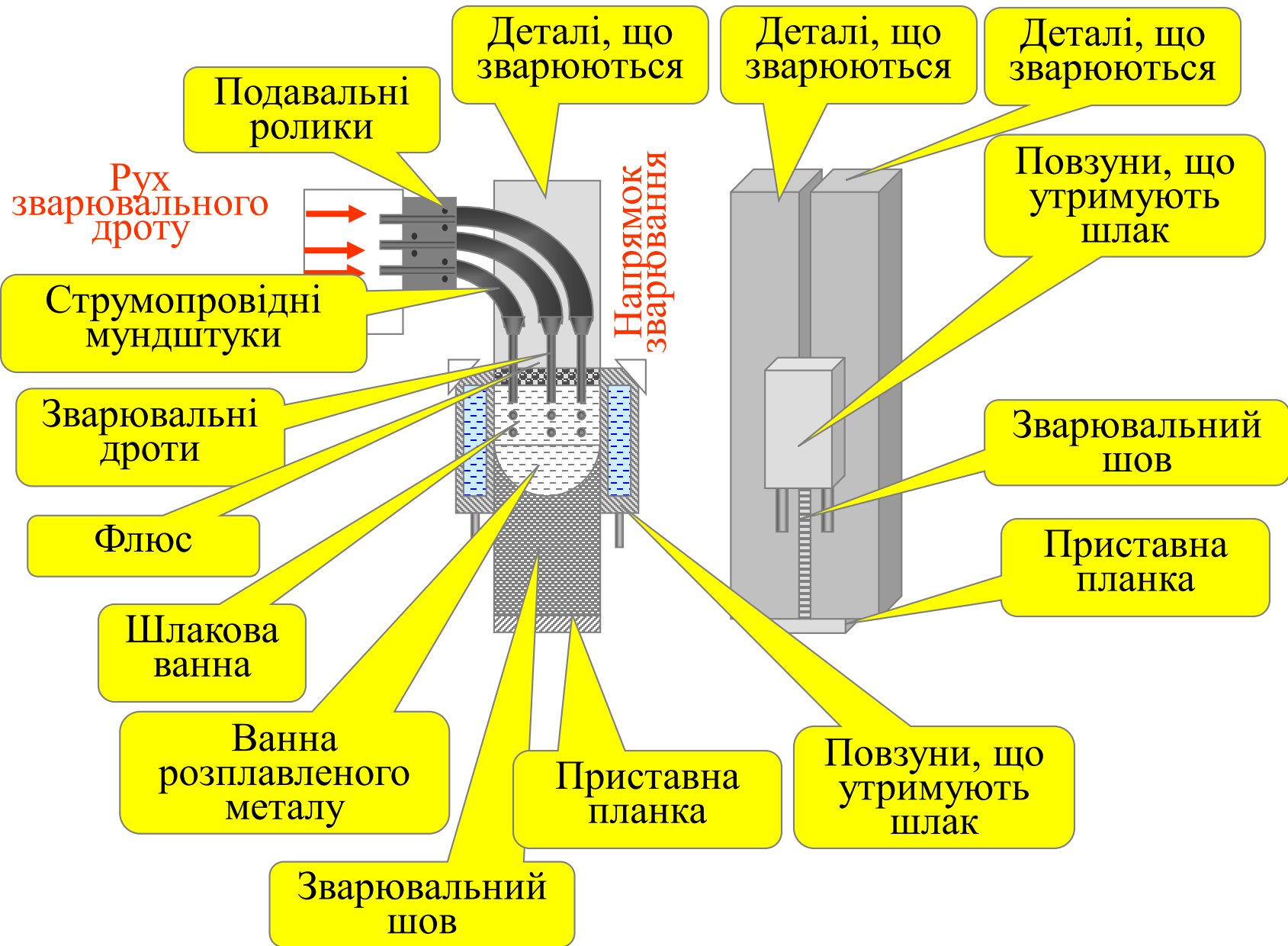
ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Суть способу - основний і присадочний метали розплавляються теплотою, що виділяється під час проходження електричного струму через розплавлений шлак

Рух
зварювального
дроту

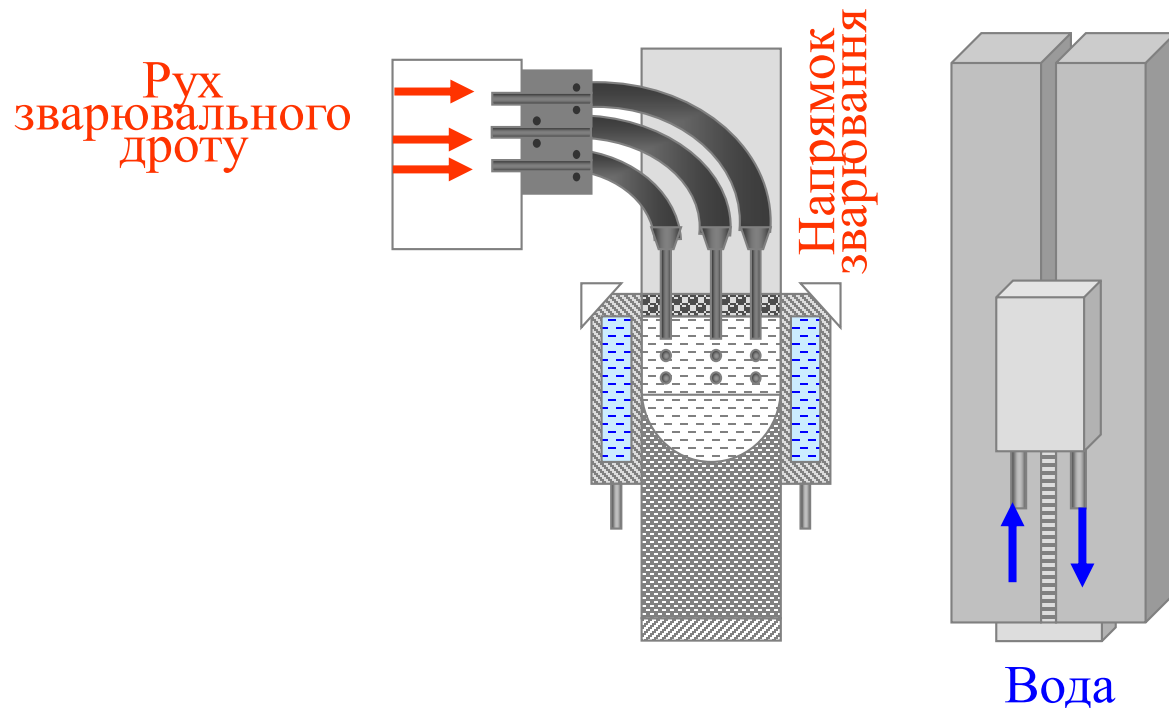


ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ



ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

У простір між крайками вертикально встановлених деталей приставною сталюю або мідною планкою і шлакоутримувальними мідними повзунами подається флюс та один або кілька зварювальних дротів діаметром 2-3 мм.

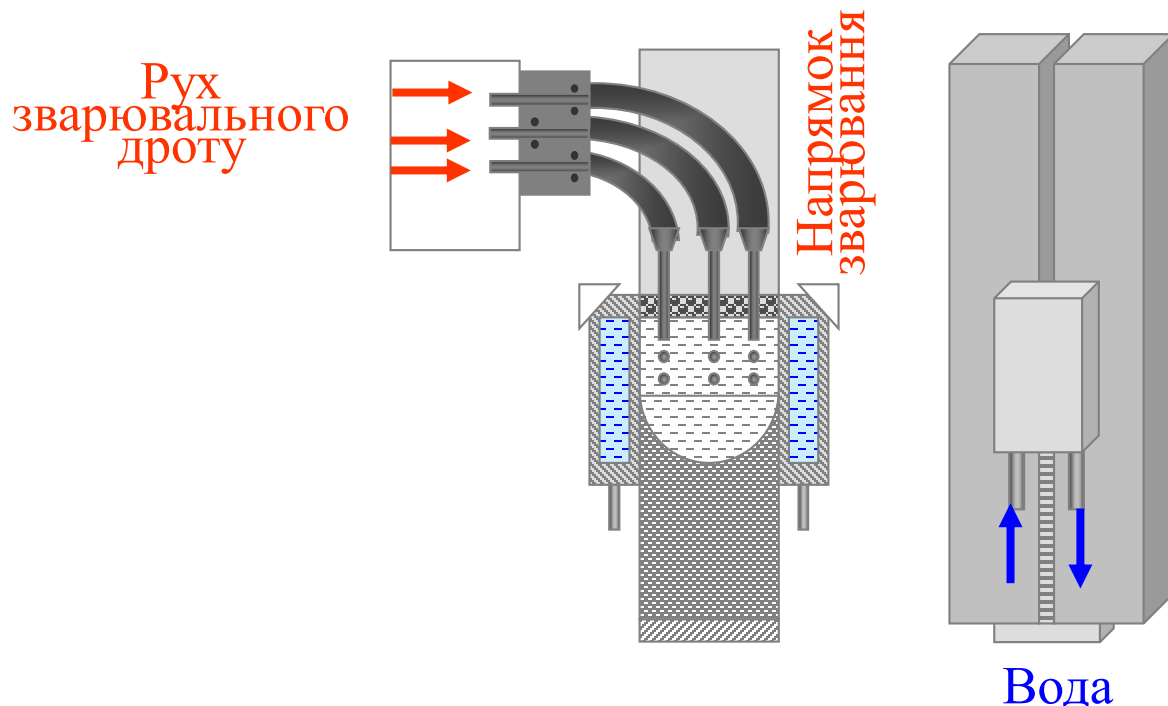


Зварювання починається із збудження дуги під шаром флюсу між електродними дротами і приставною планкою. При розплавленні флюсу й утворенні шлакової ванни зварювальні дроти занурюються в розплавлений шлак і горіння дуги припиняється.

Проте струм продовжує протікати крізь рідкий шлак, і теплота, яка виділяється в ньому, витрачається на подальше плавлення флюсу, країв присадочного металу. Під час зварювання по зігнутих струмопідвідних мундштуках за допомогою системи подавальних роликів безперервно надходить дріт у рідкий шлак.

ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

У простір між крайками вертикально встановлених деталей приставною сталлюю або мідною планкою і шлакоутримувальними мідними повзунами подається флюс та один або кілька зварювальних дротів діаметром 2-3 мм.



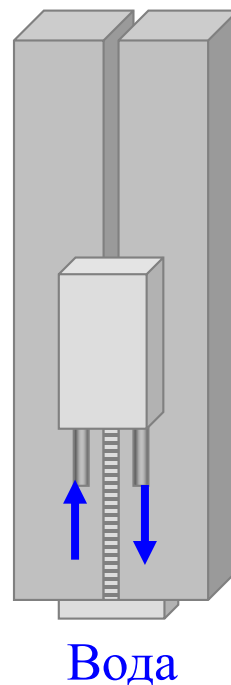
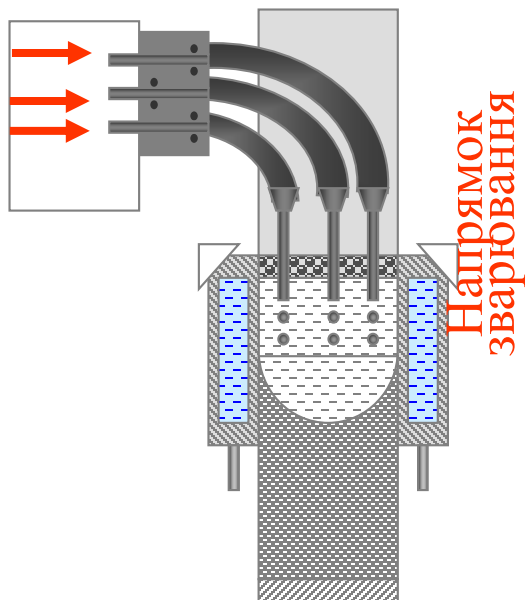
Зварювання починається із збудження дуги під шаром флюсу між електродними дротами і приставною планкою. При розплавленні флюсу й утворенні шлакової ванни зварювальні дроти занурюються в розплавлений шлак і горіння дуги припиняється.

Автомат за допомогою коліс або спеціальних електромагнітів переміщається у вертикальному напрямі разом з повзунами. Останні, охолоджуючись проточною водою, сприяють примусовому формуванню зварного шва, що утворюється з ванни розплавленого металу. Трубою, встановленою трохи вище мундштуків, у зону зварювання подається флюс.

ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Порівняно з автоматичним дуговим зварюванням електрошлакове має такі переваги:

Рух
зварювального
дроту



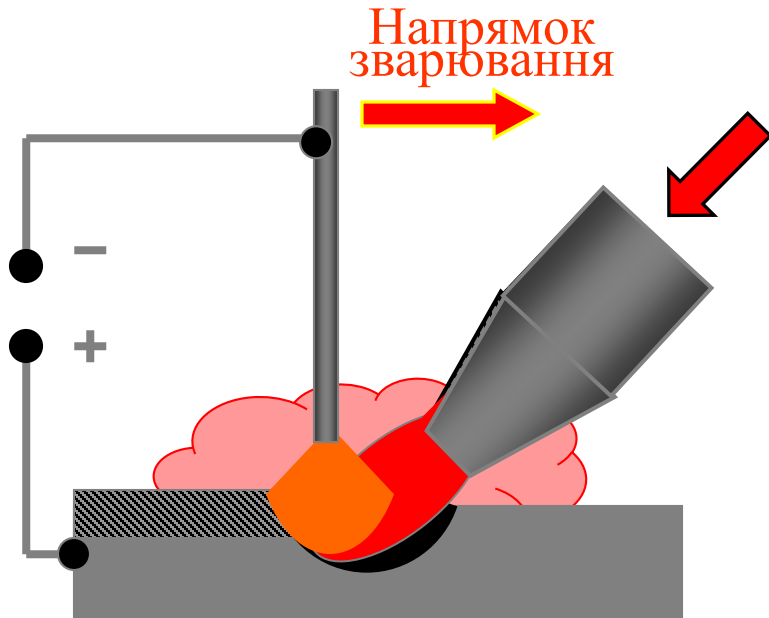
більшу продуктивність
внаслідок безперервності
процесу зварювання, який
виконується за один прохід
при будь-якій товщині
металу,
зменшення витрат
електродного металу, тому
що зварюють по зазору без
обробки країв,
зменшення витрат
флюсу, електроенергії,
спрощення підготовки
країв.

Широко застосовується у важкому машинобудуванні при виготовленні зварно-литих і зварно-кованих конструкцій, у виробництві товстостінних котлів високого тиску, станин потужних пресів і верстатів, валів гідротурбін та ін.

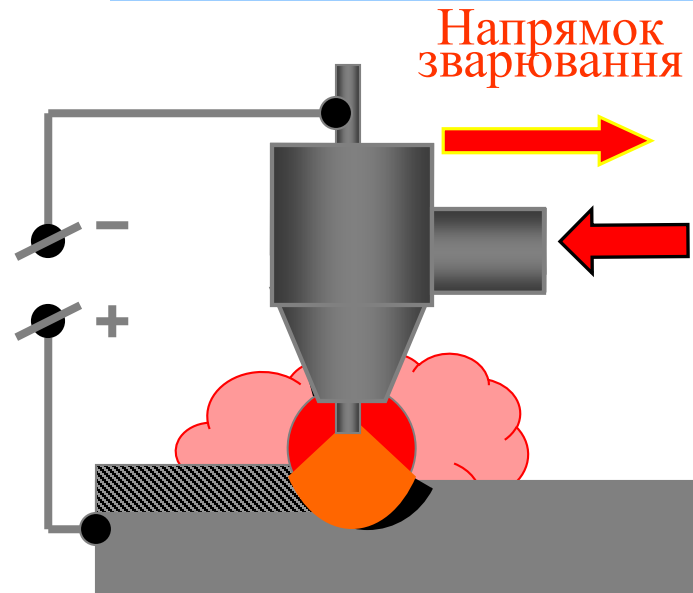
ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНИХ ГАЗАХ

Суть способу зварювання в захисних газах полягає в тому, що для захисту розплавленого металу від шкідливої дії кисню і азоту повітря у зону дуги, яка горить між зварюваним виробом і плавким або неплавким електродом крізь сопло пальника безперервно подається струмінь захисного газу, що відтісняє повітря від місця зварювання.

плавким електродом



неплавким електродом



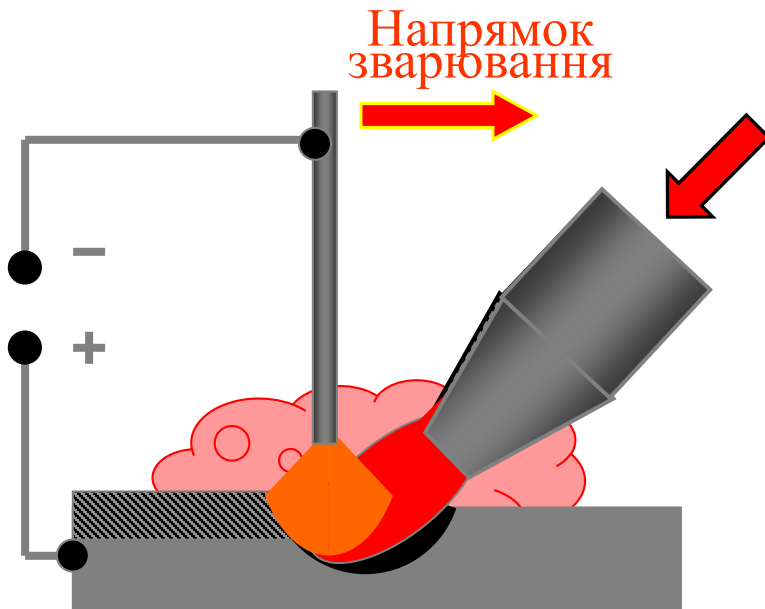
ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНИХ ГАЗАХ

Як захисні газы використовують

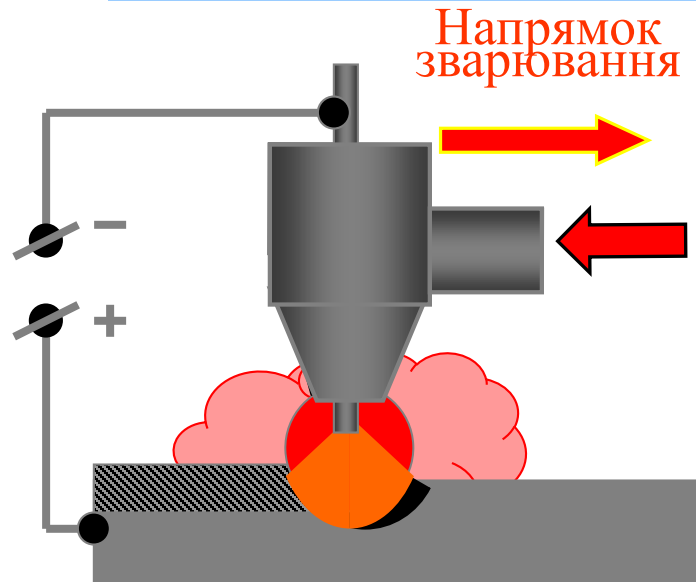
інертні газы (аргон і гелій), які не взаємодіють з розплавленим металом

активні газы (вуглекислий газ, водень, азот, пари води, а також їх суміші — аргон з киснем, аргон з азотом або вуглекислим газом, вуглекислий газ із киснем тощо), які частково взаємодіють з розплавленим металом.

плавким електродом



неплавким електродом



Інертні газы використовують для зварювання хімічно активних металів, а також у тих випадках, коли необхідно дістати зварні шви, однорідні із складом основного і присадочного металів.

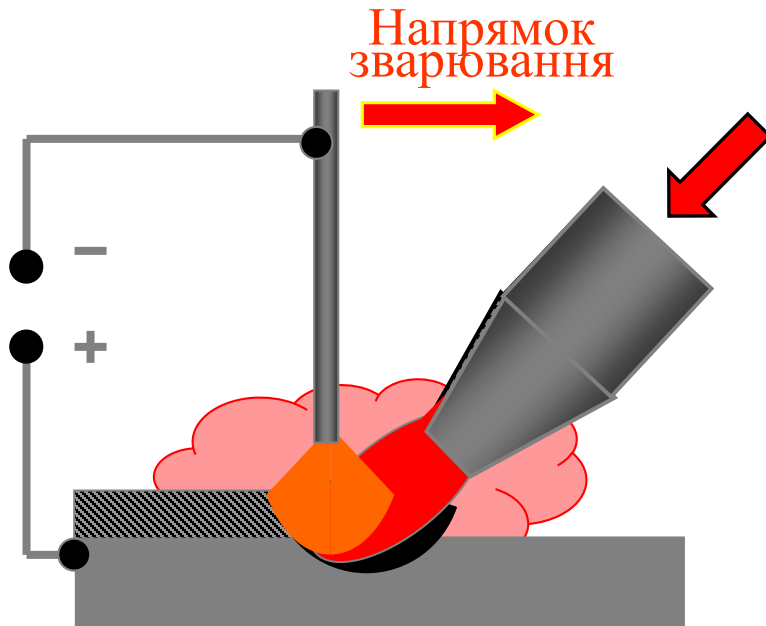
ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНИХ ГАЗАХ

Як захисні гази використовують

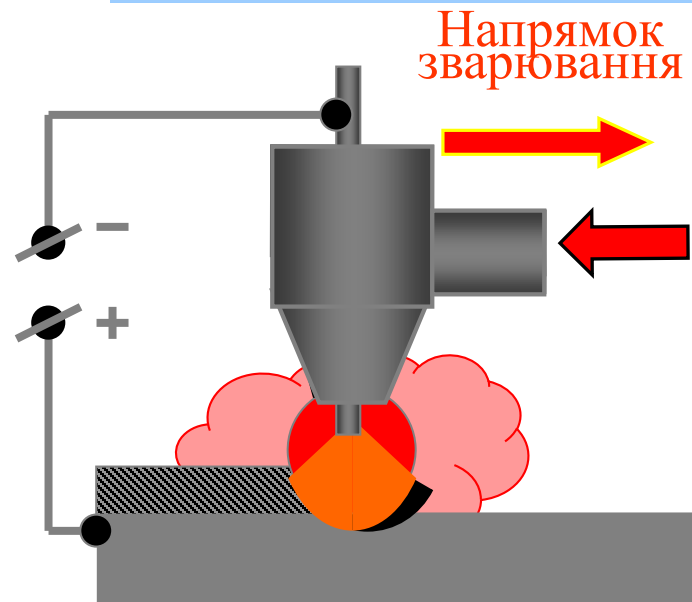
інертні гази (аргон і гелій), які не взаємодіють з розплавленим металом

активні гази (вуглекислий газ, водень, азот, пари води, а також їх суміші — аргон з киснем, аргон з азотом або вуглекислим газом, вуглекислий газ із киснем тощо), які частково взаємодіють з розплавленим металом.

плавким електродом



неплавким електродом



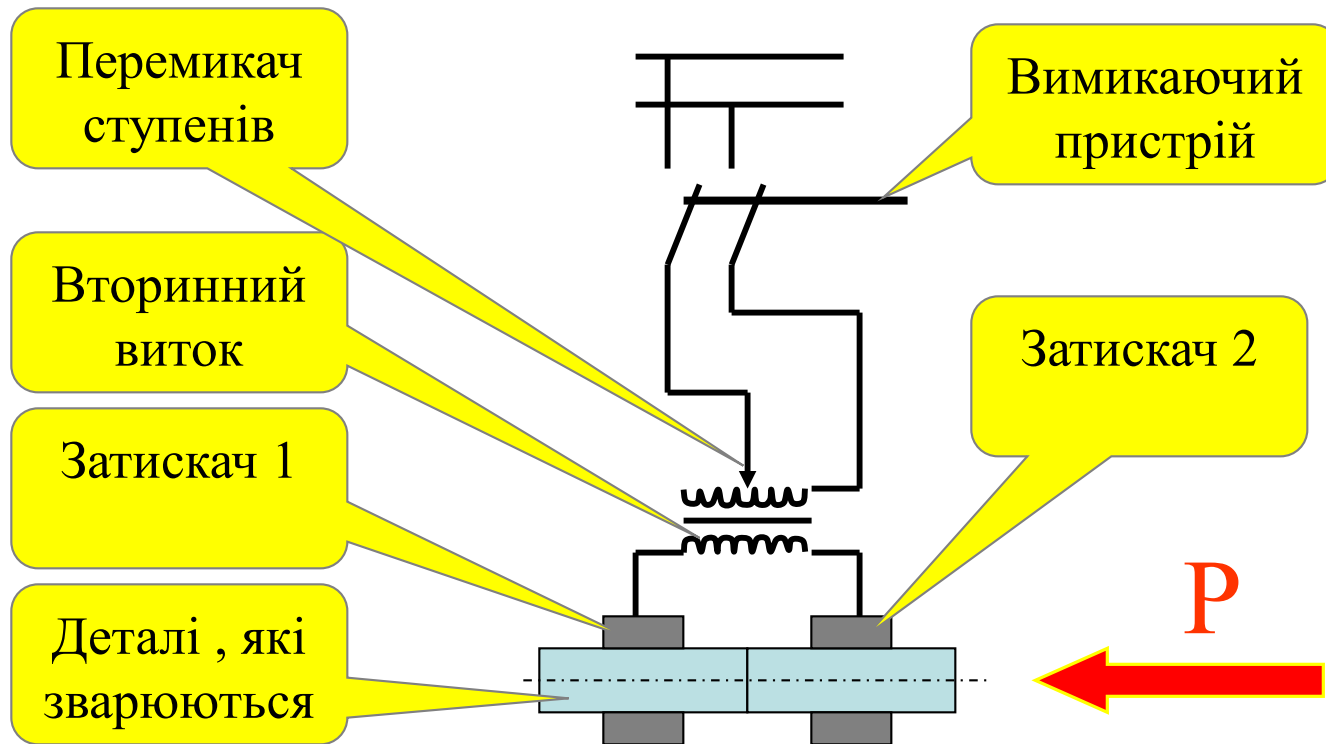
Активні гази використовують, коли задані властивості металу можна забезпечити металургійною обробкою, наприклад відновленням, окисленням.

ДУГОВЕ ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНИХ ГАЗАХ



Найбільше застосовують аргон і вуглекислий газ.

СТИКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

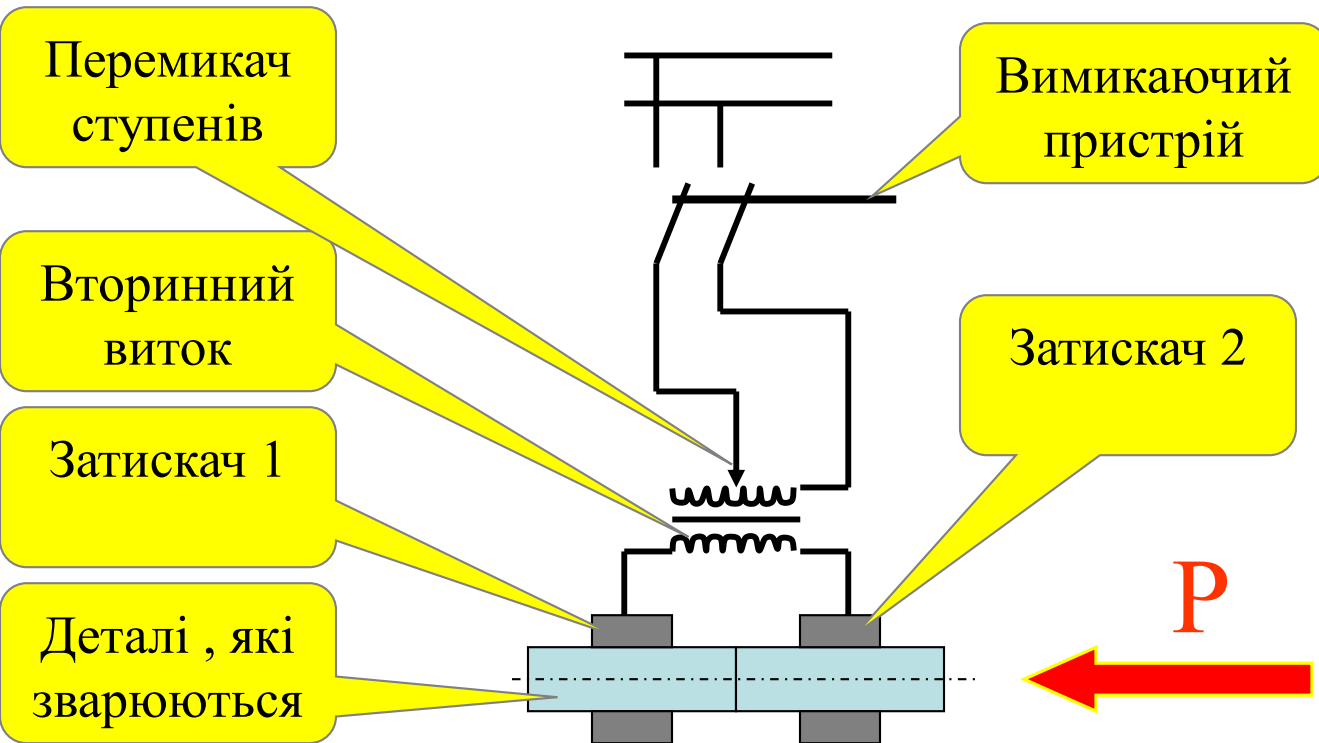


При стиковому зварюванні зварювані деталі (стержні, штаби, рейки, труби) закріплюють у мідних затискачах машини. Затискач 2 встановлено на рухомій плиті, що переміщується по напрямних станини, а затискач 1 закріплено на нерухомій плиті.

Вторинний виток зварювального трансформатора з'єднаний з плитами мідними гнучкими шинами. Первинну обмотку трансформатора ввімкнено в мережу змінного струму через вимикаючий пристрій. Для регулювання потужності трансформатора і зміни сили зварювального струму призначено перемикач ступенів.

Переміщення рухомої плити і стиснення зварюваних виробів силою P здійснюється механізмом стиснення.

СТИКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

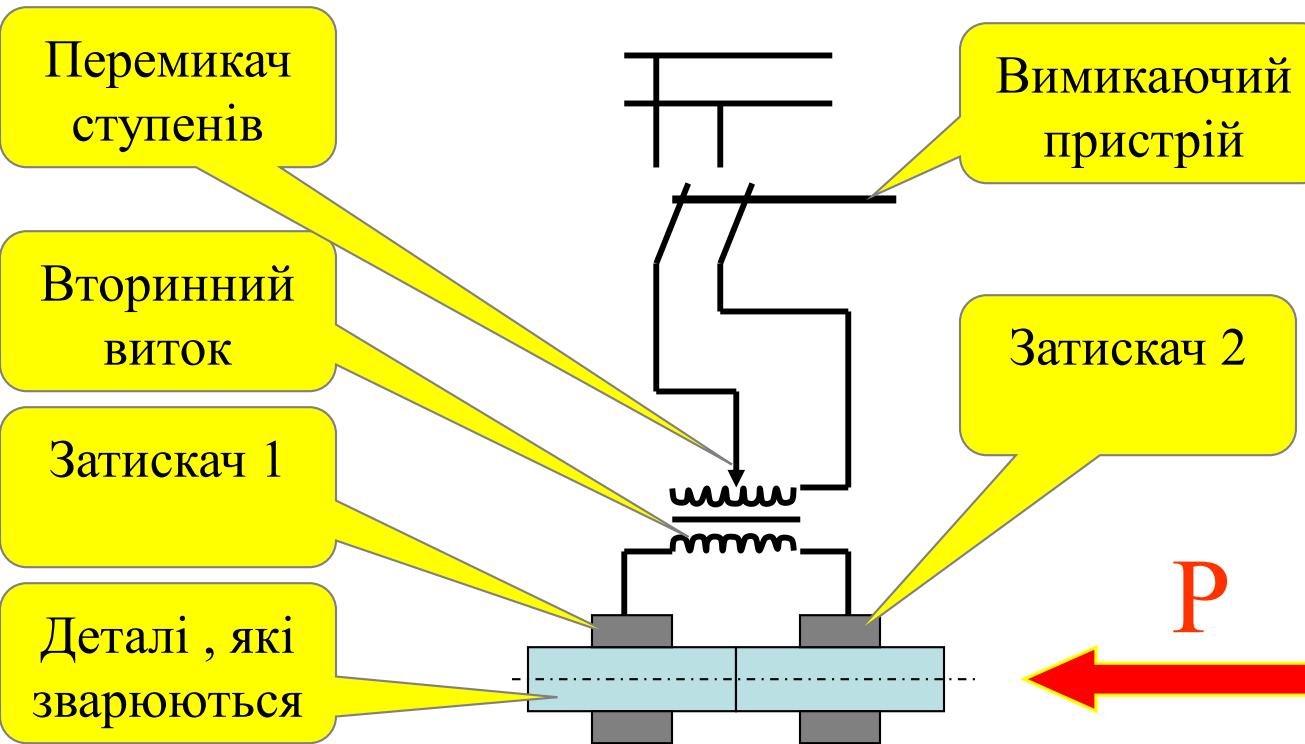


При зварюванні **опором** деталі з ретельно підготовленими торцями під невеликим тиском доводять до тісного стикання. Вмикають зварювальний струм, який розігріває метал до пластичного стану. До деталей прикладають зусилля осадження і разом з цим вмикають струм.

До деталей прикладають зусилля осадження і разом з цим вмикають струм. Внаслідок висадження металу в місці з'єднання утворюється потовщення.

Зварювання опором застосовують для з'єднання виробів з маловуглецевих сталей і кольорових металів перерізом до 300 мм². При більшому перерізі не досягається рівномірного нагрівання по всьому перерізу стику і якість з'єднання погіршується..

СТИКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

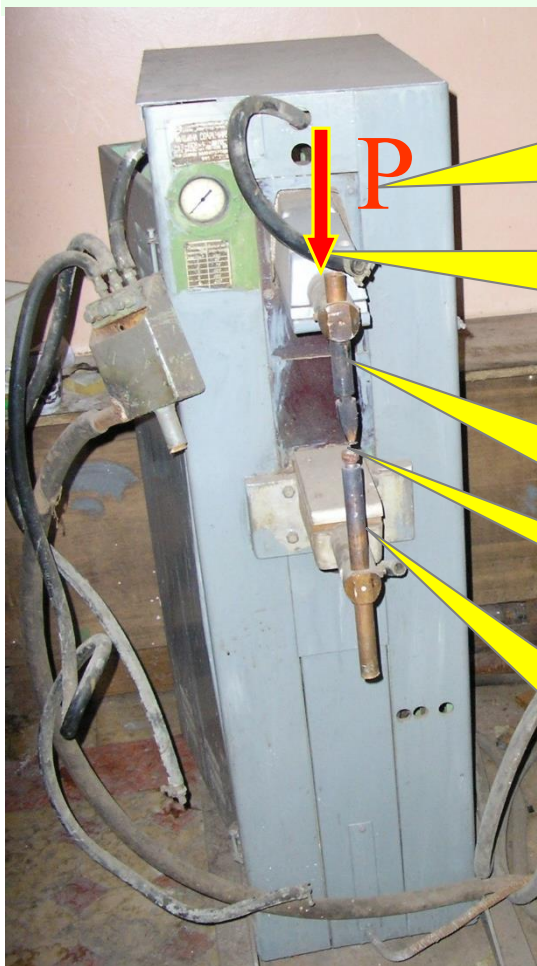


Зварювання **оплавленням** застосовують, виготовляючи вироби більшого перерізу. Розрізняють зварювання переривчастим і безперервним **оплавленням**. Якщо зварюють переривчастим **оплавленням**, то деталі, затиснуті в машині при ввімкнутій напрузі вторинного кола, приводять у короткочасне **стикання** і знову розводять на невелику відстань.

Під час розведення деталей зварювальне коло розривається при силі струму в тисячі і десятки тисяч ампер, внаслідок чого між торцями зварювальних виробів відбувається сильне іскроутворення і розбризкування розплавленого металу. Чергуючи замикання з розмиканням, рівномірно **оплавають** увесь стик. Прикладають зусилля осадження і назовні стику разом із розплавленим металом витискуються оксиди і утворюється міцне зварне з'єднання. Струм **вимикають** в кінці осадження.

ТОЧКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Точкове зварювання застосовують для з'єднання листових конструкцій, в яких треба забезпечити потрібну міцність, а забезпечення щільності не обов'язкове. Сумарна товщина листів не перевищує 10-12 мм.



Трансформатор зварювальний

Електро-тримач

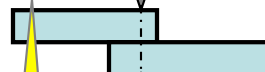
Електрод мідний

Електрод мідний

Електро-тримач

P

Трансформатор зварювальний



Деталі

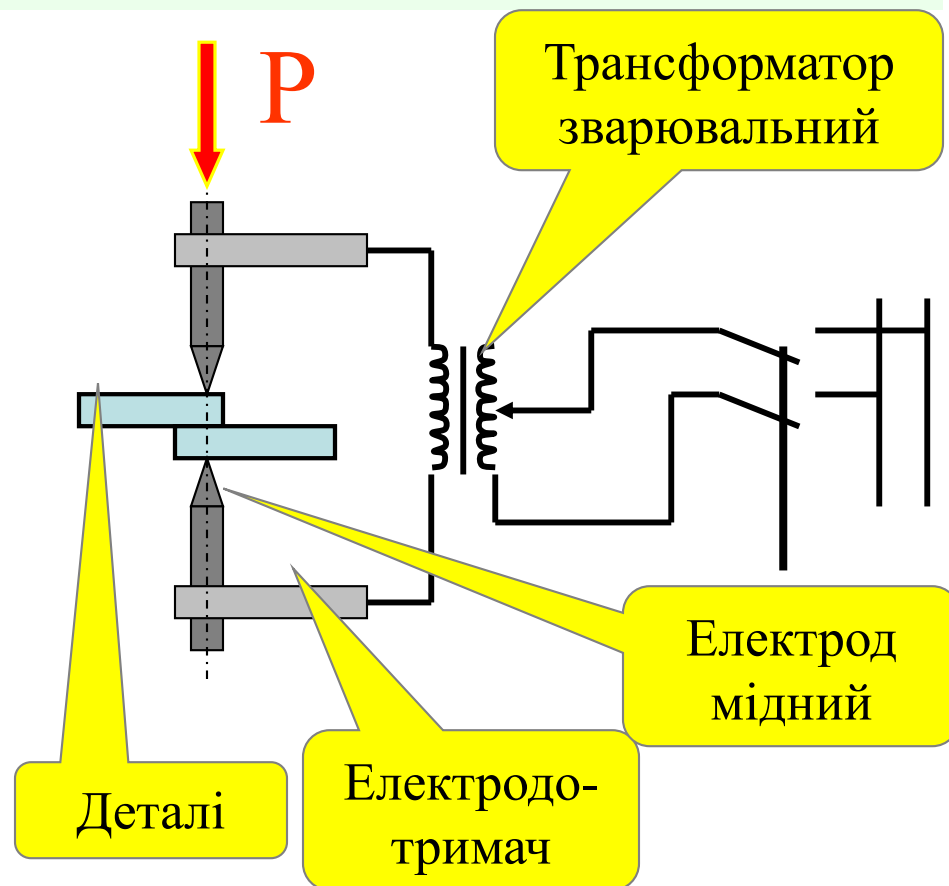
Електро-тримач

Електрод мідний

ТОЧКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Точкове зварювання застосовують для з'єднання листових конструкцій, в яких треба забезпечити потрібну міцність, а забезпечення щільності не обов'язкове. Сумарна товщина листів не перевищує 10-12 мм.

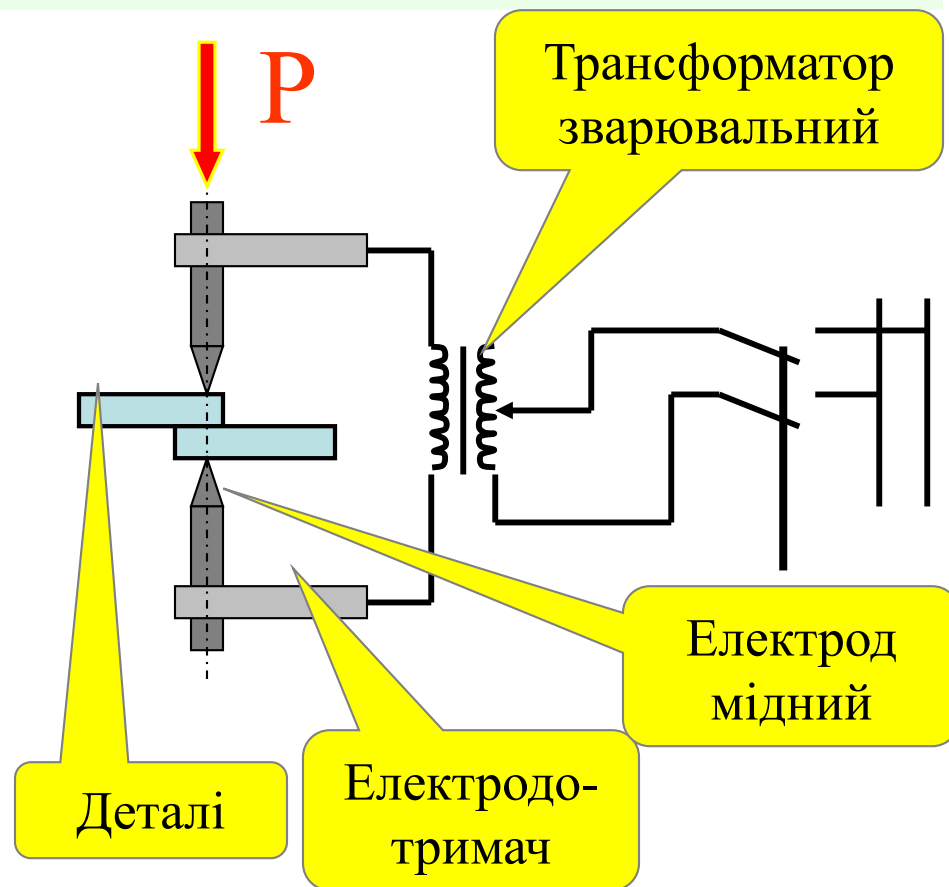
При точковому зварюванні складені внапусток деталі затискають з деяким зусиллям між мідними електродами, до яких через електродотримачі підводиться струм від зварювального трансформатора.



ТОЧКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Точкове зварювання застосовують для з'єднання листових конструкцій, в яких треба забезпечити потрібну міцність, а забезпечення щільності не обов'язкове. Сумарна товщина листів не перевищує 10-12 мм.

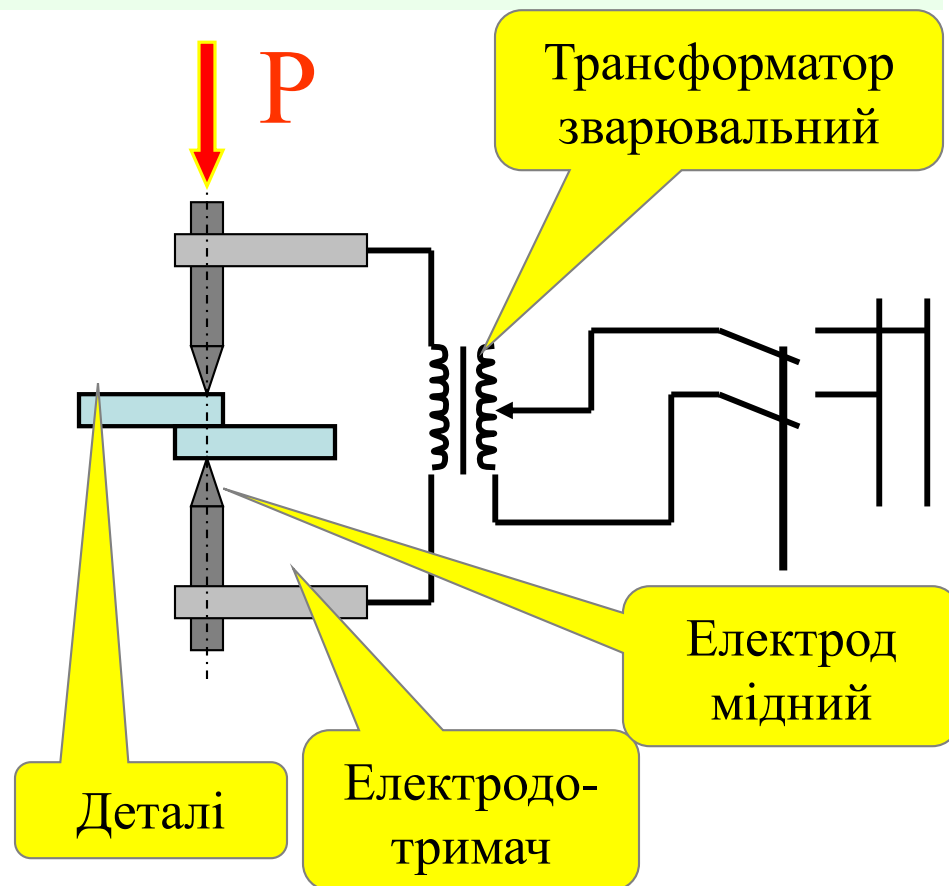
Нижній електрод встановлюють нерухомо, а верхній з електродотримачем переміщується за допомогою механізму стискання, який створює між електродами потрібний тиск P .



ТОЧКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

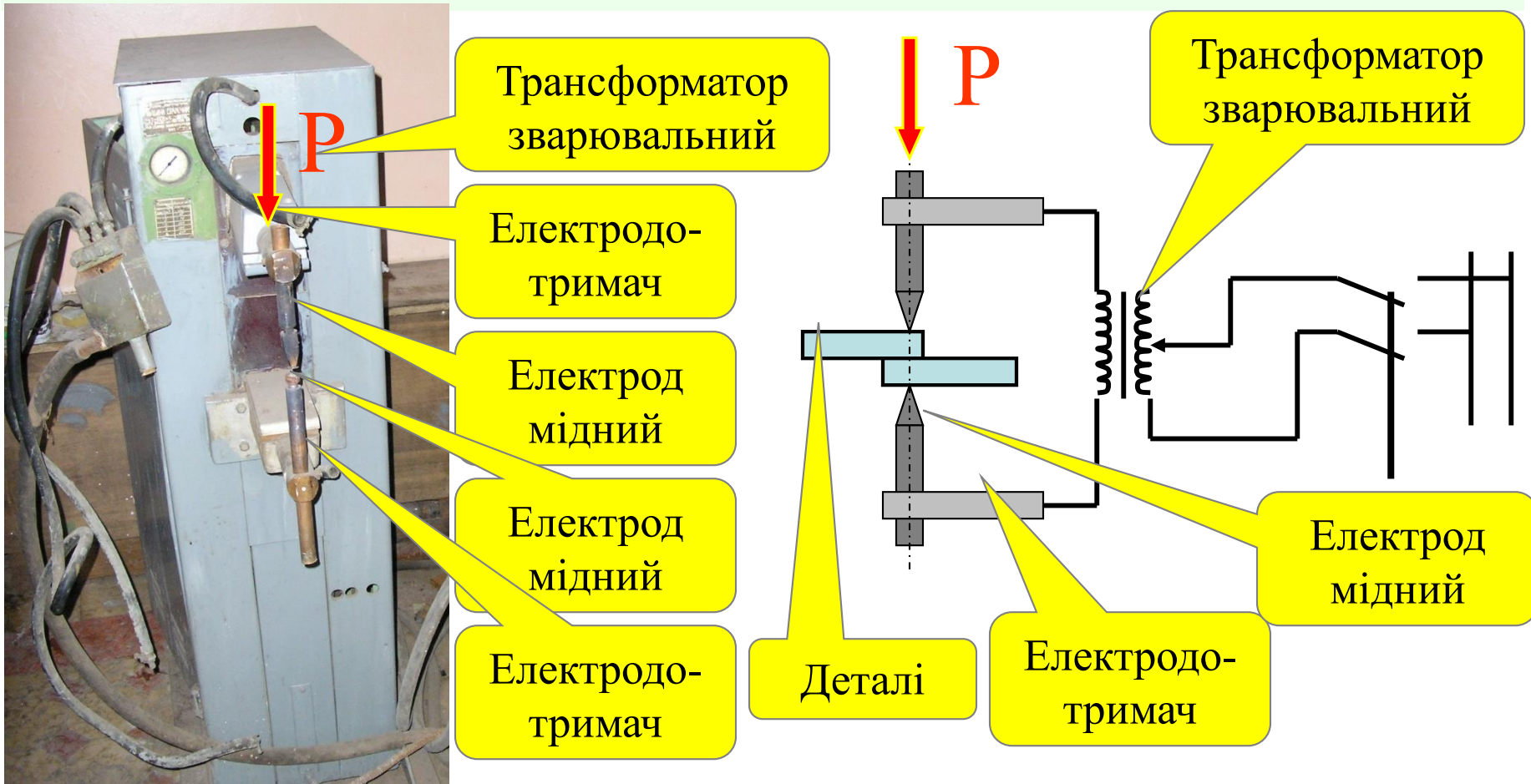
Точкове зварювання застосовують для з'єднання листових конструкцій, в яких треба забезпечити потрібну міцність, а забезпечення щільності не обов'язкове. Сумарна товщина листів не перевищує 10-12 мм.

Затиснувши виріб, вмикають трансформатор, і місце контакту між виробами нагрівається до утворення ядра з розплавленого металу. Наступним прикладенням зусилля осадження здійснюється процес зварювання металів, який закінчується зняттям тиску і вимкненням струму.



ТОЧКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

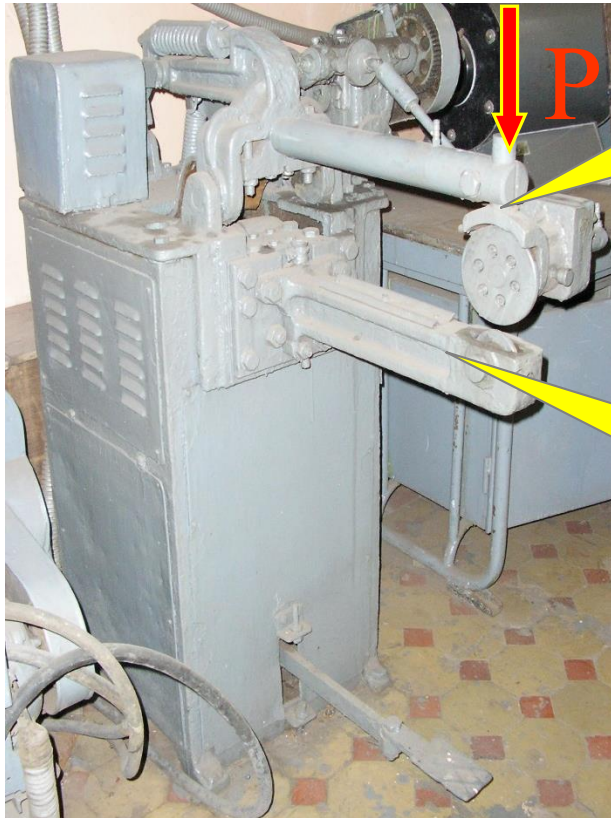
Точкове зварювання застосовують для з'єднання листових конструкцій, в яких треба забезпечити потрібну міцність, а забезпечення щільності не обов'язкове. Сумарна товщина листів не перевищує 10-12 мм.



На точкових машинах зварюють вуглецеві, леговані, високолеговані сталі кольорові метали.

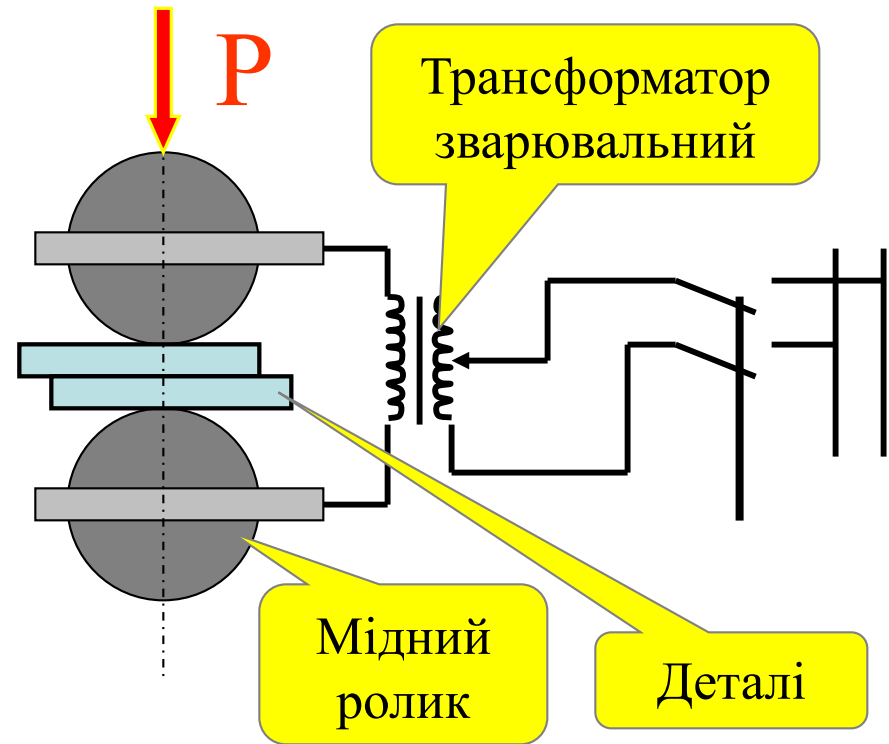
ШОВНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Шовне, або роликове, зварювання застосовують для того, щоб мати міцні і щільні шви при виготовленні тонкостінних посудин, призначених для зберігання і транспортування рідин, газів та інших продуктів, а також у виробництві тонкостінних труб.



Мідний ролик

Мідний ролик



Трансформатор зварювальний

Мідний ролик

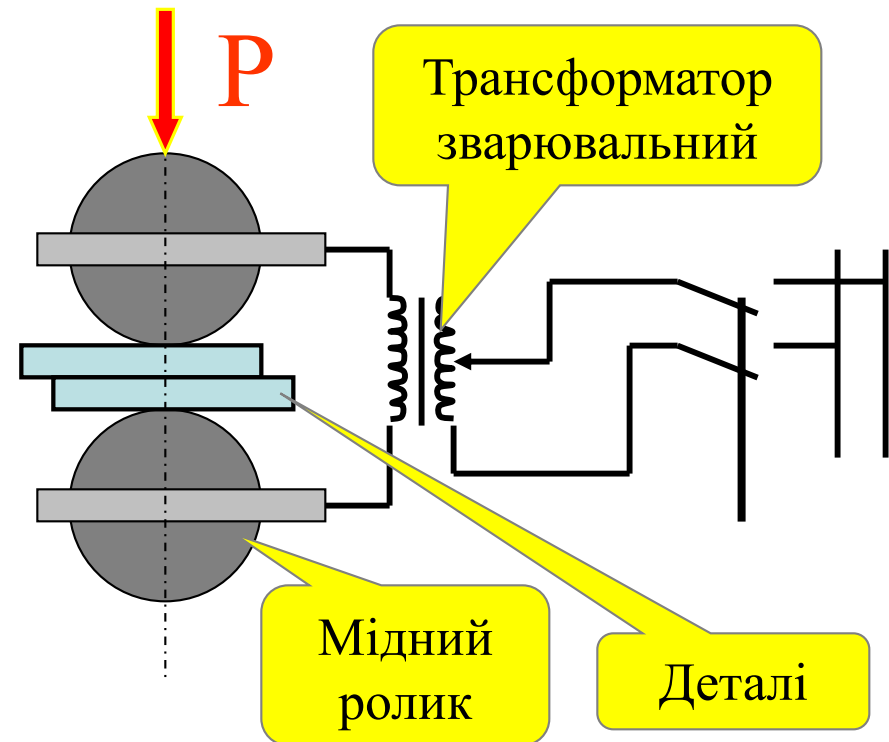
Деталі

ШОВНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Шовне, або роликове, зварювання застосовують для того, щоб мати міцні і щільні шви при виготовленні тонкостінних посудин, призначених для зберігання і транспортування рідин, газів та інших продуктів, а також у виробництві тонкостінних труб.

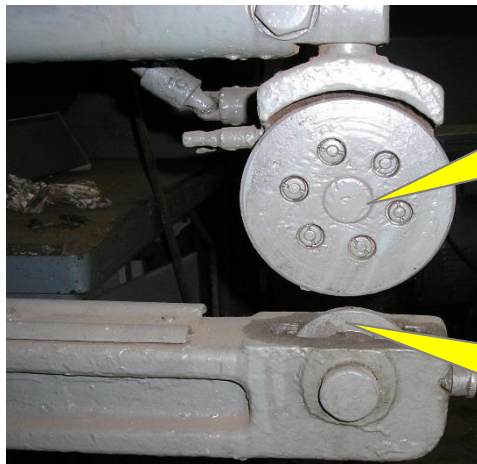
У шовному зварюванні листи завтовшки 0,3 - 3 мм складають внапусток і потім затискають зусиллям P між двома мідними роликами, до яких підводять електричний струм від зварювального трансформатора.

Одному або обом роликам надає примусового обертання спеціальний привод. При ввімкненні струму і одночасному обертанні роликів відбувається переміщення і нагрівання до розплавлення контактних поверхонь зварюваних виробів, які під дією стискальних зусиль зварюються.

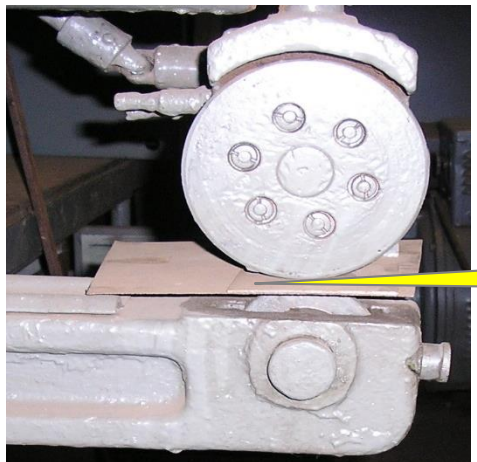


ШОВНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Шовне, або роликове, зварювання застосовують для того, щоб мати міцні і щільні шви при виготовленні тонкостінних посудин, призначених для зберігання і транспортування рідин, газів та інших продуктів, а також у виробництві тонкостінних труб.

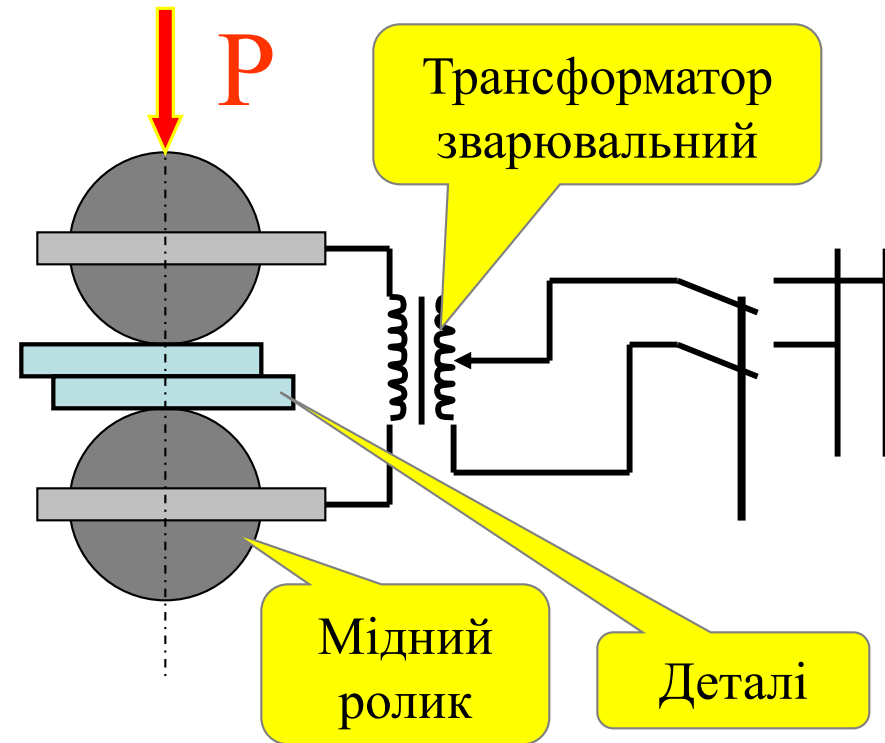


Мідний ролик



Мідний ролик

Деталі



ШОВНЕ ЗВАРЮВАННЯ

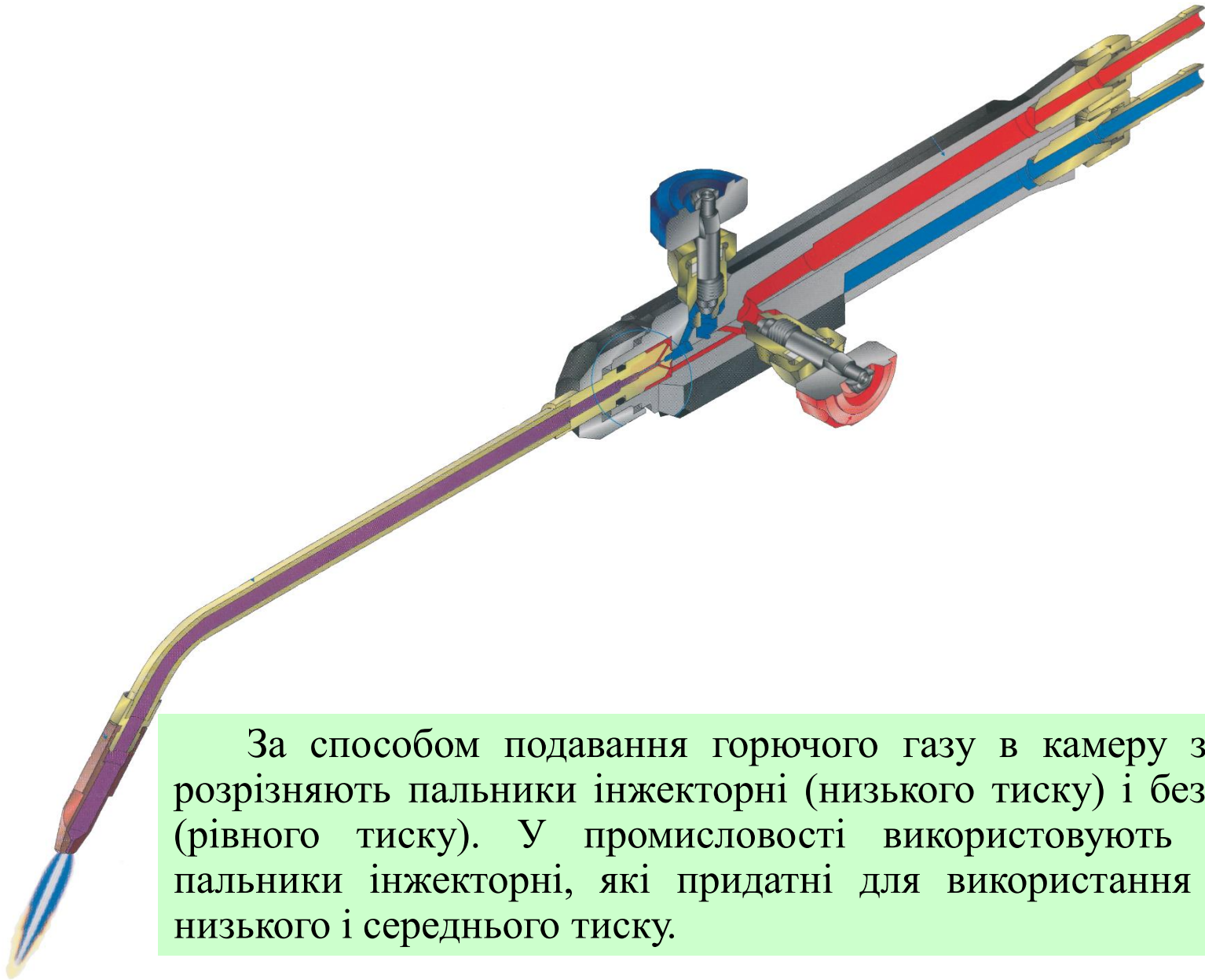


БУДОВА ПАЛЬНИКА ГАЗОВОГО



Зварювальний палик є основним інструментом газозварника, який призначено для змішування в потрібних пропорціях горючого газу з киснем і для створення зварювального полум'я потрібної потужності, розмірів і відповідної форми.

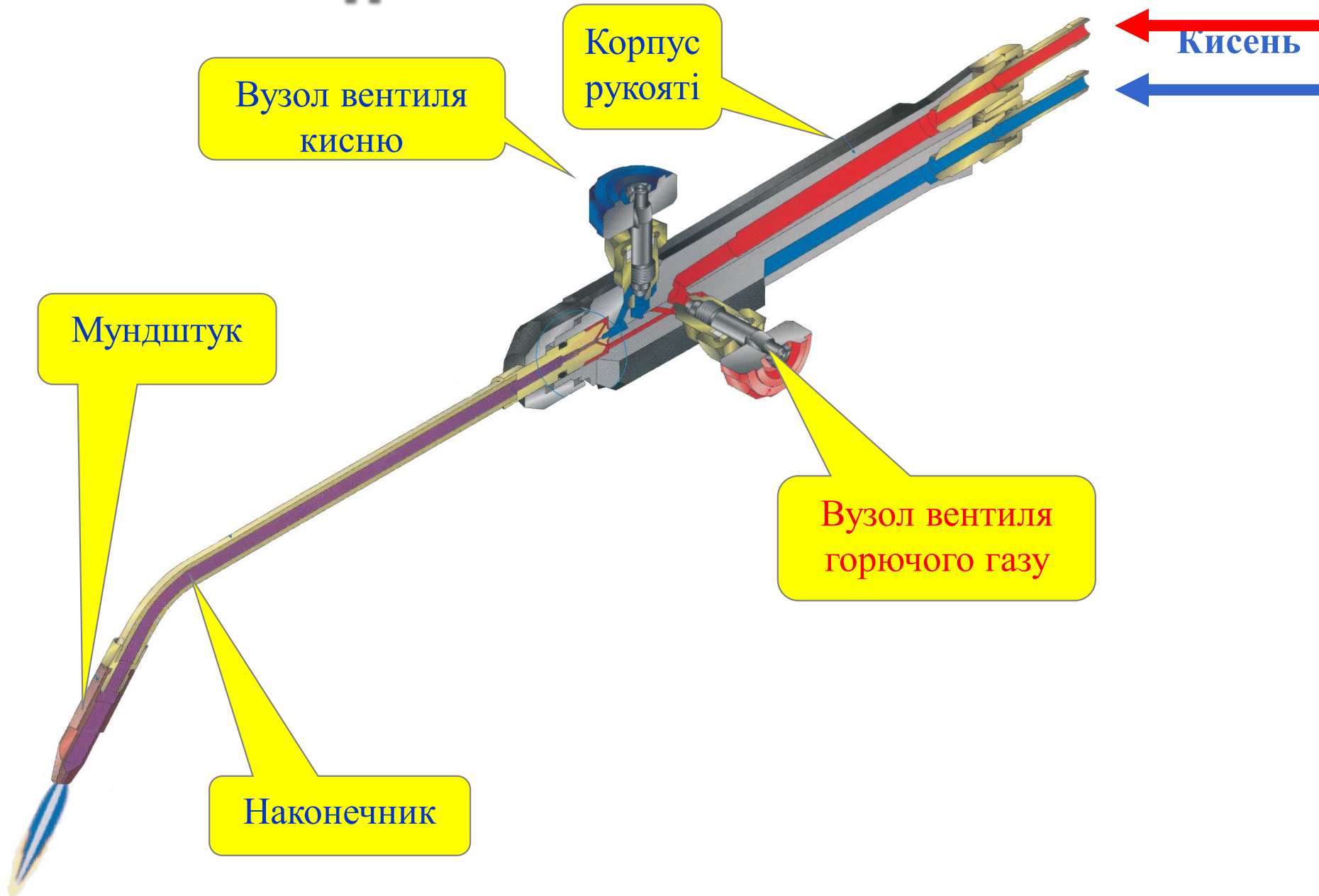
БУДОВА ПАЛЬНИКА ГАЗОВОГО



За способом подавання горючого газу в камеру змішування розрізняють пальники інжекторні (низького тиску) і безінжекторні (рівного тиску). У промисловості використовують переважно пальники інжекторні, які придатні для використання ацетилену низького і середнього тиску.

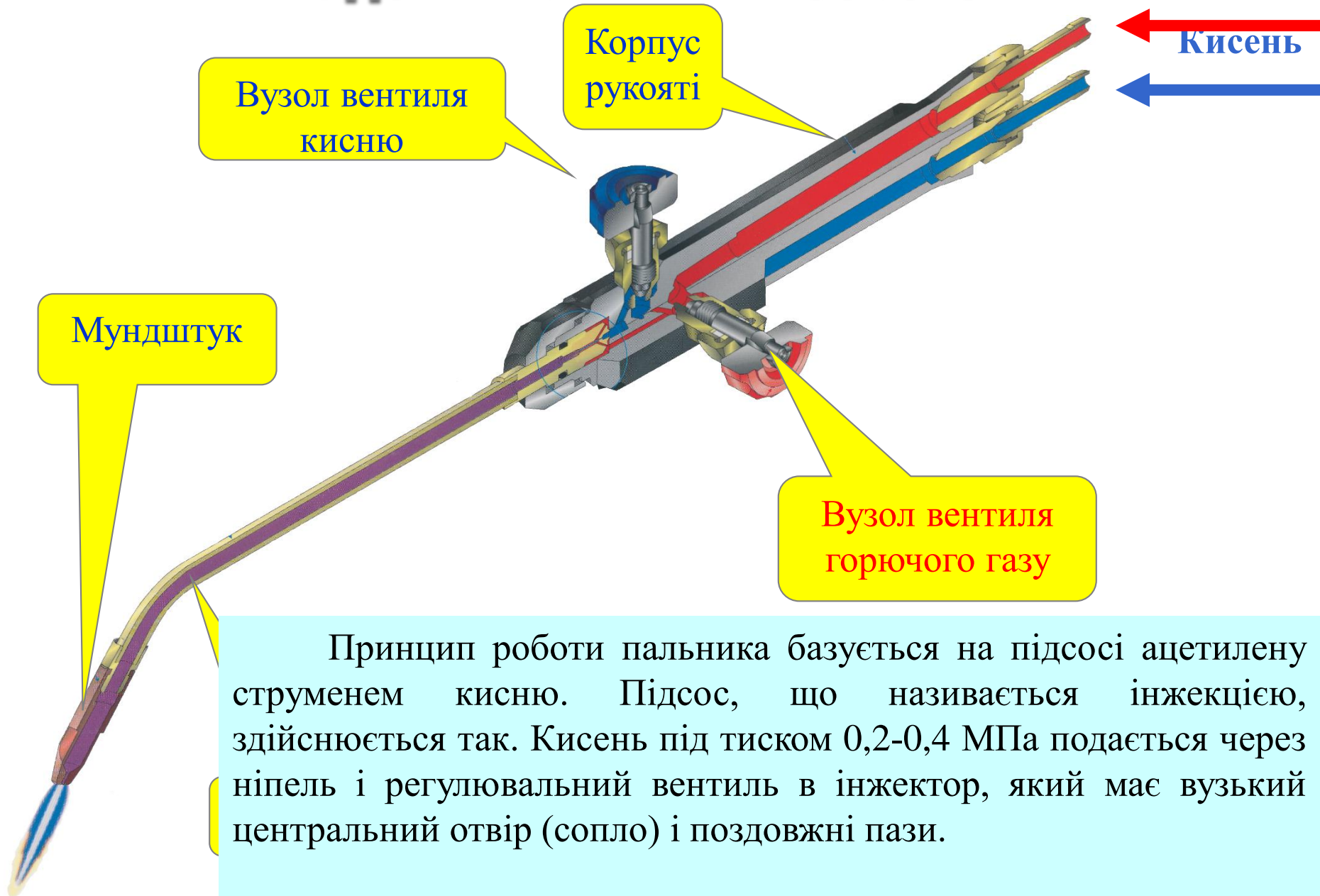
БУДОВА ПАЛЬНИКА ГАЗОВОГО

Горючий газ



БУДОВА ПАЛЬНИКА ГАЗОВОГО

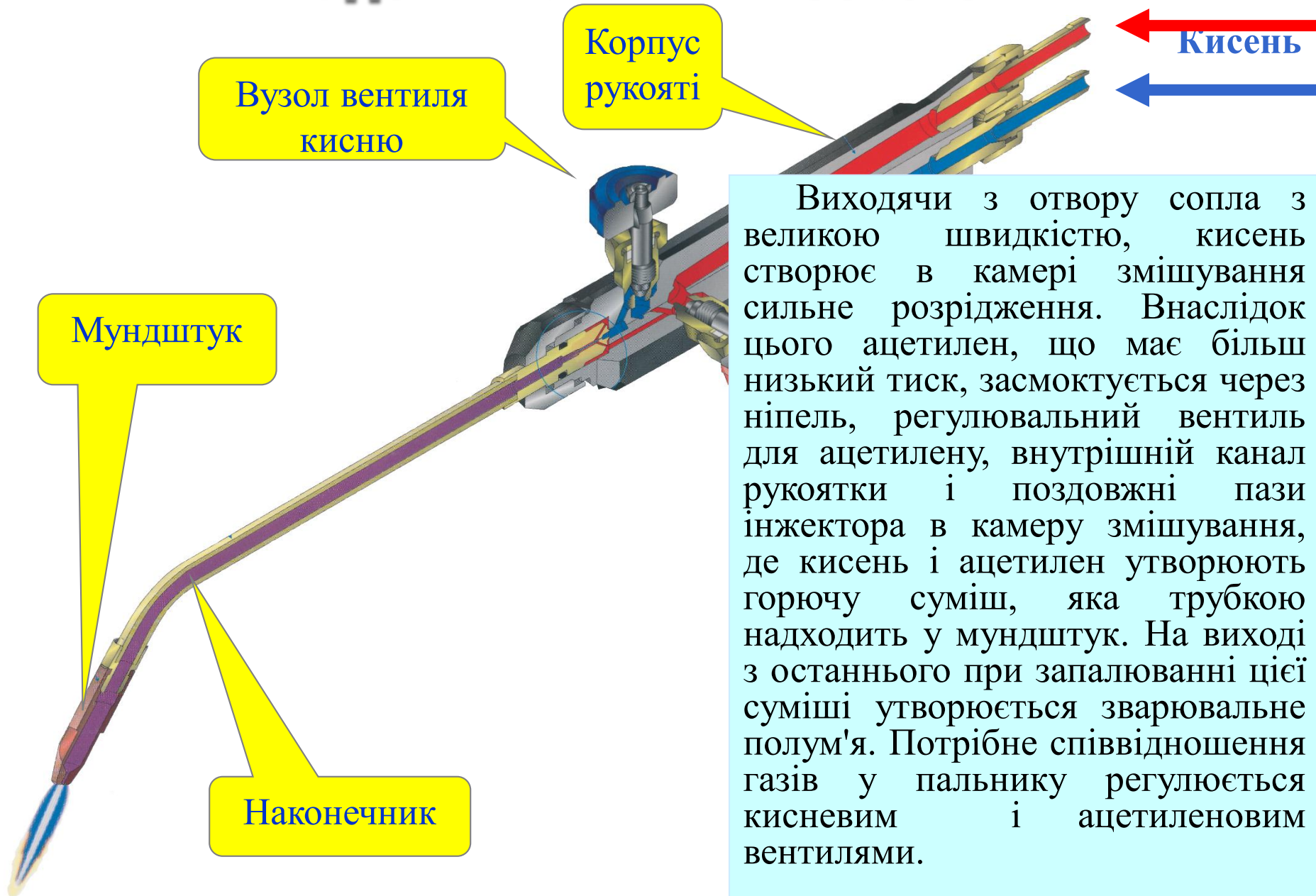
Горючий газ



Принцип роботи пальника базується на підсоші ацетилену струменем кисню. Підсос, що називається інжекцією, здійснюється так. Кисень під тиском 0,2-0,4 МПа подається через ніпель і регулювальний вентиль в інжектор, який має вузький центральний отвір (сопло) і поздовжні пази.

БУДОВА ПАЛЬНИКА ГАЗОВОГО

Горючий газ



Виходячи з отвору сопла з великою швидкістю, кисень створює в камері змішування сильне розрідження. Внаслідок цього ацетилен, що має більш низький тиск, засмоктується через ніпель, регулювальний вентиль для ацетилену, внутрішній канал рукоятки і поздовжні пази інжектора в камеру змішування, де кисень і ацетилен утворюють горючу суміш, яка трубкою надходить у мундштук. На виході з останнього при запалюванні цієї суміші утворюється зварювальне полум'я. Потрібне співвідношення газів у пальнику регулюється кисневим і ацетиленовим вентилями.

БУДОВА ПАЛЬНИКА ГАЗОВОГО

Горючий газ

Технічна характеристика

Вузол вентиля

рукояті

Кисень

Номери наконечників

Товщина металу, що зварюється, мм

Тиск кисню, кгс/см²

Тиск ацетилену, кгс/см²

Витрата кисню, л/год

Витрата ацетилену, л/год

Швидкість зварювання, мм/хв

Витрата присадочного дроту на 1м зварного шва, кг

Довжина ядра полум'я, мм

Довжина пальника з наконечником №3, мм

Маса пальника з наконечником №3, кг

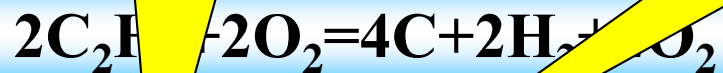
	0	1	2	3
Товщина металу, що зварюється, мм	0,2-0,5	0,5-1	1-2	2-4
Тиск кисню, кгс/см ²	1,5-3,0		2,0-3,0	
Тиск ацетилену, кгс/см ²	0,01-1,0		0,01-1,0	
Витрата кисню, л/год	35-55	98-100	180-200	270-380
Витрата ацетилену, л/год	30-48	62-90	115-180	200-335
Швидкість зварювання, мм/хв	-	200-125	130-90	90-55
Витрата присадочного дроту на 1м зварного шва, кг	-	0,03	0,06	0,2
Довжина ядра полум'я, мм	6	7	8	10
Довжина пальника з наконечником №3, мм				390
Маса пальника з наконечником №3, кг				0,42

Істрий (змішувач)

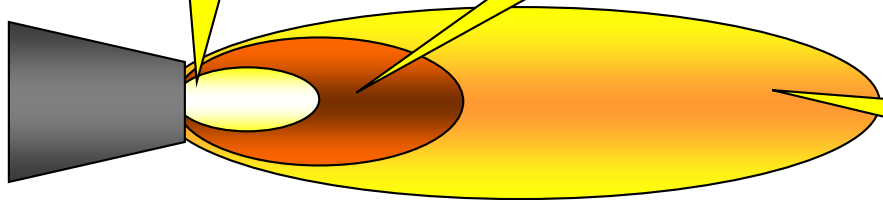
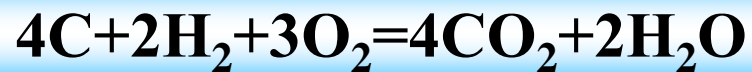
змішувач (Інже)

Ядро – продукти розпаду ацетилену, які згорають в оболонці ядра

Відновлювальна зона – оксид вуглецю і водень, які розкислюють зварювальну ванну



Факел – область повного згорання



Зварювальне полум'я

Три основні види ацетиленокисневого полум'я:

Нормальне (відновне)

Співвідношення
ацетилену і кисню

від 1:1 до 1:1,1

Застосовується для
зварювання більшості
сталей, сплавів і
кольорових металів

З надлишком кисню
(окислювальне)

Співвідношення
ацетилену і кисню

більше ніж 1:0,95

Застосовується для
зварювання чавуна,
наплавлювання
твердими сплавами

З надлишком ацетилену
(науглецювальне)

Співвідношення
ацетилену і кисню

менш ніж 1:1,3

Застосовується для
зварювання латуні



Режими газового зварювання

Параметри
режиму:

потужність газозварювального полум'я

вид полум'я

діаметр присадочного дроту

Теплову потужність полум'я

при газовому зварюванні, л/год, визначають залежно від товщини зварюваного металу та способу зварювання за формулою:

$$V_a = k\delta$$

k - коефіцієнт пропорційності, який для маловуглецевої сталі становить 100-120 — при лівому способі і 120-150 — при правому способі

δ - товщина металу, мм



Режими газового зварювання

Параметри режиму:

потужність газозварювального полум'я

вид полум'я

діаметр присадочного дроту

Теплову потужність полум'я

при газовому зварюванні, л/год, визначають залежно від товщини зварюваного металу та способу зварювання за формулою:

$$V_a = k\delta$$

За визначеною потужністю полум'я підбирають відповідний номер мундштука зварювального пальника

Номер мундштука

000

00

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

Товщина зварюваної низьковуглецевої сталі, мм

0,05

0,1-0,25

0,2-0,5

0,5-1,0

1-
2

2-
4

4-
7

7-
11

11
-
17

17
-
30

30
-
80

Св
.
80

Режими газового зварювання

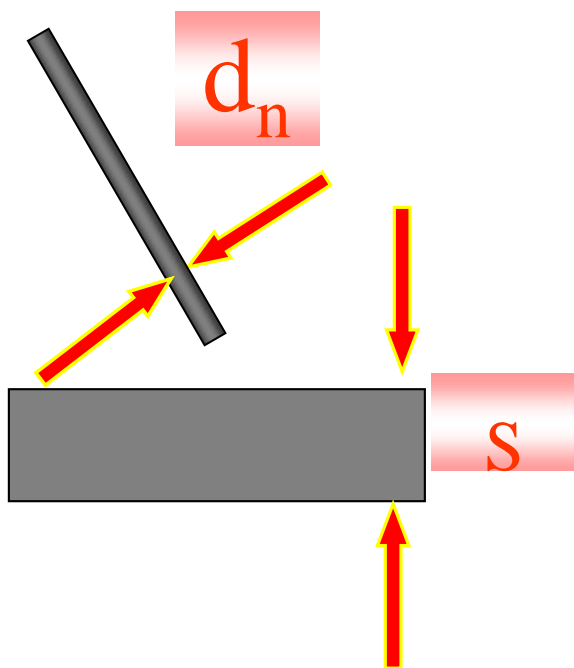
Параметри
режиму:

потужність газозварювального полум'я

вид полум'я

діаметр присадочного дроту

Визначення діаметра присадочного дроту



Для зварювання
низько- і
середньовуглецевих
сталей діаметр
присадочного дроту d_n
визначають по формулам
в залежності від способу
зварювання і товщини
металу S

При лівому способі

$$d_n = S/2 + 1 \text{ (мм)}$$

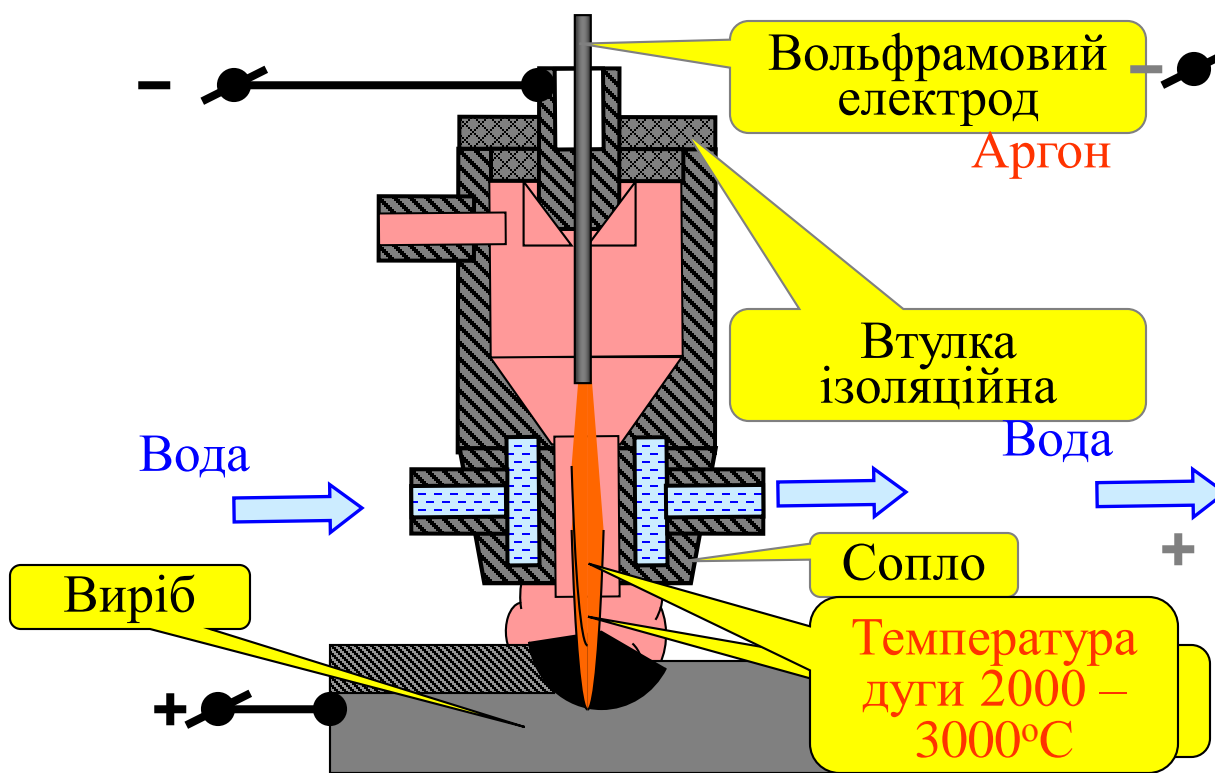
При правому способі

$$d_n = S/2 \text{ (мм)}$$



ПЛАЗМОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Електронною плазмою називають дуже іонізований газ стовпа дуги який складається з нейтральних атомів і молекул, іонів і електронів.



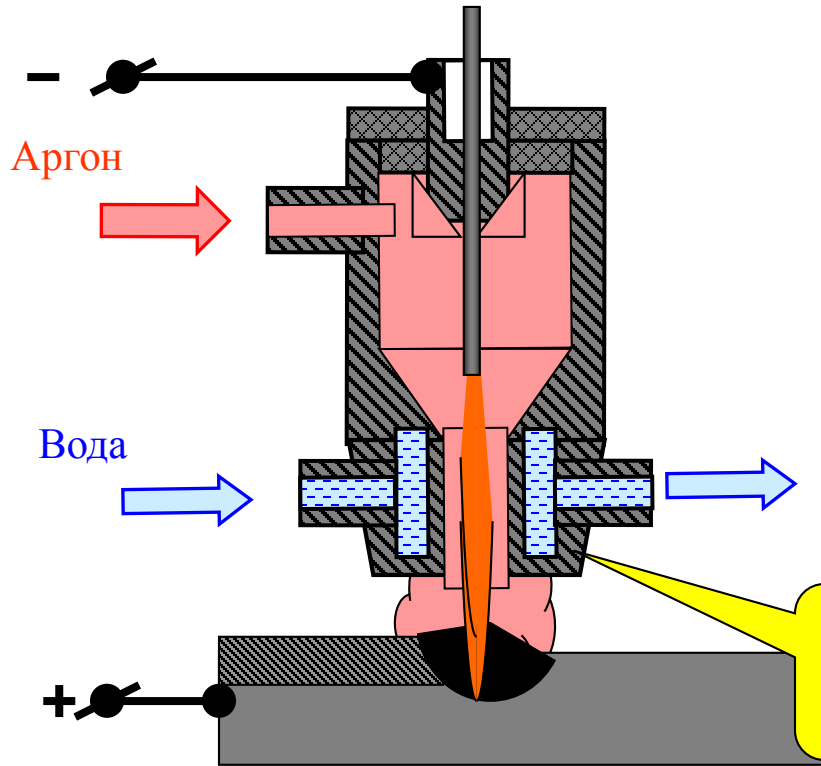
Щоб одержати плазмову дугу співвісно стовпові дуги, яка горить між катодом і анодом, через вузький канал водоохолоджувального мідного сопла спеціального плазмового пальника пропускають потік газу.

При збільшенні струму стовп дуги в обмеженому стінками каналу сопла пальника розширитися не може, тому за рахунок його стиснення, а також за рахунок стиснення газовим потоком температура стовпа дуги і ступінь іонізації газу різко підвищуються. Практично майже весь газ, який проходить крізь стовп стисненої дуги, іонізується і перетворюється в плазму.

ПЛАЗМОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

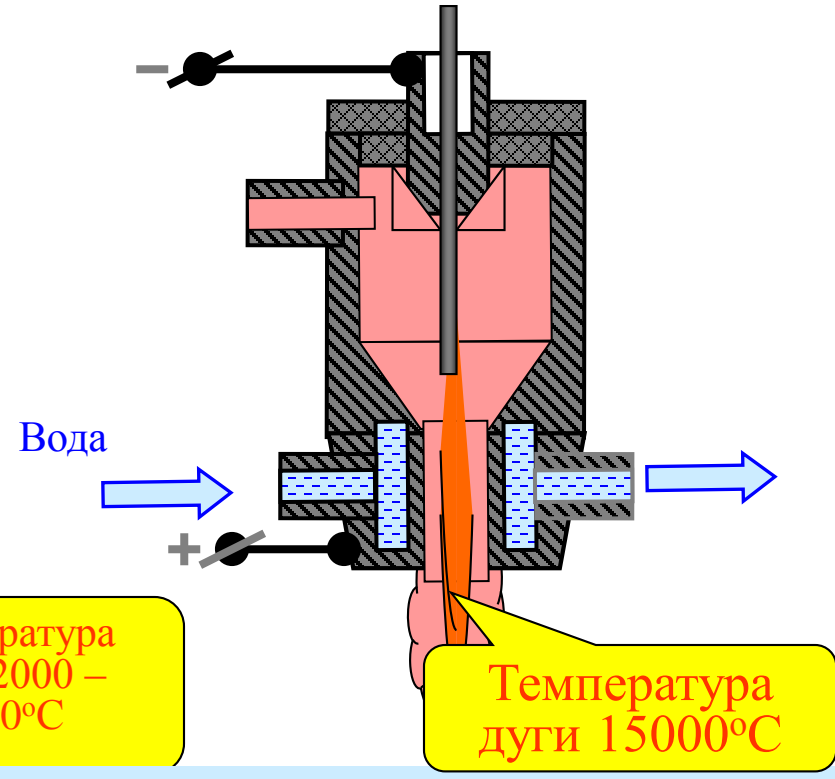
Плазмова дуга буває:

Прямої дії



Горить між вольфрамовим електродом (катодом) і виробом (анодом).

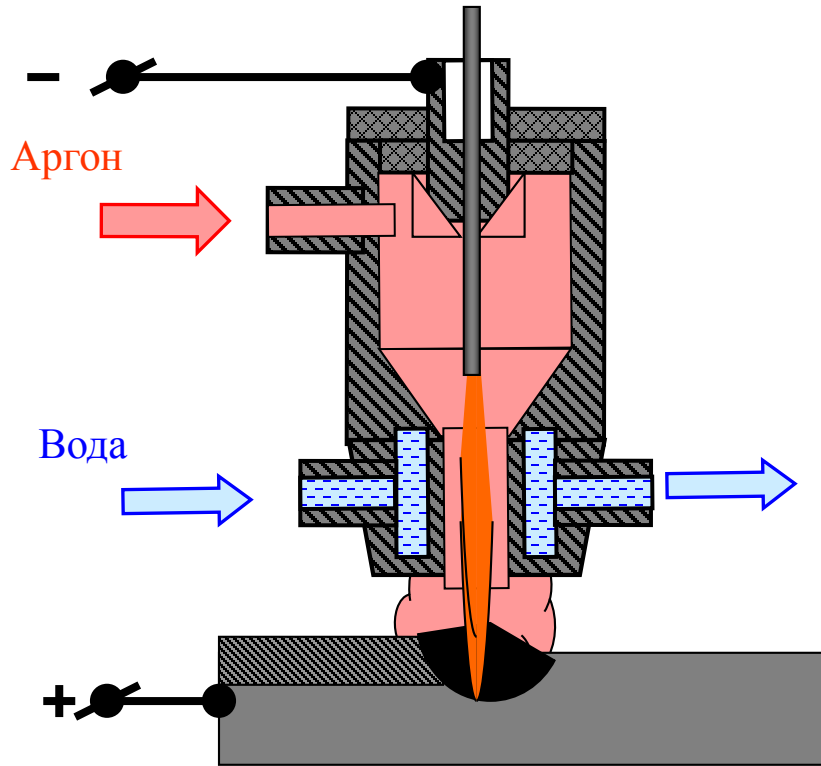
Побічної дії



Горить між вольфрамовим електродом і мідним соплом пальника. Струм до вольфрамового електрода підводять крізь мундштук, а до корпусу пальника — близько від сопла.

ПЛАЗМОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Плазмова дуга буває:



Плазмовою дугою зварюють вуглецеві і нержавіючі сталі, тугоплавкі і кольорові метали, а також неметалеві матеріали завтовшки від кількох десятків мікрометрів і більше, а також плазмова дуга використовується для різання, наплавлення та напилювання.



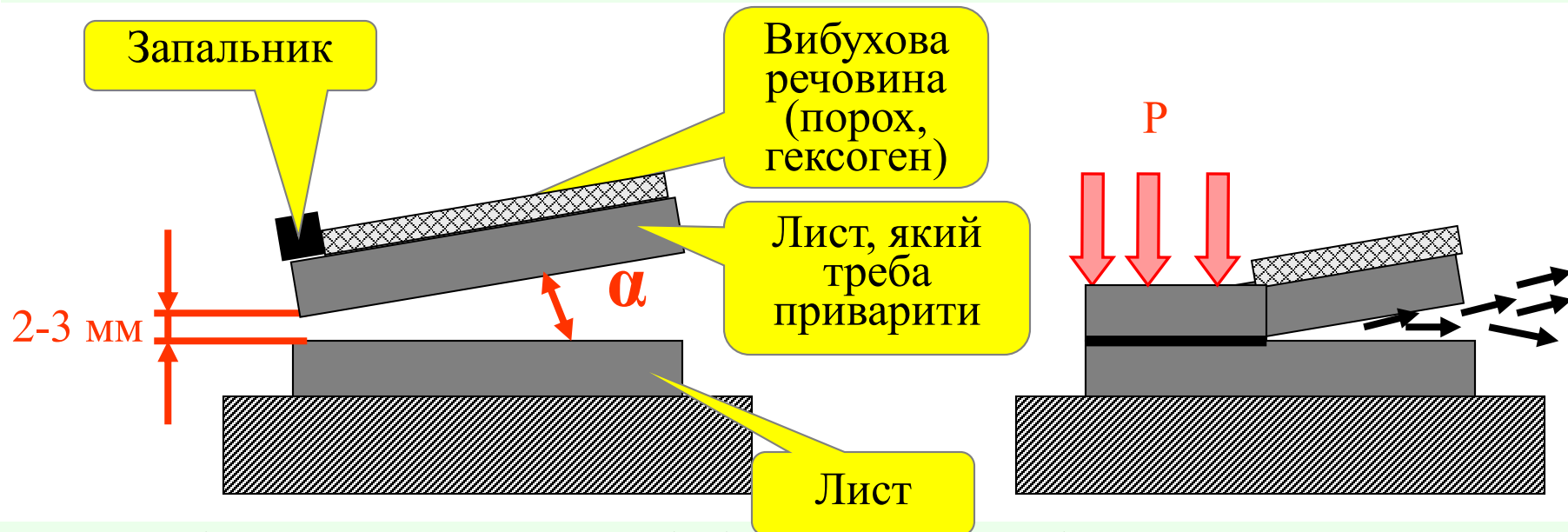
ПЛАЗМОВЕ ЗВАРЮВАННЯ



ЗВАРЮВАННЯ ВИБУХОМ

Для зварювання вибухом лист, який треба приварити по всій площі до листа, встановлюють на відстані 2-3 мм і під кутом α до нього.

На поверхню листа укладають вибухову речовину (порох, гексоген тощо), яка займається від запальника.

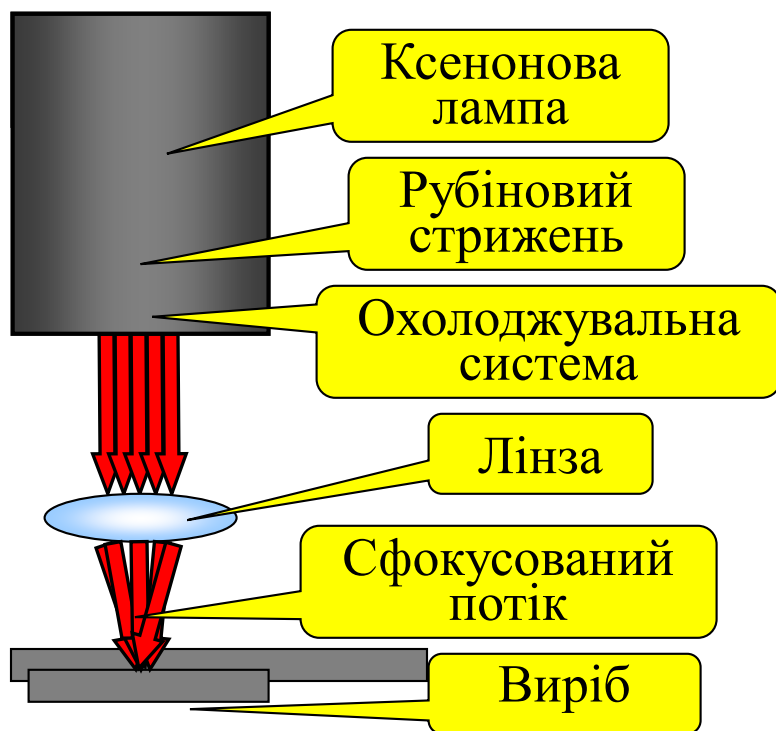


Під час спалахування вибухівки потужна вибухова хвиля поширюється по всій поверхні листа, який приварюється і створює на нього величезний тиск. При зіткненні зварюваних поверхонь в поверхневих шарах виникають пластична деформація і розплавлення мікроділянок, внаслідок чого і відбувається зварювання.

Зварювання вибухом дає можливість з'єднати як однорідні (срібло, алюміній, титан, мідь, сталь тощо), так і різномірні (титан і сталь, титан і мідь, алюміній і титан та ін.) метали.

ЛАЗЕРНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Потік їх уздовж вісі стержня спричиняє випромінювання нових фотонів, які поперемінне відбиваються від дзеркальних торцевих граней, збільшуючи цим інтенсивність загального випромінювання.

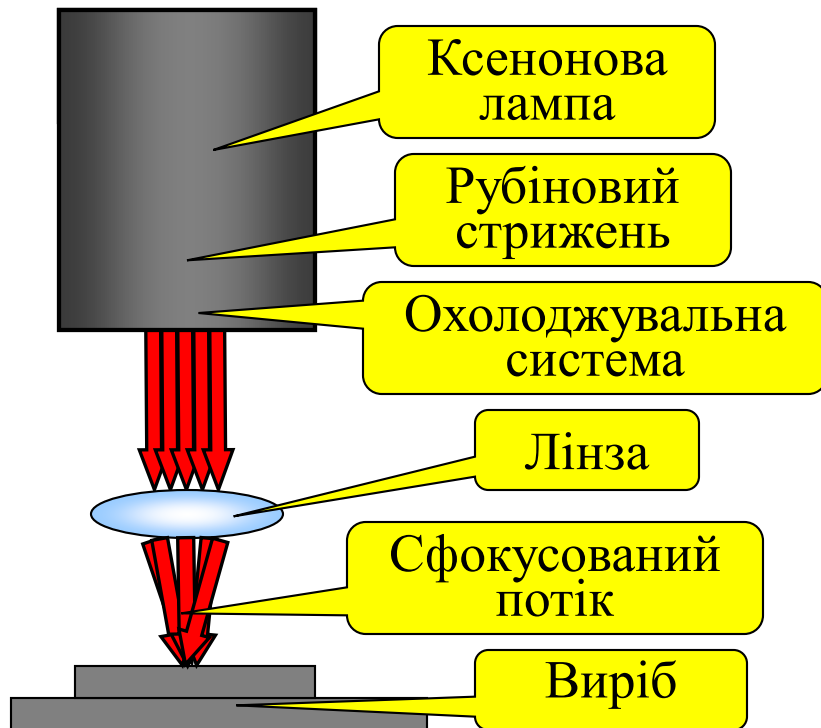


При накопиченні певного рівня фотонів вони у вигляді потоку червоного світла прориваються крізь напівпрозорий торець стержня назовні. Пройшовши крізь лінзу, сфокусований потік потрапляє на виріб. Тривалість імпульсу випромінювання лазерного променя становить тисячні і мільйонні частки секунди.

Окремими точками лазерним променем можна зварювати різні метали завтовшки до 0,5 мм. Його використовують для виготовлення отворів у твердих сплавах, тугоплавких металах, алмазах, рубінах, а також для термообробки різального інструменту.

ЛАЗЕРНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Для лазерного зварювання джерелом теплової енергії є потужний сконцентрований світловий промінь, який утворюють в спеціальних установках, що називаються **лазерами**.



Основне використання зараз мають рубінові лазери зі штучним рубіном, до складу якого входить оксид алюмінію (Al_2O_3) і невелика домішка оксиду хрому (Cr_2O_3). Такий лазер складається з циліндричного рубінового стержня, ксенонової лампи, лінзи і охолоджувальної системи. Торці стержня відполіровані і посріблені. Той, що призначений для виходу назовні світлового променя, частково прозорий.

Під час спалаху ксенонової лампи, яка живиться розрядним струмом конденсаторів, атоми хрому рубінового кристала переходять з нормального в збуджений стан.

Однак через кілька мілісекунд вони знову повертаються в попередній стан, безпорядно випромінюючи фотони червоного світла.

На самотійну роботу ВИНОСИТЬСЯ:

- 1.Плазмове зварювання
- 2.Дифузійне зварювання:
 - А)Суть і метод
 - Б)Обладнання
 - В)Галузі застосування
 - Г)Переваги і недоліки
- 3.Металізація



Кафедра технології металів і матеріалознавства

E-mail diana.borisovna@gmail.com

**Автор: доц. Глушкова Д.Б.
Lekz10_TKM_1M_GDB_7.11.14**